

BIANCA DE MORAES PEREIRA

**NUTRIÇÃO E MANEJO DE VACAS LEITEIRAS**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P436n  
2018  
Pereira, Bianca de Moraes, 1987-  
Nutrição e manejo de vacas leiteiras / Bianca de Moraes  
Pereira. – Viçosa, MG, 2018.  
viii, 208 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Polyana Pizzi Rotta.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Vacas - Nutrição. 2. Pastagens - Manejo. 3. Vacas -  
Metabolismo. 4. Bovinos de leite - Produtividade.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

BIANCA DE MORAES PEREIRA

**NUTRIÇÃO E MANEJO DE VACAS LEITEIRAS**

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

APROVADA: 05 de fevereiro de 2018.



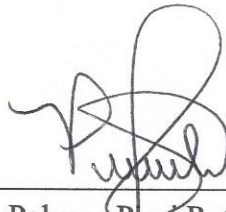
---

Alex Lopes da Silva



---

Marcos Inácio Marcondes



---

Polyana Pizzi Rotta  
Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.  
À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de fazer o curso.  
À professora Polyana Pizzi Rotta, pela orientação, apoio e confiança.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
<b>CAPÍTULO 1 – Metabolismo e nutrição de bovinos de leite.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUÇÃO CONCEITUAL .....	1
2. METABOLISMO DE COMPOSTOS NITROGENADOS .....	2
3. METABOLISMO DE CARBOIDRATOS.....	16
4. METABOLISMO DE LIPÍDEOS .....	29
5. METABOLISMO DE MINERAIS .....	37
6. METABOLISMO DE VITAMINAS .....	39
7. ENERGIA .....	42
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
<b>CAPÍTULO 2 – Manejo nutricional no período de transição da vaca leiteira ..</b>	<b>50</b>
1. INTRODUÇÃO .....	50
2. METABOLISMO NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO.....	51
3. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO.....	51
3.1. Pré-parto.....	51
3.2. Pós-parto .....	53
4. COMPORTAMENTO INGESTIVO NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO .....	57
4.1. Consumo de matéria seca.....	57
4.2. Fatores que afetam o consumo de matéria seca. ....	59
5. BALANÇO ENERGETICO NEGATIVO .....	60
5.1. Metabolismo das proteínas no período de transição .....	63
5.2. Mobilização de proteína muscular .....	64
5.3. Efeitos do BEN sobre a reprodução.....	65
6. SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL (ECC) .....	67

6.1. Utilizando a ultrassonografia para acessar as reservas energéticas .....	74
6.2. O ECC durante o período de transição.....	76
7. INTERAÇÃO DA LEPTINA NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO .....	77
7.1. Interação da Leptina na reprodução .....	78
7.2. Efeito no sistema imunológico.....	79
7.3. Leptina e o BEN.....	80
8. DOENÇAS E DISTÚRBIOS METABÓLICOS ASSOCIADOS AO BEN.....	80
8.1. Cetose.....	81
8.1.1. Precursores Gliconeogênicos.....	83
8.1.2. Niacina .....	83
8.2. Hipocalcemia .....	84
8.2.1. Dietas deficientes em cálcio .....	86
8.2.2. Balanço cátion-aniônico (BCA).....	87
8.3. Deslocamento de abomaso.....	90
9. ESTRATEGIAS NUTRICIONAIS .....	91
9.1. Aditivos.....	91
9.1.1. Ionóforos.....	91
9.2. Lipídios .....	93
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	96
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
<b>CAPÍTULO 3 – Manejo de vacas de leite em confinamento .....</b>	<b>110</b>
1. INTRODUÇÃO .....	110
2. INSTALAÇÕES DE CONFINAMENTO .....	110
2.1. <i>Free Stall</i> .....	111
2.2. <i>Tie Stall</i> .....	113
2.3. <i>Loose Housing</i> .....	114
2.4. Compost Barn .....	114
3. MONITORANDO CONDIÇÕES DE BEM-ESTAR DE VACAS DE LEITE CONFINADAS.....	116
3.1. Limpeza das instalações.....	122
3.2. Escore de higiene .....	123
3.3. Escore de locomoção .....	124

3.4. Período seco .....	127
3.5. Duração do período seco.....	128
3.6. Processo de secagem.....	128
3.7. Agrupamento de vacas em lactação .....	129
3.8. Frequência de ordenha .....	135
3.9. Considerações básicas sobre manejo de alimentação .....	137
3.10. Frequência de fornecimento de dieta .....	140
3.11. O uso de somatotropina.....	143
3.11.1. Dose exógena de bST .....	145
3.11.2. Aplicações.....	147
3.11.3. Contraindicações.....	148
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	148
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	149
<b>CAPÍTULO 4 – Manejo de vacas em pastejo.....</b>	<b>155</b>
1. INTRODUÇÃO .....	155
2. PRINCIPAIS GRAMÍNEAS .....	157
2.1. Composição Bromatológica.....	157
2.2. Gênero <i>Brachiaria</i> .....	158
2.3. Gênero <i>Panicum</i> .....	158
2.4. Gênero <i>Cynodon</i> .....	161
2.5. Gênero <i>Pennisetum</i> .....	163
2.6. Considerações finais sobre as principais gramíneas .....	163
3. ADUBAÇÃO DE PASTAGENS.....	165
3.1. Introdução .....	165
3.2. Adubação nitrogenada.....	165
3.3. Adubação potássica.....	169
3.4. Adubação fosfatada.....	169
3.5. Manejo de adubação.....	171
4. MÉTODOS DE PASTEJO .....	173
4.1. Pastejo contínuo .....	173
4.2. Pastejo rotacionado ou interminente.....	174
4.3. Critérios para interrupção da rebrotação.....	180
4.3.1. Dias fixos .....	180

4.3.2. Interceptação luminosa .....	182
4.4. Altura de saída (resíduo) .....	185
5. MANEJO DOS LOTES .....	186
6. CICLOS DE PASTEJO.....	187
7. DIMENSIONAMENTO DE PIQUETES .....	189
8. CONSUMO DE PASTO.....	191
9. SUPLEMENTAÇÃO.....	192
9.1. Consumo de matéria seca (CMS).....	193
9.2. Suplementação concentrada.....	195
9.2.1. Níveis de suplementação .....	197
9.3. Efeitos .....	198
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	200
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	201

## RESUMO

PEREIRA, Bianca de Moraes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Nutrição e Manejo de Vacas Leiteiras**. Orientadora: Polyana Pizzi Rotta.

Essa série didática tem como objetivo abordar aspectos sobre metabolismo e nutrição de bovinos, juntamente com estratégias nutricionais de vacas em período de transição e definir manejos adequados de vacas confinadas e em pastejo. Este trabalho divide-se em quatro partes: *Metabolismo e nutrição de bovinos*, onde inclui informações sobre metabolismo de compostos nitrogenados, carboidratos, lipídeos, minerais, vitaminas, bem como informações sobre energia na nutrição de ruminantes; *Manejo nutricional no período de transição da vaca leiteira*, em que são apresentadas alterações no metabolismo e comportamento ingestivo do animal, balanço proteico negativo e balanço energético negativo juntamente com as doenças e distúrbios metabólicos e por fim estratégias nutricionais propostas nesse período; *Manejo de vacas de leite em confinamento*, apresentando instalações adequadas para o bem estar de vacas leiteiras confinadas, escore de higiene e de locomoção e agrupamentos de vacas visando o período de lactação, priorizando seu manejo alimentar; e *Manejo de vacas em pastejo*, onde apresenta principais gramíneas, a importância da adubação do solo, ciclos e métodos de pastejo, dimensionamento de piquetes e suplementação para vacas leiteiras em pastejo.

## ABSTRACT

PEREIRA, Bianca de Moraes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Nutrition and Management of Dairy Cows**. Advisor: Polyana Pizzi Rotta.

This didactic series aims to address aspects of bovine metabolism and nutrition, along with nutritional strategies of transition cows, and to define adequate management of confined and grazing cows. This work is divided into four parts: Metabolism and nutrition of cattle, which includes information on metabolism of nitrogen compounds, carbohydrates, lipids, minerals, vitamins, as well as energy information on ruminant nutrition. Nutritional management in the transition period of the dairy cow, in which alterations are presented in the metabolism and ingestive behavior of the animal, negative protein balance and negative energy balance together with diseases and metabolic disorders and finally nutritional strategies proposed in this period; Handling of dairy cows in confinement, presenting adequate facilities for the well being of confined dairy cows, hygiene and locomotion score and cow groupings aiming the lactation period, prioritizing their feed management; and Management of grazing cows, where it presents main grasses, the importance of soil fertilization, grazing cycles and methods, picketing and supplementation for

## **CAPÍTULO 1**

### **Metabolismo e Nutrição de Bovinos de Leite**

Marcos Inácio Marcondes (marcos.marcondes@ufv.br)

Polyana Pizzi Rotta (polyana.rotta@ufv.br)

Erick Darlison Batista (erickdarlison@gmail.com)

Alex Lopes da Silva (alexlopes@zootecnista.com.br)

#### **1. INTRODUÇÃO CONCEITUAL**

O metabolismo pode ser entendido como o conjunto de transformações que as substâncias químicas sofrem no interior do organismo dos animais. Essas transformações compreendem reações químicas que são responsáveis pela síntese ou degradação de um determinado nutriente, permitindo o crescimento, a reprodução e produção animal além de adequar as suas respostas ao ambiente constituindo, dessa forma, a base da vida.

As reações químicas constituem as vias metabólicas ocorrentes no organismo animal, mediante ação de enzimas as quais são extremamente importantes para os diferentes passos ocorrentes. Normalmente, as vias metabólicas são divididas em anabolismo e catabolismo. As reações anabólicas envolvem a síntese de um novo produto orgânico a partir de moléculas singulares com gasto energético (ATP), enquanto às catabólicas envolvem reações de degradação de moléculas orgânicas e produção de energia livre (ATP).

Os processos biológicos ocorrentes no organismo animal estão diretamente associados e dependentes da nutrição, uma vez que a assimilação dos nutrientes

consumidos é necessária para a realização de suas funções vitais e, no caso da Zootecnia, destinada a produção animal (ex. carne, leite, ovos).

A nutrição animal é o processo de fornecimento de nutrientes necessários a vida, se tornando uma disciplina extremamente ampla abrangendo as áreas da bioquímica, fisiologia, endocrinologia, microbiologia, imunologia e patologia. Como definição pode-se dizer que nutrição é a ciência que investiga a associação entre consumo de nutrientes e os processos metabólicos ligados a saúde e desempenho animal. Já os nutrientes são elementos ou compostos químicos necessários para o organismo animal, demandando uma forma química definida, como: água, proteínas (aminoácidos), carboidratos, lipídeos, vitaminas e minerais. A água é considerada um nutriente, no entanto, para a produção animal, não é, geralmente, considerada nos cálculos de dietas e sim fornecida aos animais ad libitum.

Diante deste contexto, o objetivo desta revisão será apresentar alguns princípios básicos do metabolismo dos nutrientes, características principais de suas vias metabólicas, aspectos nutricionais e os fatores que determinam a eficiência de utilização dos nutrientes alimentares pelos animais ruminantes, sobretudo para os bovinos de leite.

## **2. METABOLISMO DE COMPOSTOS NITROGENADOS**

As proteínas são moléculas grandes compostas por aminoácidos unidos conjuntamente por ligações peptídicas. Elas desempenham funções variadas como funções enzimáticas, hormonais, imunológicas e plástica (constituindo a estrutura corporal, como músculo e penas), transportadoras de nutrientes e metabólitos e catalizadoras de reações químicas, contração muscular, recepção de estímulos hormonais e armazenamento de informações genéticas, condução de gases, além do fornecimento de energia.

A proteína é composta por 20 aminoácidos mais importantes na sua estrutura, e segundo o NRC (2001), dez são considerados essenciais. Os aminoácidos essenciais não são sintetizados pelo organismo ou são, porém em quantidades insuficientes para atender as exigências dos animais e por isso, devem estar presente nas dietas. São eles: histidina, isoleucina, lisina, leucina, metionina, arginina, fenilalanina, triptofano, treonina e valina. Já os aminoácidos não essenciais são sintetizados em quantidades que satisfazem as exigências do metabolismo do animal.

Estes aminoácidos não precisam obrigatoriamente estar presentes na dieta, pois eles podem ser produzidos a partir de fontes de carbono e grupos amino de outros aminoácidos ou de compostos mais simples (ALVES, 2004). São eles: alanina, aspartato, asparagina, ácido glutâmico, cisteína, glicina, glutamina, prolina, serina, tirosina. (STIEVEN et al., 2011).

A classificação das proteínas presentes nos animais pode seguir os seguintes critérios:

- a) solubilidade (albumina > globulinas > prolaminas > histonas);
- b) estrutura dimensional (primária, secundária, terciária e quaternária);
- c) função (estrutural, hormonal, genética);
- d) propriedades físicas (atividade óptica, propriedade elétrica, ponto de fusão);
- e) formato geral (globulares e fibrosas).

De forma geral, as proteínas contêm 16% de nitrogênio (N). A proteína bruta (PB) é definida como  $N \times 6,25$  (16 g de N a partir de 100 g de proteína, então 1 g de N estará associado com 6,25 g de proteína). O N obtido pode ser oriundo de sua forma protéica (aminoácidos unidos por ligações peptídicas) e não protéica (NNP), tendo como constituintes os aminoácidos livres, ácidos nucleicos, peptídeos, amidas, aminas e amônia. As forrageiras conservadas na forma de silagem ou feno, devido à proteólise durante o processo de ensilagem ou fenação possuem percentual considerável de NNP.

Os animais ruminantes, exclusivamente, podem utilizar muitas outras fontes de compostos nitrogenados na forma de NNP (uréia, biureto, sulfato de amônio), pois eles possuem a capacidade de sintetizar aminoácidos e proteínas utilizando-os, fato esse diretamente associado aos microrganismos ruminais. Além disso, os ruminantes possuem um mecanismo adaptativo que possibilita a reciclagem do nitrogênio. Quando uma dieta possui pouco nitrogênio, quantidade significativa de uréia (que seria excretada na urina) pode retornar ao ambiente ruminal para ser reutilizada pelos microrganismos para a síntese de proteína microbiana (Pmic).

## **2.1 Degradação Ruminal dos Compostos Nitrogenados**

A proteína dietética é composta por duas frações, sendo uma degradável no ambiente ruminal (PDR) e outra não degradável no rúmen (PNDR), absorvível ou não no intestino delgado, devido ao pH mais ácido. O nitrogênio protéico (proteína

verdadeira) se constitui de cadeias longas de aminoácidos unidas por ligações peptídicas, e o nitrogênio não protéico (NNP) engloba a uréia, ácidos nucléicos, nitratos, nitritos sais de amônia, aminoácidos e outros.

A degradação da fração protéica da PDR ocorre por intermédio da ação de enzimas (proteases, peptidases e deaminases) produzidas por microrganismos ruminais (*Peptostreptococcus* sp., *Megasphaera elsdenii*, *Clostridium aminophilum* e *Sticklandii*). A extensão da degradação da PB no rúmen é afetada pela composição química e física da PB (relação NNP e proteína verdadeira), atividade proteolítica microbiana, acesso microbiano à proteína, tempo de retenção do alimento, pH ruminal, processamento do alimento e a temperatura ambiente. O metabolismo das bactérias ruminais é apresentado esquematicamente na Figura 1.

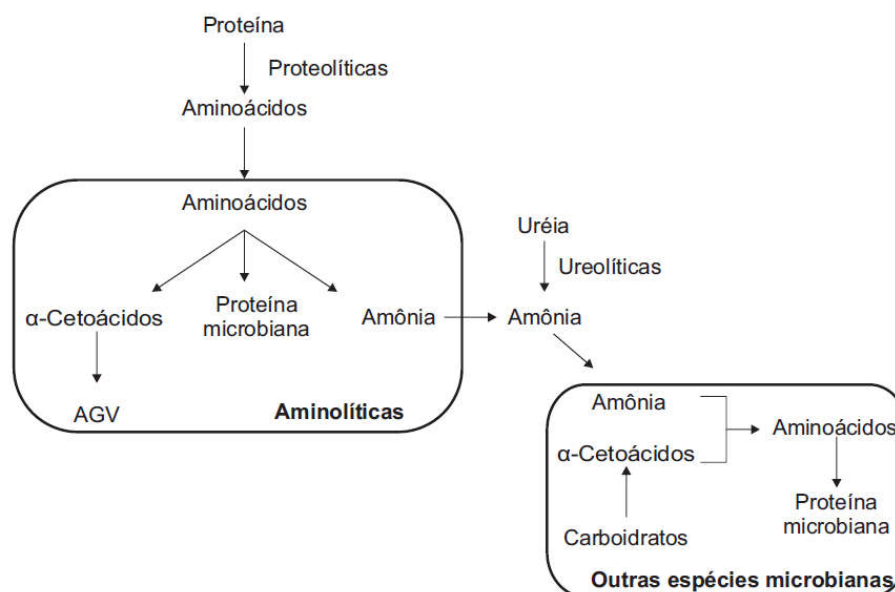


Figura 1 - Metabolismo ruminal dos compostos nitrogenados pelas bactérias ruminais. AGV=ácidos graxos voláteis. (Adaptado de Kozloski, 2008).

A hidrólise das proteínas do alimento a aminoácidos é realizada por grande parte das bactérias encontradas no rúmen. Os aminoácidos são utilizados preferencialmente pelas bactérias aminolíticas para a síntese de suas proteínas e, principalmente, como fonte energética, liberando amônia. O N disponível no ambiente ruminal (N amoniacal ruminal, NAR) pode ser originado a partir da hidrólise da uréia ou a partir dos aminoácidos, sendo utilizados para a síntese de Pmic. A maior atividade das bactérias proteolíticas ocorre associada à superfície da

parede celular, sendo que, apenas 10% ou menos dessa atividade ocorrem na forma livre da célula. A primeira etapa da degradação protéica é a adsorção pela bactéria, sendo que a parte solúvel e insolúvel da PDR são passíveis de serem adsorvidas pelas bactérias e sofrerem ação das suas proteases.

O destino dos aminoácidos formados a partir da proteína dietética ou da sua incorporação em Pmic é dependente de alguns fatores como a espécie bacteriana em questão, taxa de crescimento, disponibilidade de substratos energéticos e perfil de aminoácidos disponíveis. Como exemplo, em condição de alta disponibilidade de substratos energéticos, as espécies que degradam os carboidratos não-fibrosos possuem alta taxa de crescimento, sendo assim espera-se que grandes quantidades de aminoácidos sejam incorporadas em Pmic.

O metabolismo de proteína no rumen é o resultado da atividade metabólica dos microorganismos ruminais. A estrutura da proteína é um fator importante para determinar sua susceptibilidade a proteases microbianas e assim a sua degradabilidade. A degradação da proteína ruminal é afetada pelo pH e por espécies de microorganismos predominantes no rumen. A atividade proteolítica ruminal diminui com a queda do pH. O acúmulo de aminoácidos após a alimentação sugere que o uso de aminoácidos pelos microorganismos ruminais pode ser um fator limitante para a degradação protéica no rumen. Além disso, existem diversos aminoácidos, tais como a fenilalanina, leucina e isoleucina que são sintetizadas pelos microorganismos ruminais com maior dificuldade em relação a outros aminoácidos.

Em torno de 40 a 95% da Pmic total pode ser derivada da incorporação do NAR, enquanto 5 a 60%, da incorporação de aminoácidos e peptídeos. A incorporação de amônia é predominante quando bovinos são alimentados com forragens e maior proporção de aminoácidos e peptídeos são incorporados quando a proporção de concentrado: volumoso se eleva. O NAR que não é utilizado para síntese de Pmic é majoritariamente absorvido pelo epitélio ruminal, entra na circulação sanguínea, sendo destinado ao fígado (circulação portal).

A absorção de NAR está diretamente associada ao aumento do pH ruminal e a sua própria concentração no rúmen. Sua parte que não é absorvida pode passar com a digesta e ser absorvida no intestino delgado ou grosso, entra na circulação portal e, no fígado, é convertida a uréia. Então, ela pode seguir os seguintes destinos: ser excretada na urina, excretada no leite ou ser reciclada novamente para o trato gastrointestinal, via saliva ou transepitelial (Figura 2).

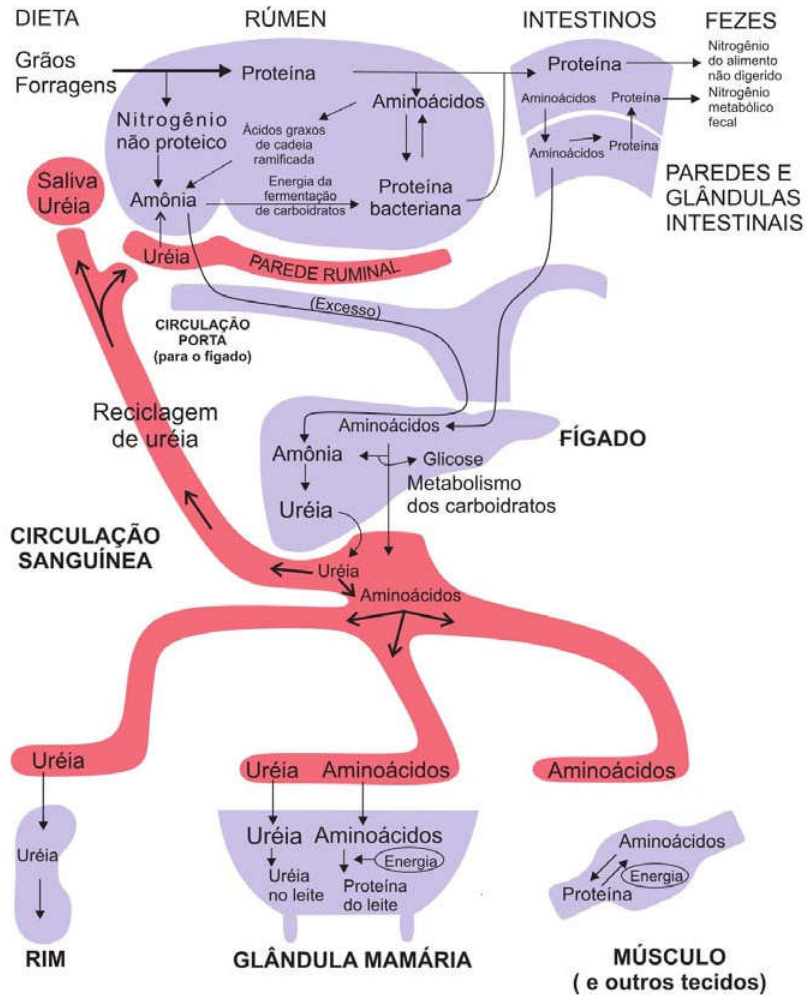


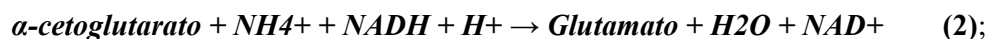
Figura 2 - Metabolismo de compostos nitrogenados nos ruminantes (Adaptado de Wattiaux, 1996a).

Independente da concentração de amônia as bactérias gastarão energia para capturar essa amônia. O que pode limitar o crescimento é a deficiência de amônia ou energia proveniente de carboidrato de rápida fermentação. O primeiro caso, com maior afinidade, é realizado pela enzima glutamina sintetase, que incorpora a amônia como grupo amida da glutamina, utilizando glutamato como substrato e gastando uma molécula de ATP (*Equação 1*).

A partir da reação (1) descrita, pode-se dizer que, em concentrações baixas de amônia, parte da energia que seria destinada ao crescimento microbiano é utilizada para a produção de amônia, reduzindo a eficiência de síntese microbiana.



Por outro lado, em situações com maior concentração de amônia, as quais predominam na maior parte das situações dietéticas, ocorre pela ação da glutamato desidrogenase. A reação é catalisada por essa enzima, o NAR é captado através da síntese de glutamato a partir do  $\alpha$ -cetoglutarato (*Equação 2*):



A eficiência de utilização do NAR pelos microrganismos ruminais é dependente, dentre outros fatores, principalmente pela disponibilidade de energia. Praticamente todos os microrganismos ruminais utilizam carboidratos como fonte de energia, sendo que poucas espécies utilizam energia a partir de proteína, ao passo que nenhuma têm capacidade de utilizar gordura como fonte. Dessa forma a formulação de dietas deve-se buscar a sincronização de degradação de proteína e carboidratos.

A massa microbiana ruminal também é construída por protozoários, embora em menor proporção. Diferentemente das bactérias, os protozoários não formam complexos com as proteínas, mas ingerem as bactérias, os fungos e pequenas partículas de alimentos, sendo digeridos no interior celular. Este tipo característico de digestão protéica libera peptídeos que são degradados a aminoácidos livres que são incorporados na proteína sintetizada pelos protozoários. No entanto, os protozoários não são capazes de utilizar a amônia para a síntese de aminoácidos. Como a taxa de passagem ruminal dos protozoários é menor do que das bactérias, pequena parte da proteína microbiana produzida é formada por eles. Apesar de secretarem aminoácidos, peptídeos e amônia no fluido ruminal, uma contribuição significativa é disponibilizada no rúmen com a autólise celular ou morte desses microrganismos. Em relação aos fungos, como sua população é pequena no ambiente ruminal, a sua contribuição em termos da degradação de proteína e produção de Pmic é considerada insignificativa.

## **2.2. Intoxicação por ureia**

A ureia quando alcança o rúmen sofre ação da urease e é então desdobrada em amônia e dióxido de carbono, sendo a amônia utilizada como fonte de nitrogênio para síntese de proteínas pelos microrganismos ruminais. O fornecimento de uréia sem fracionamento e a sua utilização em altos níveis na alimentação animal podem levar ao processo agudo de intoxicação que se caracteriza por incoordenação motora,

tremores musculares, colapso e até a morte. Quando a concentração de amônia no sangue periférico excede 10 mg/L ocorre a manifestação dos sinais clínicos sendo letal em níveis de 30 mg/L.

O mecanismo de intoxicação aguda em ruminantes é decorrente do excesso de amônia absorvido que excede a capacidade detoxificadora do fígado e tamponante do sangue. Isto ocorre principalmente em pH elevado, devido à grande quantidade de amônia presente, quando há então aumento da permeabilidade da parede ruminal. A quantidade de ureia necessária para provocar o quadro de intoxicação depende de diversos fatores, principalmente velocidade de consumo, pH do rúmen e grau de adaptação do animal. Geralmente, níveis de 0,45 a 0,50 g de uréia/kg PV, ingeridos de forma imediata, pode provocar intoxicação em animais não adaptados.

### **2.3. Reciclagem de ureia**

A reciclagem de nitrogênio na forma de ureia é um mecanismo adaptativo extremamente importante para os animais ruminantes, sobretudo para aqueles alimentados com dieta de baixo teor de N. Para bovinos leiteiros criados em boas condições nutricionais a reciclagem de ureia é mínima. O nitrogênio ruminal funcionalmente disponível (nitrogênio disponível para o crescimento microbiano) se origina não somente da PDR, mas também do nitrogênio disponibilizado no rúmen através da reciclagem de uréia, que é formada a partir do N absorvido e direcionado ao fluxo portal ou do N mobilizado de fontes endógenas (e.g. proteína muscular).

A utilização da uréia reciclada para a síntese de produtos, como proteína microbiana, pode ser influenciada por fatores ruminais e dietéticos, sendo que, a maioria deles, regula a proporção de uréia hepática que retorna ao trato gastrointestinal. Fatores ruminais tais como a concentração de NAR, atividade da urease bacteriana, concentração de ácidos graxos voláteis, gás carbônico e pH atuam no movimento transepitelial de uréia do pool sanguíneo para o rúmen (Kennedy & Milligan, 1980). Dentre os fatores dietéticos pode-se mencionar o teor dietético e consumo de nitrogênio; teor de matéria orgânica, inclusão de carboidratos, processamento dos alimentos e a quantidade, assim como, a frequência do fornecimento de nitrogênio (Reynolds & Kristensen, 2008).

Dentre estes vários mecanismos envolvidos na regulação da transferência de uréia para o rúmen, a concentração de NAR assume papel fundamental (Huntington

& Arquibeque, 2000; Marini & Van Amburgh, 2003), em que, animais com baixa concentração de NAR, terão maior taxa de transferência de uréia da corrente sanguínea para o ambiente ruminal.

Considerando os destinos da uréia no metabolismo dos ruminantes (Figura 3) a síntese total de uréia hepática pode variar de 33 a 99% do N ingerido. Desse total, de 1 a 71% pode ser excretada na forma de urina e, cerca de 29 a 99%, pode ser reciclado de volta para o trato gastrointestinal. No trato gastrointestinal de 16 a 70% da uréia é utilizado para o anabolismo (síntese de proteína microbiana) e de 3 a 21% é perdida nas fezes. A fração de uréia não utilizada (ex.  $\text{NH}_4^+$ ) retorna novamente para o ciclo da ornitina (17-80% da uréia que é reciclada para o trato gastrointestinal) para a síntese de novo de uréia.

Embora não demonstrada na Figura 3, a saliva também contribui com quantidade significativa de uréia reciclada (de 15 a 90%). Normalmente, animais recebendo dieta com baixo teor de nitrogênio apresentam maior proporção de uréia salivar reciclada. A uréia geralmente representa 60 a 70% do nitrogênio salivar e 30 a 65% da concentração plasmática (Doranalli, 2010).

Mutsvangwa et al. (2016) avaliaram a interação entre dois níveis de proteína bruta (14,9 vs 17,5%) e dois níveis de PDR (63 vs 69%) sobre a reciclagem de ureia em vacas Holandesas e observaram que a reciclagem de ureia no trato gastrointestinal foi maior para vacas alimentadas com baixo teor de proteína bruta sem alterar a produção de leite resultando assim em uma melhora no aproveitamento do nitrogênio dietético.

Batista et al. (2016) avaliaram os efeitos da suplementação de PDR e de PNDR, nos níveis de 0, 50, 100, 150% das exigências de PNDR sobre a digestão de nutrientes, o metabolismo de N, a cinética da ureia e a degradação da proteína muscular em novilhas da raça Nelore consumindo feno de baixa qualidade. A suplementação proteica melhorou a utilização de N em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade. As novilhas não suplementadas apresentaram maior degradação das proteínas musculares, que liberaram aminoácidos para a produção de uréia hepática para a reciclagem de ureia. O suplemento de PNDR não apenas forneceu proteína muscular adicional para deposição de tecidos, mas também uma porção de PNDR foi utilizada como fonte de N para a reciclagem endógena e promoveu aumento na síntese de proteína microbiana ruminal.

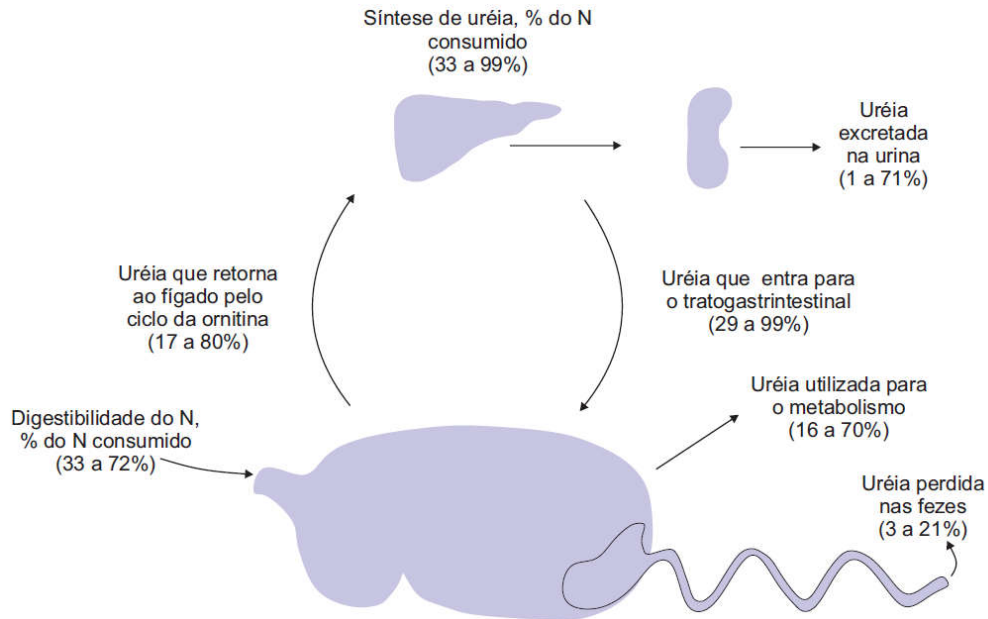


Figura 3 - Destinos da uréia sintetizada no fígado dos ruminantes (Adaptado a Doranalli, 2010).

#### 2.4. Síntese de proteína microbiana

A maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado é oriunda da Pmic sintetizada no rúmen. Conseqüentemente, grande parte das exigências de proteína metabolizável (PM) é atendida por sua fração verdadeira, juntamente com a fração de PNDR digestível e a fração endógena.

A célula microbiana que constitui a Pmic contém 62,5% de PB, 21% de carboidratos, 12% de extrato etéreo e 4,4% de cinzas (Sniffen et al., 1992). A proteína dietética é dividida em PDR e PNDR, sendo que a PDR é composta por nitrogênio não protéico (NNP) e proteína verdadeira. A proteína verdadeira é degradada em peptídeos e aminoácidos, e pode ser deaminada até amônia ou incorporada em proteína microbiana. O NNP é composto por nitrogênio presente no DNA, RNA, amônia, aminoácidos e pequenos peptídeos. A fração protéica que sai do rúmen consiste em nitrogênio amoniacal, proteína não degradável (dietética ou endógena) e proteína microbiana. Quando a PDR dietética está em níveis acima do exigido pelos microorganismos ruminais, a proteína é degradada até nitrogênio amoniacal, absorvida, metabolizada até ureia no fígado e perdida na urina (BACH et al., 2005).

O primeiro passo para a degradação protéica no rúmen envolve a aderência das bactérias nas partículas de alimento, seguida pela atividade das proteases ligadoras

da célula (BROCK et al., 1982). Aproximadamente de 70 a 80% dos microorganismos ruminais se ligam as partículas de alimento não digeridas no rúmen (CRAIG et al., 1987), e de 30 a 50% desses apresentam atividade proteolítica (PRINS et al., 1983).

Sua composição aminoacídica é semelhante à proteína do tecido animal e leite (Tabela 1), dessa forma qualquer programa nutricional deve visar à otimização da produção de Pmic.

Tabela 1 - Perfis de aminoácidos essenciais das bactérias e protozoários ruminais comparados com os tecidos corporais e o leite

Item	Arg	His	Ile	Leu	Lis	Met	Phe	Thr	Trp	Val
% dos aminoácidos essenciais totais										
<i>Microrganismos ruminais</i>										
Bactérias	10,2	4,0	11,5	16,3	15,8	5,2	10,2	11,7	2,7	12,5
Protozoários	9,3	3,6	12,7	15,8	20,6	4,2	10,7	10,5	2,8	9,7
<i>Produtos animais</i>										
Tecidos	16,8	6,3	7,1	17,0	16,3	5,1	8,9	9,9	2,5	10,1
Leite	7,2	5,5	11,4	19,5	16,0	5,5	10,0	8,9	3,0	13,0

Fonte: NRC (2001).

A síntese de Pmic é afetada pela disponibilidade de nutrientes, sincronização de degradação ruminal de proteína e energia, pH ruminal e taxa de passagem. Rações ricas em concentrados suportam maior produção de Pmic, pois há maior quantidade de amido, açúcares e pectina que são altamente degradados no rúmen, permitindo maior disponibilidade de energia. A degradação de carboidratos não fibrosos a Pmic, quando sincronizadas com a degradação de proteína, pode então ser maximizada. Na maioria dos sistemas de alimentação se utiliza direta ou indiretamente estimativas do suprimento de energia para o animal e uma forma tipicamente comum de expressar o montante de energia refere-se ao total de matéria orgânica fermentável ou de carboidratos fermentáveis disponíveis (BACH et al., 2005)

Para que ocorra a sincronização, o crescimento (multiplicação) microbiano requer que a energia e os esqueletos de carbono dos carboidratos bem como o NAR estejam disponíveis simultaneamente, ou seja, ao mesmo tempo (Figura 4). Isso é explicado porque a microbiota retículo-ruminal (bactérias) necessita de energia para converter o NAR em proteína. Havendo sincronização da fermentação de

carboidratos e de proteínas no retículo-rúmen, observa-se concentração de NAR constante no retículo-rúmen, mostrando que ela está sendo consumida pelas bactérias para ser convertida em proteína microbiana.

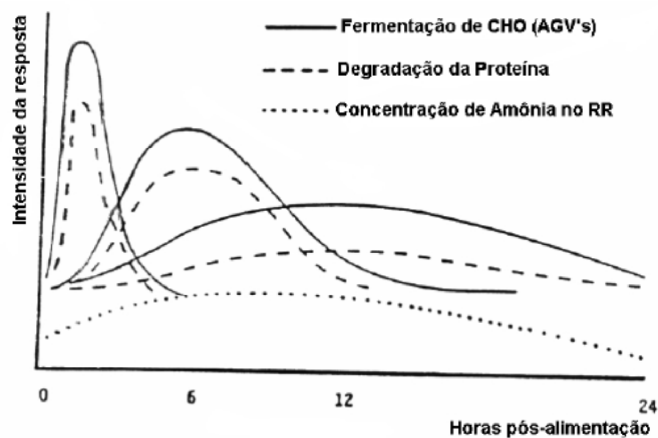


Figura 4 - Sincronização da fermentação no retículo-rúmen (RR) dos diferentes tipos de carboidratos e de proteínas dietéticas, e concentração de NAR. (Adaptado de Van Soest, 1994).

O pH ruminal interfere na eficiência microbiana, principalmente por afetar as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, em pH menor que 6,0. Já a taxa de passagem é afetada pelo consumo de matéria seca (CMS), proporção de forragem e concentrado na dieta, processamento de alimentos dentre outros. A maior taxa de passagem aumenta a eficiência microbiana, pois ocorre renovação da população microbiana que tem uma menor exigência de manutenção e direcionam maior parte dos nutrientes para o seu crescimento.

White et al. (2017) relataram que os valores para síntese de proteína microbiana podem variar de acordo com o método escolhido sendo esses de 99 a 129 g de proteína microbiana para vacas leiteiras por kg de NDT ingerido. Essas variações se devem a diferentes formas de coletas amostrais para essa estimativa e ainda esses autores relatam que essas variações são inexplicadas.

## 2.5. Digestão e absorção intestinal

A fração PNDR, Pmic e a fração endógena são as fontes protéicas que chegam ao intestino delgado (Figura 2). Embora em menor proporção, também chega N amoniacal não absorvível no rúmen.

A digestão pós-ruminal inicia-se no abomaso, sob a ação da pepsina. Esse processo é bem parecido com os monogástricos, entretanto a neutralização da digesta ocorre mais lentamente. As lisozimas presentes na secreção gástrica também desempenham papel importante, por hidrolisar os componentes da massa microbiana e, então, contribuem para a digestão da Pmic. O pâncreas secreta a tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidases e elastase nas suas formas inativas. A tripsina é ativada pela enteroquinase, proteína presente nos enterócitos. Por sua vez, a tripsina ativa as demais enzimas proteolíticas, assim como as formas inativas acima citadas.

A pepsina atua sobre as moléculas de proteínas liberando peptídeos. A tripsina e a quimiotripsina agem sobre as proteínas e peptídeos produzindo poli e dipeptídeos. As carboxipeptidases produzem pequenos peptídeos e aminoácidos livres a partir de polipeptídeos. Por sua vez, as aminopeptidases agem sobre polipeptídeos e liberam aminoácidos livres e pequenos peptídeos, enquanto as dipeptidases transformam dipeptídeos em aminoácidos livres.

Apesar de não haver aproveitamento das proteínas sintetizadas no intestino grosso, há absorção e contribuição dos AGVs ali produzidos. A mucosa intestinal contém sítios para absorção de peptídeos, aminoácidos e nucleotídeos/sídios. A absorção dos aminoácidos e oligopeptídeos no intestino delgado ocorre principalmente por transporte ativo. No entanto, alguns podem ser absorvidos por transporte facilitado e difusão passiva. As principais fontes de NNP presente na digesta que chegam ao intestino delgado são de origem bacteriana e 75 a 90% deles são digeridos e absorvidos.

No intestino grosso a digesta é composta pela fração protéica não degradada no rúmen nem digestível no intestino delgado assim como as secreções intestinais e células descamadas, que constituem a fração endógena que pode chegar a até 20% do N total. Uréia sanguínea também pode entrar para o lúmen do intestino grosso. A amônia produzida pela fermentação que não é utilizada pelos microrganismos é novamente reabsorvida.

A absorção de aminoácidos no intestino grosso caso exista, é praticamente insignificante. Geralmente, a maior parte do N excretado nas fezes é de origem microbiana do intestino grosso, sendo referida como de origem endógena.

## **2.6. Metabolismo dos aminoácidos**

Após serem absorvidos os aminoácidos são utilizados para a síntese de tecido corporal e produção de proteína do leite (Figura 2). O fígado possui alta demanda por aminoácidos, os quais podem ser oxidados para produção de ATP ou utilizados para a síntese de glicose, de proteínas (celulares e sanguíneas) e neurotransmissores, ou formação de intermediários do ciclo da uréia. Os aminoácidos que não são utilizados nestes processos são deaminados, originando amônia e esqueletos carbônicos. Os esqueletos carbônicos podem ser oxidados a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, liberando energia. De maneira geral, os aminoácidos catabolizados, seja para a gliconeogênese ou oxidação para a produção de energia, tem como via principal o ciclo de Krebs.

Alguns aminoácidos podem exercer papéis importantes na regulação do processo de integração do metabolismo de tecidos periféricos e o fígado. A ação de hormônios também coordena o metabolismo de diversos aminoácidos. Quando um animal sofre restrição protéica, a insulina coordena o metabolismo dos aminoácidos, que reduz a degradação protéica muscular e a oxidação de aminoácidos de cadeia ramificada. Por outro lado, com maior consumo de proteína, o IGF-I assume papel primordial, regulando a degradação de aminoácidos e a síntese de proteína.

As vísceras drenadas pela veia porta (circulação sanguínea que sai do rúmen e dos intestinos e vai para o fígado) também utilizam parte dos aminoácidos podendo ser considerados drenos intensos de aminoácidos e também de glicose.

Dados com vacas em lactação sugerem que os aminoácidos que chegam ao fígado podem responder por até 17% de toda a sua glicose produzida. Cerca de 50% do metabolismo de aminoácidos e peptídeos ocorrem no sistema esplâncnico (vísceras drenadas pela veia porta e o fígado), ou seja, essas vísceras utilizam 50% dos aminoácidos e peptídeos metabolizados pelo animal.

## **2.7. Metabolismo de aminoácidos na glândula mamária**

O metabolismo de aminoácidos na glândula mamária é extremamente complexo. Os aminoácidos podem ser convertidos em outros aminoácidos, ou podem ser oxidados para a síntese de energia. A maioria dos aminoácidos absorvidos pela glândula mamária são utilizados na síntese das proteínas do leite.

Cada kg de leite contém cerca de 30 g de proteína; contudo, existe uma grande variação entre animais e também entre raças. Cerca de 90% das proteínas do

leite é caseína. Existem vários tipos de caseínas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\kappa$ -caseína; Figura 5) e elas contribuem para o alto valor nutritivo de muitos produtos derivados do leite. As proteínas do soro também são sintetizadas a partir de aminoácidos na glândula mamária. A enzima  $\alpha$ -Lactolbumina é essencial na síntese de lactose e a  $\beta$ -lactoglobulina é importante na formação do coalho durante a produção do queijo. Algumas proteínas do leite (imunoglobulinas) têm um importante papel na resistência do bezerro à doenças. As imunoglobulinas, que se encontram em alta concentração no colostro, são absorvidas diretamente do sangue e, deste modo, elas não são sintetizadas na glândula mamária (Wattiaux, 1996a).

Amanlou et al. (2017) avaliaram três níveis de proteína na dieta de vacas leiteiras com produção média de 35 kg/dia: 16% de PB com 5% de PNDR, 19% de PB com 7% de PNDR e 21% de PB com 9% de PNDR. Os autores observaram que o aumento dos níveis de proteína na dieta aumentou a produção de leite e o teor de proteína do leite. Esses resultados indicam que ao elevar o teor de PB dietética até 19%, pelo aumento da PNDR houve uma melhora no CMS, no desempenho produtivo e nos indicadores de metabolismo protéico e energético (Tabela 2). No entanto, Mullins et al. (2013) avaliaram a suplementação de lisina para vacas leiteiras com produção de 40 kg/dia recebendo dietas em torno de 18% de PB e não observaram efeito sobre a proteína do leite em kg por dia.

Tabela 2 - Efeitos do nível de proteína bruta e proteína não degradável no rúmen no consumo de nutrientes, produção de leite e composição do leite

Item	Dieta			Principal Efeito	
	16% PB 5% PNDR	19% PB 7% PNDR	21% PB 9% PNDR	SEM	Dieta
Consumo					
Matéria Seca (kg/d)	15,56b	17,03a	16,89a	0,3	<0,01
Proteína Bruta (kg/d)	2,48c	3,18b	3,61a	0,06	<0,01
PDR (kg/d)	1,71b	1,99a	2,09a	0,03	<0,01
PNDR (kg/d)	0,77c	1,19b	1,52a	0,02	<0,01
Produção de Leite					
(kg/d)	32,73b	37,43a	39,22a	1,2	<0,01
Gordura do Leite					
(%)	3,78	3,63	3,48	0,13	0,1
(kg/d)	1,22	1,32	1,36	0,08	0,2
Proteína do Leite					
(%)	3,13b	3,20ab	3,36a	0,06	0,04
(kg/d)	1,02b	1,18a	1,29a	0,04	<0,01

Adaptado de Amanlou et al. (2017).

O NRC (2001) recomenda para PNDR: máximo: 41% PNDR/PB; mínimo: 30% PNDR/PB; início da lactação: 35 a 38% PNDR/PB; meio da lactação: 33 a 35% PNDR/PB. Todos esses dados são expressos na MS total. Dietas com mais de 40% PNDR/PB total da dieta, na MS, podem reduzir o consumo e a digestibilidade de alimentos, em função de um insuficiente suprimento de PDR para otimizar a fermentação retículo-ruminal. Essas recomendações seguem o padrão das vacas Holandesas americanas com média de produção de 10.000 kg na lactação de 305 dias.

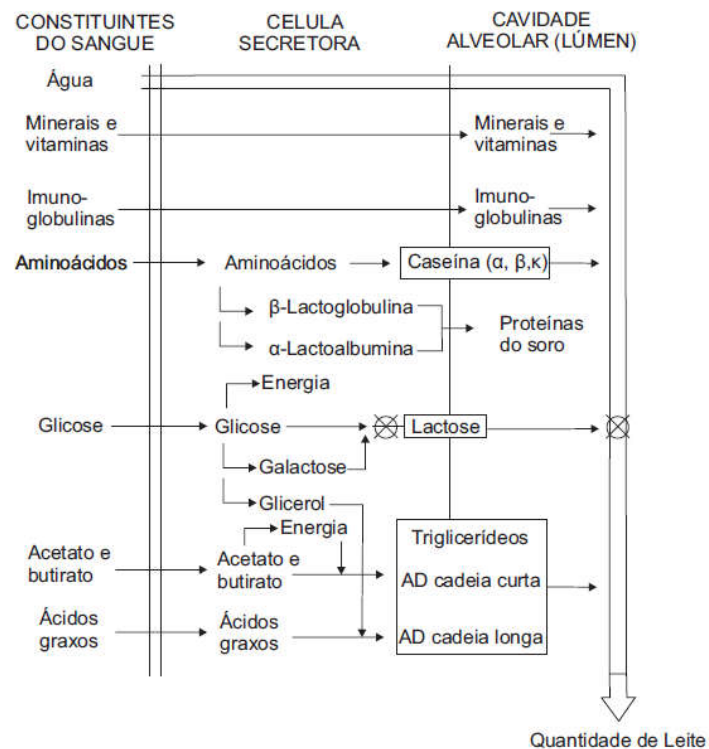


Figura 5 - Secreção dos componentes do leite (Adaptado de Wattiaux, 1996c).

### 3. METABOLISMO DE CARBOIDRATOS

Os carboidratos  $[C(H_2O)]_n$  são conhecidos como hidratos de carbono, glicídios, sacarídeos ou açúcares, sendo consideradas as biomoléculas mais abundantes da natureza, constituídas principalmente por carbono, hidrogênio e oxigênio, podendo apresentar N, fósforo ou enxofre. Sua principal função é o fornecimento de energia, mas também serve de matéria prima para a biossíntese de outras moléculas e atua como proteção e estrutura para a parede celular de bactérias e

vegetais. Uma maneira de classificação simples, mas abrangente desses compostos é a seguinte:

### **1 - Monossacarídeos**

- a) Pentoses: ribose, xilose, arabinose;
- b) Hexose: glicose, galactose, frutose e manose.

### **2 - Dissacarídeos**

- a) Sacarose, lactose, maltose e celobiose.

### **3 - Trissacarídeos**

- a) Rafinose.

### **4 - Polissacarídeos**

- a) Homopolissacarídeos: amido, glicogênio, celulose, dextrinas e inulina;
- b) Heteropolissacarídeos: hemicelulose, pectinas, mucopolissacarídeos.

Os carboidratos constituem a maior fonte energética para os ruminantes, compreendendo 60 a 70% da dieta desses animais (NRC, 2001). Inicialmente, a classificação dos carboidratos presentes na dieta de animais ruminantes era em carboidratos estruturais (CE) e não-estruturais (CNE), sendo referida unicamente à função desempenhada nas plantas e não ao seu papel nutricional (Mertens, 1996).

Conceitualmente os CE estão relacionados à parede celular dos vegetais (composto por celulose, hemicelulose, lignina, pectina, compostos fenólicos e proteínas) fornecendo suporte ao crescimento da planta. Já os CNE são representados por aqueles localizados no conteúdo celular. Contudo, tanto em definição quanto em composição, a parede celular pode ser considerada sinônima de fibra.

O termo fibra pode ser designado como a fração indigestível ou de lenta digestão do alimento capaz de ocupar espaço no trato gastrointestinal. Assim, a parede celular não pode ser considerada como uma medida acurada de fibra, pois contém a pectina que possui digestibilidade alta e constante (Mertens, 1996).

Dessa forma, do ponto de vista nutricional, a classificação mais apropriada seria a divisão em carboidratos fibrosos (CF) e não-fibrosos (CNF), pois está baseada em características nutricionais e não em função exercida nos vegetais ou composição química. Os CF representam a fração que apresenta maior capacidade de enchimento ruminal e que demanda mastigação para a redução do tamanho de suas partículas para a passagem pelo trato, incluindo nesse grupo a celulose, hemicelulose e lignina. Neste caso, a fibra em detergente neutro (FDN) e os CF representam a mesma fração

de carboidratos. Por outro lado, os CNF são representados pela fração que é degradada mais rapidamente, como os açúcares, amido e pectina.

Os alimentos são rotineiramente analisados para os teores de FDN que, de uma forma acurada, quantifica os principais componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina). Por meio da equação descrita por Detmann & Valadares Filho (2010), pode obter o valor de CNF:

$$CNF = MO - (PB - EE - FDN_{cp})$$

Em que: MO, PB e EE = teor de matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo (%), respectivamente; FDN<sub>cp</sub> = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (%).

Na maioria dos alimentos/dietas, o amido representa a maior parte dos CNF, sendo incluído nos parâmetros a serem avaliados em uma formulação. Outros representantes do CNF são açúcares solúveis em água, pectina e glucanos, mas são os açúcares e o amido os componentes com maior impacto na função retículo-ruminal. Uma vez que os teores de FDN e de CNF dos alimentos são conhecidos, as rações podem ser balanceadas usando-se os níveis estabelecidos para cada um deles.

As dietas consumidas por vacas de alta produção possuem altos níveis de amido, uma vez que os cereais contêm de 60 a 80% de amido e representam o principal componente e a fonte primária de energia destas dietas. Os açúcares e amidos têm taxas rápidas de fermentação e fornecerão energia para o crescimento microbiano logo após o consumo. Devido à rapidez de fermentação, a quantidade total fornecida destes deve ser limitada para evitar excessiva acidose ruminal. Os efeitos do processamento dos grãos sobre a utilização de nutrientes pelo ruminante mostram as mudanças nas taxas, extensão e locais de digestão do amido.

As normas para concentração de CNF na dieta total são, segundo recomendações do NRC 2001: máximo de CNF: 42 a 45% na MS; nível ótimo de CNF: 38 a 40% na MS; aceitável CNF: 35 a 38% na MS; mínimo CNF: 30 a 32% na MS; insuficiente CNF: < 30% na MS (depressão na produção de leite e de proteína do leite). Concentrações de moderadas a baixas de CNF (30 a 35%) podem ser utilizadas na composição da dieta total, mas recomenda-se utilização de alimentos ricos em amido e de alta disponibilidade no retículo-rúmen (em outras palavras, prontamente fermentáveis no rúmen): silagem de grão úmido de milho, grãos de cevada, glúten de milho, grãos de trigo, grãos de aveia. O amido dos grãos de sorgo e

de milho tem lenta degradação no retículo-rúmen se comparado a estes alimentos anteriormente citados (Gonçalves et al., 2009).

A FDN das forragens tem taxas de degradação mais lentas e raramente contribui para a acidose. A excessiva proporção de forragens pode limitar a disponibilidade de energia para o crescimento microbiano devido à lenta taxa de fermentação e por limitar o CMS. As taxas de degradação da FDN dos subprodutos se sobrepõem às taxas de ambos, amido e FDN da forragem. Isto significa que, se cuidadosamente escolhidos, os subprodutos podem substituir parte da forragem ou dos grãos da ração sem o prejuízo para o crescimento microbiano ou a produção de leite.

Para os ruminantes, a fibra representa um dos principais aspectos associados à avaliação dos alimentos e/ou dietas. Embora os animais não apresentem nenhuma demanda metabólica e, dessa forma, nenhuma exigência para a demanda de manutenção ou produção animal, suas propriedades físico-químicas estão diretamente relacionadas à sustentação do ambiente ruminal. Sendo assim, sua presença na dieta é ditada por sua capacidade de manter as relações simbióticas entre os ruminantes e os microrganismos ruminais (Detmann, 2010).

Durante muitos anos, o teor de FDN foi considerado sinônimo de qualidade, devido sua correlação negativa com o fornecimento de energia. Neste cenário, são inegáveis os efeitos da FDN sobre os valores nutritivos das forragens tropicais, principalmente quanto a sua capacidade de ocupar espaço no trato gastrointestinal, influenciando diretamente o consumo voluntário, bem como o valor alimentício (Detmann, 2010).

No entanto a FDN, sob uma visão do sistema de produção como um todo, permite maior produção de energia digestível global dentro de um sistema de produção (Detmann et al., 2008). Dessa forma, como a sua utilização no trato gastrointestinal é influenciada por fatores dietéticos, a maior variabilidade relacionada à capacidade do alimento fornecer energia para manutenção ou produção, reside sobre como a FDN interage com os sistemas enzimáticos microbianos presentes no ambiente ruminal, responsáveis por sua degradação e utilização (Detmann, 2010).

Em função de alguns aspectos dietéticos, Allen (1996) recomenda o balanceamento de rações com um mínimo de cerca de 30% de FDN, sendo 75% desta FDN oriunda das forragens. No entanto o NRC 2001 recomenda um nível

mínimo de 25% de FDN. Entretanto, esta recomendação pode ser manipulada, uma vez que as fibras variam em efetividade e sobre o estímulo da ruminação, devido às diferenças no tamanho e à distribuição das partículas, bem como ao tempo de retenção desta fibra no retículo-rúmen.

Recomendações gerais de FDN dietético apontam para um nível ótimo (que maximiza o consumo de energia pelas vacas no início da lactação) entre 25 a 35% da MS. O nível de FDN dentro desse intervalo está na dependência da vaca ou grupo de vacas, dos alimentos disponíveis e do sistema de alimentação adotado.

### **A) Fermentação ruminal dos carboidratos**

De forma simplificada e esquemática a Figura 6 demonstra a degradação dos carboidratos no rúmen. Em geral todos os polissacarídeos são degradados extracelularmente às suas unidades básicas (monossacarídeos), as quais entram na célula bacteriana, onde são metabolizadas até piruvato dando origem aos ácidos graxos voláteis (AGV).

A microbiota ruminal é extremamente complexa sendo composta por bactérias, fungos e protozoários distribuídos no conteúdo ruminal entre as fases líquida e sólida, as quais permitem a formação de no mínimo quatro compartimentos distintos (gasoso, líquido e sólido, sendo este último dividido em pequenas e grandes partículas (Stewart et al., 1988).

De acordo com estes mesmos autores, cerca de 95% da biomassa microbiana pode estar associada ao tamanho de partícula no rúmen, contendo a maior parte dos microrganismos capazes de digerir a parede celular de plantas, incluindo as bactérias celulolíticas. O epitélio ruminal também contém microrganismos aderidos, contudo apenas representam 1% de toda a biomassa cuja principal função desses é a hidrólise da uréia à amônia.

As principais bactérias celulolíticas são: *Fibrobacter succinogenes*, *Butyrivibrio fibrosolves*, *Ruminococcus flavefaciens* e *albus*. A espécie *B. fibrosolves* também é capaz de degradar a hemicelulose juntamente com *Ruminococcus* spp. e *Bacteroides ruminicola*. Já as principais pectinolíticas podem ser citadas a *Lachnospira multiparus*, juntamente com a *B. fibrosolves* e *B. ruminicola*. Apesar de não se saber com exatidão que os fungos são funcionalmente importantes no rúmen, sabe-se que eles são capazes de degradar a celulose e a xilose,

indicando função útil para a digestão da fibra. Por outro lado, muitas espécies bacterianas são capazes de digerir açúcares e amido no rúmen como: *Streptococcus bovis*, *Ruminobacter amilophylus*, *Prevotella ruminicola*, *Butyrivibrio fibrosolves*, *Succinomas amylytica*, *Selenomonas ruminatium*, *Eubacterium ruminantium* e *Clostridium spp.* (Russel & Rychlik, 2001).

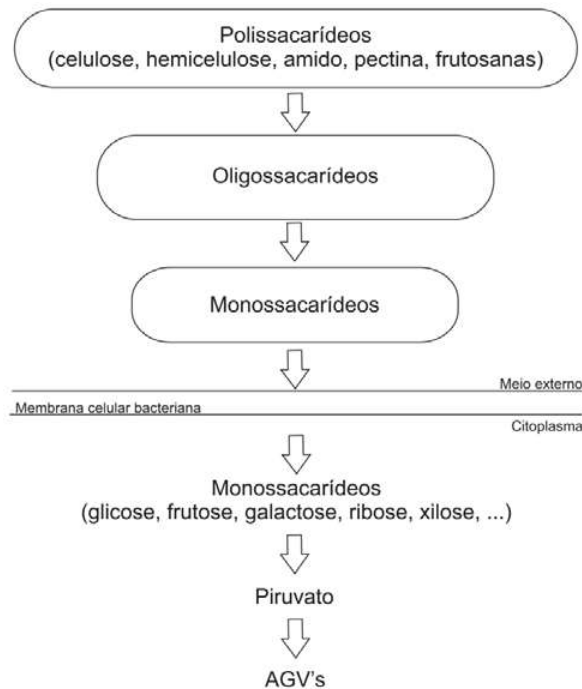


Figura 6 - Esquema geral a degradação ruminal dos carboidratos pelas bactérias. A degradação extracelular e, posteriormente, o metabolismo intracelular de todos os carboidratos origina um produto final comum (piruvato), que é o precursor dos ácidos graxos voláteis AGV's (Adaptado de Kozloski, 2011).

A fermentação dos açúcares é a principal fonte energética para a formação de ATP que é utilizado para a manutenção e crescimento dos microrganismos. A conversão de hexose em dois mols de piruvato resulta em dois ATP's e duas NADH's. No entanto, nesta via são gastos dois moles de ATP's para a fosforilação da hexose e quatro ATP's são formados após a formação dos dois piruvatos a partir das trioses-fosfato, com rendimento líquido de dois ATP's e dois NADH's para cada mol de hexose fermentado (CZERKAWSKI, 1986).

O piruvato produzido é o composto intermediário através do qual passam todos os carboidratos antes de serem convertidos nos AGV's, CO<sub>2</sub> e metano (CH<sub>4</sub>).

A proporção final de cada produto varia em função do carboidrato fermentado e das espécies bacterianas que estiverem no ambiente ruminal durante a fermentação.

O ciclo mais comum para a produção de acetato depende de dois principais mecanismos: o primeiro mediado pelo sistema piruvato-formato e o segundo pelo piruvato ferredoxina. No primeiro caso, mais comum, origina formato e acetil-CoA como intermediários, sendo o formato convertido à CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> por outras bactérias ruminais. A segunda via dá origem a ferredoxina reduzida, CO<sub>2</sub> e Acetil-CoA. A oxidação completa de uma molécula de glicose para acetato resulta na formação líquida de dois acetatos e quatro moléculas de ATP (Figura 7).

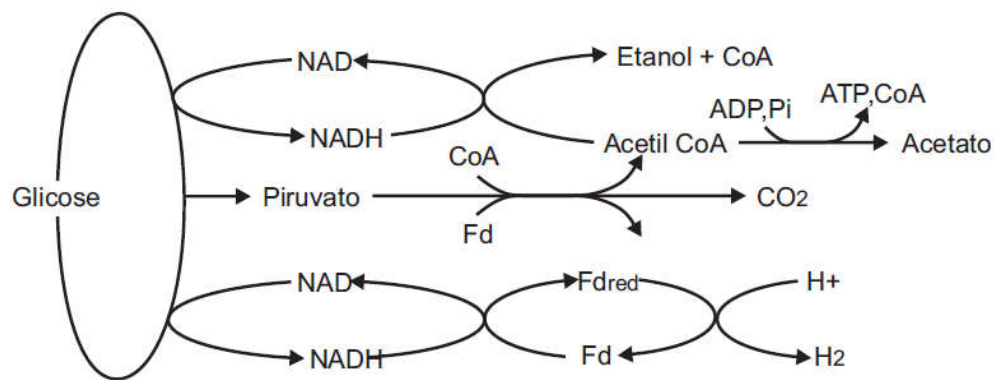


Figura 7 - Vias de produção de acetato.

O propionato é produzido a partir do piruvato principalmente a partir do ciclo do ácido descarboxílico (Figura 8). A quantidade produzida depende das espécies microbianas existentes no rúmen, que são controladas pela quantidade e tipo de carboidrato. Uma segunda via existente pode ser capaz de produzir 1/3 do propionato total, mas não resulta em síntese de ATP. Nesse ciclo o piruvato produzido é convertido a lactato que se transforma a acrilil-CoA que, posteriormente, se reduz até propionil-CoA (Figura 8).

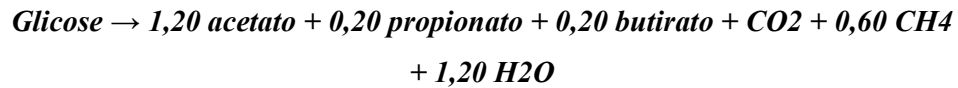
Para a produção do butirato têm sido descritas duas vias. A mais comum é inversa da  $\beta$ -oxidação. A outra via, do malonil-CoA que se combina ao acetoacetil-CoA na formação do acetoacetil-CoA que, posteriormente é reduzido até butirato. Em geral, o butirato é sintetizado principalmente pela  $\beta$ -oxidação inversa e os ácidos graxos superiores são sintetizados via malonil-CoA.



A quantidade de metano (CH<sub>4</sub>) gerado está relacionada com os produtos finais obtidos durante a fermentação dos carboidratos. Por exemplo, uma ração rica em concentrado, pode seguir ao seguinte processo de fermentação:



Por outro lado, caso a ração seja rica em forragens a equação seria:



Quando se comparam estas equações, os resultados mostram haver uma relação inversa entre a produção de propionato e metano. As bactérias metanogênicas são sensíveis às mudanças nas condições da dieta do animal. Por exemplo, aumento na taxa de passagem da digesta e de fermentação, diminuição da ruminação ou do pH, que basicamente ocorrem com dietas com maior proporção de concentrado, são fatores que reduzem a quantidade de H<sub>2</sub> disponível para a formação de metano. Como efeito indireto desse processo, há aumento do nível de energia metabolizável disponível para o animal (Kozloski, 2011).

Dietas ricas em carboidratos não fibrosos, de fermentação rápida, particularmente aquelas que contém quantidades elevadas de grãos de cereais (amido), via de regra levam a quedas significativas no pH ruminal. Isso é muito evidente em vacas que consomem grandes quantidades de concentrado, poucas vezes ao dia, como é o caso de vacas a pasto, que recebem suplementação com alimentos concentrados. Nessa situação, ocorre picos de pH baixo no rúmen, o que permite o desenvolvimento de microrganismos que produzem bastante ácido lático, instalando-se a condição de acidose, prejudicando o desempenho dos animais. O perfil de microrganismos no rúmen também sofre mudança, há um aumento na população de bactérias da espécie *Streptococcus bovis* e das bactérias que produzem ácido lático. Concomitantemente há uma redução no número dos microrganismos consumidores de ácido lático (*Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium*) causando um acúmulo ruminal do mesmo (Strobel e Russel, 1986). A partir do momento que o pH ruminal cai abaixo de 5,2, o crescimento de bactérias *Streptococcus bovis* é inibido, mas bactérias do gênero *Lactobacillus* encontram ambiente favorável para se proliferar, preenchem este nicho e continuam a produzir ácido lático em pH menor que 5,2 (Russel e Hino, 1985).

O etanol encontrado principalmente em forragens ensiladas pode ser convertido a acetato no rúmen. Isto ocorre após a absorção pelo epitélio ruminal e conversão do etanol a ácido acético pela enzima álcool desidrogenase. A cana-de-açúcar é uma cultura que apresenta alto teor de carboidratos não fibrosos (CNF), especialmente na forma de sacarose, o qual favorece o desenvolvimento das leveduras durante a ensilagem. Por esta razão, a produção de silagem desta forrageira apresenta intensa fermentação alcoólica (Lopes & Evangelista, 2010). A presença de grandes quantidades de etanol pode ser capaz de suprimir a conversão de propionato a glicose. Este fato torna-se extremamente importante no que se refere à nutrição de vacas leiteiras, uma vez que essas possuem alta demanda de glicose.

A pectina localiza-se na lamela média da parede celular vegetal e funciona como substância de adesão entre as células, sendo, em parte, responsável pela rigidez dos tecidos vegetais (Salisbury e Ross, 1991). Embora a taxa e a extensão da degradação da pectina seja similar aos CNF, à fermentação da pectina aumenta a produção de acetato (Hatfield e Weimer, 1995). Segundo Van Soest (1994), a inclusão de fontes de pectina na dieta em substituição de parte dos CNF (amidos e açúcares) traz benefícios à nutrição e à produção de ruminantes: a) a degradação ruminal da pectina não contribui para o abaixamento do pH porque não gera ácido láctico; b) a cadeia ruminal de ácido galacturônico da pectina proporciona potencial tamponante no rúmen, por meio da troca de cátions e ligação aos íons metálicos; e c) a fermentação da pectina gera elevada relação acetato/propionato, favorecendo a produção de gordura do leite e de leite corrigido para gordura.

Em rações para animais de alta produção, onde o teor de alimentos concentrados é elevado, o ambiente ruminal pode ser prejudicado com efeitos deletérios na manutenção da motilidade ruminal e estímulo à ruminação, devido à deficiência de fibra na ração. A substituição de parte do amido por polpa cítrica peletizada permite elevar o nível de fibra na ração e ainda manter adequada a disponibilidade de carboidrato degradável no rúmen. Ao avaliarem a composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja, Ítavo et al. (2000) observaram coeficiente de digestibilidade aparente médio dos CNF de 89,21% e sugeriram que o bagaço de laranja é rico em açúcares simples e pectina.

## **B) Digestão Intestinal dos carboidratos não fibrosos**

Os carboidratos solúveis que compõem a dieta na sua quase totalidade são fermentados no rúmen, porém uma pequena parte destes, dependendo do processamento aos quais são submetidos, escapam da fermentação ruminal para serem digeridos no intestino delgado pelas enzimas de origem pancreáticas ( $\alpha$ -amilase) e mucosa intestinal (maltase e isomaltase). A glicose que é absorvida pelo intestino não altera o teor de glicose no plasma, que se mantém em níveis baixos nos ruminantes (45 a 75 mg/dL; Kaneko et al., 1997). Isto indica que há grande exigência metabólica de glicose e esta é usada no metabolismo energético visceral.

O amido é o maior componente fornecedor de energia representando de 60 a 80% dos grãos de cereais, os quais são importantes componentes das dietas utilizadas para as produções intensivas de leite. Por esta razão, a eficiência da digestão do amido por ruminantes é de grande importância econômica. Entretanto, uma predição exata da utilização dos grãos em uma dieta requer a estimativa da quantidade de amido e sua fermentação. O trigo apresenta a maior quantidade de amido (77%) seguido pelo sorgo (72%), cevada e aveia (57 a 58%), segundo Huntington (1997).

Existe uma relação linear entre o consumo e a digestão ruminal aparente de amido (Huntington et al., 2006), dentro das limitações das funções normais do rúmen. Entretanto, outros fatores além do consumo afetam a digestão de amido, como a cinética ruminal, partículas de alimentos e líquido e suas propriedades químicas (pH, osmolaridade), taxa e extensão da passagem de partículas e produtos resultantes da síntese microbiana. O processamento de grãos (umidade, calor e pressão mecânica) rompe a estrutura dos grânulos de amido e tem sido utilizado com sucesso para melhorar a fermentação ruminal dos grãos e sua digestibilidade pós-ruminal.

Em geral, o aumento na quantidade de amido fermentescível proveniente de grãos na dieta é associado com aumento na produção de ácidos orgânicos, aumento na produção de proteína microbiana, redução da digestão dos componentes fibrosos, diminuição nas concentrações de NAR e diminuição na relação acetato:propionato (Martin et al., 1999; Oba & Allen, 2003).

A digestão e absorção de amido no intestino delgado (Figura 9) de ruminantes ocorrem por três processos distintos. O processo iniciasse no lúmen do duodeno por meio da ação da  $\alpha$ -amilase pancreática. Essa enzima inicia a quebra do amido

produzindo maltose e vários produtos com cadeias ramificadas denominadas comumente como dextrinas. A necessidade de uma resposta adaptativa do pâncreas dos ruminantes ao aumento do amido da dieta permanece um enigma biológico e está baseado na hipótese de que a  $\alpha$ -amilase pancreática é a fase limitante da assimilação intestinal do amido (Kreikemeier et al., 1991).

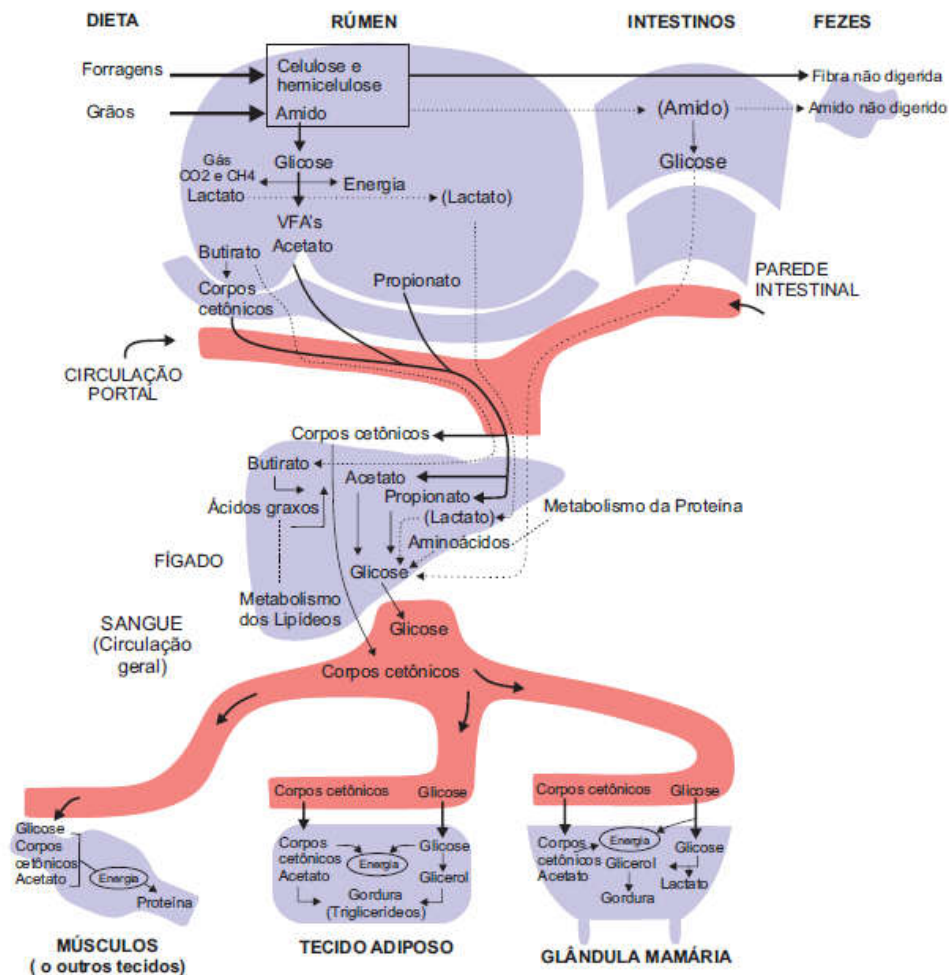


Figura 9 - Metabolismo dos carboidratos em bovinos de leite (Adaptado de Wattiaux & Armentano, 1996),

A segunda fase da digestão e absorção intestinal do amido ocorre na membrana celular da mucosa intestinal por meio da ação das enzimas maltase e isomaltase. O terceiro e último componente da digestão e absorção intestinal do amido é o transporte da glicose para fora do lúmen intestinal e para a circulação do sistema porta. Entretanto, para a glicose atravessar a membrana dos enterócitos

necessita da ação do transportador glicose sódio-dependente (Harmon e Mcleod, 2001).

Nos ruminantes, os carboidratos provenientes da dieta são fermentados em AGV's de cadeia curta no rúmen e menos de 10% das exigências corporais de glicose são provenientes da digestão no trato gastrintestinal. Assim, a principal fonte de glicose para os ruminantes é a gliconeogênese, sendo o propionato o principal substrato (Young, 1977).

Nos animais ruminantes o fígado tem grande capacidade de produzir glicose, mas este órgão não é um utilizador eficiente de glicose exógena. Assim, pequeno suprimento de glicose exógena estimula a rápida produção de insulina, que é o principal hormônio controlador da utilização de glicose pelos tecidos extra-hepáticos em animais ruminantes, apresentando ainda, ação no metabolismo de proteínas e lipídeos (Weeks, 1989).

### **C) Metabolismo de carboidratos na glândula mamária**

O principal carboidrato no leite é a lactose. A concentração de lactose no leite é relativamente constante e, em média, é 5% (4,8 - 5,2%). Ao contrário da concentração de gordura no leite, a concentração de lactose é similar em todas as raças leiteiras e não pode ser alterada facilmente por práticas na dieta alimentar. As moléculas que dão origem à lactose são encontradas em concentrações bem menores no leite: glicose (14mg/100g) e galactose (12mg/100 g) (Wattiaux, 1996c).

A síntese de lactose é controlada por duas unidades de enzimas chamadas lactose sintetase. A sub-unidade  $\alpha$ -Lactoalbumina é encontrada no leite como uma proteína do soro (Wattiaux, 1996b).

Apesar da glicose na dieta ser totalmente fermentada no rúmen em AGV, ela é necessária em grandes quantidades para o úbere lactante. O fígado transforma ácido propiônico novamente em glicose que é transportada pelo sangue para o úbere, onde é usada pelas células secretórias. A glicose pode ser usada como uma fonte de energia para as células, como o bloco construtor de galactose e subsequentemente lactose, ou como fonte de glicerol necessária para síntese de gordura.

A quantidade de leite produzido é controlada principalmente pela quantidade de lactose sintetizada pelo úbere. A secreção de lactose na cavidade alveolar aumenta a concentração de substâncias dissolvidas (pressão osmótica) relativa ao outro lado

das células secretórias onde o sangue flue. Assim, a concentração de substâncias dissolvidas em cada lado das células secretórias é balanceada pela liberação de água do sangue e pela mistura com outros componentes do leite encontrados na cavidade alveolar. Para o leite normal, um balanço é atingido quando há 4.5 a 5% de lactose no leite. Portanto, a produção de lactose atua como uma válvula que regula a quantidade de água liberada no alvéolo e, portanto, o volume de leite produzido (Figura 5) (Wattiaux, 1996c).

#### **4. METABOLISMO DE LIPÍDEOS**

Os lipídeos biológicos são um grupo de compostos quimicamente diversos, cuja característica em comum que os define é a insolubilidade em água. As funções biológicas dos lipídeos são tão diversas quanto a sua química. Gorduras e óleos são as principais formas de armazenamento de energia em muitos organismos. Fosfolipídios e esteróis são os principais elementos biológicos das membranas biológicas. Outros lipídeos, embora presentes em quantidades relativamente pequenas desempenham papéis cruciais como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos fotossensíveis, agentes emulsificantes no trato gastrointestinal, etc (Nelson & Cox, 2011).

O termo gordura é utilizado na nutrição animal para denominar compostos ricos em ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) incluindo os triglicerídeos, fosfolipídeos, ácidos graxos não esterificados (AGNE's) e sais de cálcio de AGCL (NRC, 2001). São utilizados em rações animais para aumentar a densidade energética, capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecer ácidos graxos essenciais importantes para as membranas de tecidos e atuam como precursores da regulação do metabolismo, além de permitir maior eficiência na deposição de gordura.

Na análise química, as gorduras são compostos orgânicos extraídos por éter. O éter remove de uma amostra os componentes lipossolúveis, tais como mono, di e triglicerídeos, ácidos graxos livres, vitaminas lipossolúveis, esteróis, saponinas, ceras e alguns pigmentos lipossolúveis. Entretanto a extração com éter é imprecisa e extrai grande quantidade de material, dependendo das condições do alimento e das condições analíticas específicas. Além disso, o material extraído com éter é heterogêneo em termos químicos e fisiológicos, sendo a fração denominada extrato

etéreo. Este fato pode ser confirmado ao analisar a Tabela 3, a qual demonstra que apenas metade dos valores de extrato etéreo pode ser representada por ácidos graxos em forragens.

Tabela 3 - Teor e composição do extrato etéreo em folhas de forragens

<b>Componente</b>	<b>% na MS</b>	<b>% do extrato etéreo</b>
Extrato etéreo	5,30	100
Ácidos graxos	2,30	43
Outros compostos		
Galactose	0,41	8
Glicerol	0,46	9
Cera	0,90	17
Clorofila	0,23	4
Outros insaponificáveis	1,00	19

Adaptado de Palmquist & Jenkins (1980).

A gordura verdadeira, denominada como triglicerídeo, é um composto químico formado por um glicerol (composto de três carbonos) com um ácido graxo ligado a cada um dos carbonos. Os ácidos graxos podem ter estrutura variável, e isso diferencia as gorduras entre si. Os ácidos graxos variam no comprimento da cadeia, usualmente contendo de 16 a 22 carbonos. Os principais ácidos graxos da dieta estão apresentados na Tabela 4.

Existem várias formas de gordura que podem ser fornecidas às vacas leiteiras, tais como as sementes de oleaginosas, mistura de gordura animal e vegetal, gordura seca em grânulos e gordura “protegida” (NRC, 2001). No Brasil é proibida a produção, comercialização e utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal, segundo a Instrução Normativa N° 8, de 25 de março de 2004.

As gorduras vegetais têm, em sua maioria, grandes quantidades de ácidos graxos insaturados. A soja, algodão e girassol têm altos teores de ácido linoléico. As forragens e semente de linhaça têm altos teores de ácido linolênico. Os ácidos graxos saturados são mais comuns nas gorduras animais, como o sebo.

Tabela 4 - Nome comum, fórmula estrutural, abreviação e ponto de fusão dos principais ácidos graxos encontrados nas dietas de bovinos

Nome comum	Estrutura	Abreviação	Ponto de Fusão (°C)
Ác. palmítico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> CO <sub>2</sub> H	C 16:0	62,7
Ác. esteárico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> CO <sub>2</sub> H	C 18:0	69,9
Ác. oleico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CO <sub>2</sub> H	C 18:1	13,4
Ác. linoléico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CH (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CO <sub>2</sub> H	C 18:2	-5,0
Ác. linolênico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CO <sub>2</sub> H	C 18:3	-10,0
Ác. mirístico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> CO <sub>2</sub> H	C 14:0	54,1
Ác. palmitoléico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CO <sub>2</sub> H	C 16:1	0,5

As normas para a concentração de gordura nas formulações de dietas totais são: mínimo de 3% na MS; máximo com suplementação de 7 a 8% na MS (Wattiaux & Grummer, 1996).

#### A) Metabolismo ruminal de lipídeos

O metabolismo de lipídeos no rúmen (Figura 10) é limitado pela taxa de liberação da matriz do alimento. Em grãos de cereais, a maioria dos lipídeos encontra-se no germe e, portanto, há necessidade da degradação da parede celular para que a hidrólise se inicie. Processo semelhante ocorre com os glicerídeos de sementes de oleaginosas.

No rúmen, as gorduras podem passar por duas transformações pelos microrganismos ruminais: lipólise e biohidrogenação. A lipólise é um processo que libera ácidos graxos livres no rúmen a partir de lipídeos esterificados das plantas e, depois passam por um processo de biohidrogenação (Jenkins, 1993). A taxa de

lipólise varia de acordo com a quantidade e a composição dos ácidos graxos da gordura fornecida na dieta (NRC, 2001).

A maioria dos lipídeos são hidrolisados no rúmen. As ligações entre o glicerol e os ácidos graxos são quebradas gerando uma molécula de glicerol e três de ácidos graxos. O glicerol é rapidamente fermentado em AGV's. Alguns ácidos graxos são utilizados pelas bactérias para a síntese de fosfolípídeos constituintes das membranas celulares.

Outra ação importante dos microrganismos ruminais é a hidrogenação de ácidos graxos insaturados. Como os triglicérides não são fermentados no rúmen, esses não podem ser utilizados como fonte de energia para os microrganismos ruminais. Além disso, os triglicérides insaturados podem causar efeito sobre os microrganismos ruminais. Como forma de proteção, os microrganismos desenvolveram um mecanismo de defesa conhecido como biohidrogenação. Esse processo consiste em desfazer as duplas ligações dos ácidos graxos e acrescentar um átomo de hidrogênio, formando uma ligação simples com o carbono conforme demonstrado na Figura 11.

No processo de hidrogenação, o ácido graxo se torna saturado, pois a dupla ligação é substituída por dois átomos de hidrogênio. Por exemplo, a hidrogenação converte o ácido linoleico em ácido esteárico (Figura 11).

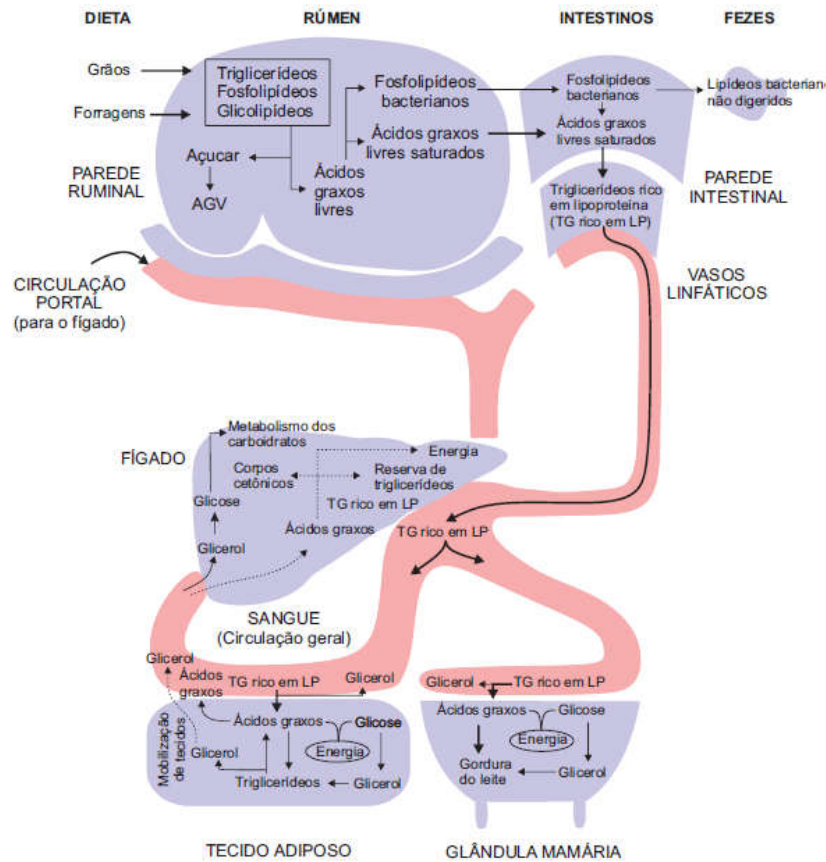


Figura 10 - Metabolismo de lipídeos em bovinos (Adaptado de Wattiaux & Grummer, 1996).

A maior parte da biohidrogenação, acima de 80%, ocorre em associação com pequenas partículas alimentares e isso tem sido atribuído às enzimas extracelulares bacterianas associadas aos alimentos ou livres em suspensão no líquido ruminal (Harfoot & Hazlewood, 1997).

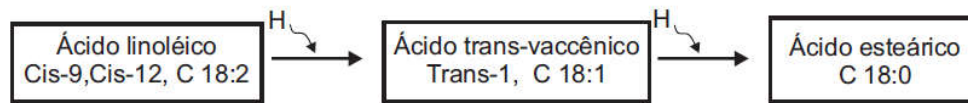


Figura 11 - Esquema de biohidrogenação ruminal pela *Butyrivibrio fibrisolvens*.

O ácido linoléico e linolênico são os maiores substratos e a taxa de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos é mais alta quanto maior o grau de insaturação. Para a maioria das dietas a taxa de biohidrogenação do ácido linoléico e linolênico é de 70-95% e 85-100%, respectivamente (Doreau & Ferlay, 1994; Beam et al., 2000). Quando dietas ricas em concentrado são fornecidas, a taxa de hidrogenação é reduzida, o que pode ser atribuído à inibição da lipólise provocado pelo baixo pH ruminal (Van Nevel & Demeyer, 1995; Van Nevel & Demeyer, 1996).

A biohidrogenação também pode ser afetada quando uma quantidade excessiva de lipídios não protegidos está presente na dieta. Os ácidos graxos que estão livres no rúmen tendem a se aderir aos alimentos e impedem o processo normal de fermentação, principalmente nos carboidratos fibrosos. Teores de extrato etéreo superiores a 8% da dieta pode ter um efeito negativo na produção de leite e na porcentagem de gordura no leite. Os ácidos graxos insaturados afetam a fermentação ruminal de uma maneira mais intensa que os ácidos graxos saturados. Contudo, os lipídeos podem ser “protegidos” para que a sua taxa de hidrólise seja menor, tornando os mais “inertes” dentro do rúmen.

Como anteriormente mencionado as cascas de sementes tendem a proteger os lipídeos da degradação ruminal, fazendo com eles se tornem menos acessíveis à hidrólise ruminal se comparado com óleos que estão livres no rúmen. Além disso, o tratamento industrial para a formação de sabões de gordura (sais de cálcio) torna os lipídeos insolúveis e, portanto, inertes no rúmen.

## **B) Digestão intestinal de lipídeos**

Os lipídios que chegam ao intestino delgado são quase que totalmente idênticos àqueles que saem do rúmen. Portanto, não existe absorção ou modificação significativa dos ácidos graxos de cadeia média e longa no omaso ou abomaso (Noble, 1981). Como consequência do metabolismo ruminal, os lipídios que entram no intestino delgado consistem de ácidos graxos altamente saturados, principalmente ácidos esteáricos e palmíticos.

A quantidade total de lipídios que chegam ao abomaso ou duodeno é geralmente maior do que a quantidade ingerida. Em dietas com maior proporção de forragem essa diferença torna-se mais significativa, devido a produção de proteína microbiana que, conseqüentemente, também permite o fluxo de extrato etéreo oriundo das membranas plasmáticas celulares.

Os suplementos de lipídios usados na dieta podem resultar em maior, igual ou menor fluxo pós ruminal em relação aos ácidos graxos ingeridos, devido à variação de efeitos que podem ter sobre a síntese microbiana de lipídios.

Aproximadamente de 80-90% dos lipídios que chegam ao intestino delgado são ácidos graxos livres aderidos às partículas alimentares (Davis, 1990; Doreau & Chilliard, 1997). O restante dos lipídios são fosfolipídios microbianos e pequenas

quantidades de triglicerídeos e glicolípídios residual dos alimentos, e esses ácidos graxos esterificados são hidrolisados por lipases intestinais e pancreáticas (Doreau & Ferlay, 1994).

Quando vacas leiteiras recebem gorduras protegidas ou inertes no rúmen na forma encapsuladas, há aumentos no fluxo de triglicerídeos. Sais de cálcio de ácidos graxos são as fontes predominantes de lipídios protegidos fornecidos a ruminantes e esses se dissociam em algum nível no rúmen, mas a dissociação é muito maior no abomaso, onde o pH é muito mais baixo. Portanto, os suplementos de lipídios protegidos como sais de cálcio compõem o pool de ácidos graxos livres que chegam ao intestino delgado.

A absorção de gordura no intestino delgado ocorre no jejuno e a formação de micelas é a chave para a absorção eficiente de ácidos graxos em todas as espécies (Davis, 1990). Em não ruminantes, é necessário monoacilgliceróis para a formação das micelas (Doreau & Chilliard, 1997). No entanto, devido à quase completa hidrólise de ácidos graxos da dieta no rúmen, esses estão ausentes na digesta presente no intestino delgado de ruminantes. Isso é compensado pela bile e suco pancreático (Demeyer & Doreau, 1999) (Figura 12).

A bile fornece sais biliares e lecitina e o suco pancreático fornece enzimas para converter lecitina a lisolecitina e bicarbonato, a fim de aumentar o pH (Davis, 1990). As lisolecitinas e os sais biliares liberam os ácidos graxos das partículas alimentares e bactérias, e isso permite a formações das micelas. Uma vez que as micelas são formadas, são levadas pelas células epiteliais do jejuno onde os ácidos graxos são reesterificados em triglicerídeos e então armazenados em quilomícrons (Demeyer & Doreau, 1999).

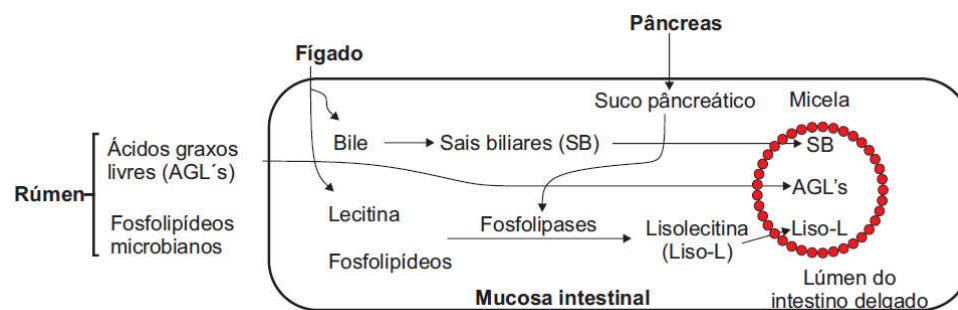


Figura 12 - Digestão da gordura no intestino delgado de ruminantes. (Adaptado de Davis, 1990).

### C) Depressão da síntese de gordura do leite (DGL) e a síntese de CLA t-10 c-12

O CLA trans-10, cis-12 é um potente inibidor da síntese de gordura do leite em vacas leiteiras, sendo responsável por uma síndrome chamada de Depressão da Gordura do Leite (DGL). Duas condições são necessárias para desenvolver DGL: o suprimento dietético de ácidos graxos poli-insaturados e uma mudança na atividade microbiana no rúmen, provocada por altos teores de concentrado na dieta. Nesta situação, ocorre um desvio na rota normal de biohidrogenação com produção de CLA trans-10 cis-12 (Ma et al., 2015).

Em dietas com baixo teor de fibra, típicas de vacas leiteiras de alta produção, há o desvio na sequência de biohidrogenação devido ao favorecimento de bactérias como *Megasphaera elsdenii*. Essas utilizam o lactato como substrato e, como possuem a isomerase trans-10, produzem o CLA trans-10, cis-12 como o primeiro produto da biohidrogenação. Na sequência de biohidrogenação, a redução das ligações cis deste CLA produz o C18:1 trans-10. Isto explica porque o C18:1 trans-10 sempre é encontrado em maiores proporções na gordura do leite de vacas com DGL, embora ele não apresente o efeito inibidor da síntese de gordura do leite (Bauman et al., 2003).

A redução do conteúdo da gordura do leite foi assumida como sendo principalmente decorrente da redução de ácidos graxos sintetizados de novo pela glândula mamária. Entretanto, dados posteriores demonstraram que há também uma redução na secreção de gordura à partir de ácidos graxos pré-formados (Urrutia & Harvatine, 2017). Uma redução coordenada da abundância de RNAm de vários genes de enzimas ligadas a síntese de novo de ácidos graxos (acetil CoA carboxilase, ácido graxo sintase), ao consumo e transporte de ácidos graxos circulantes (lipoproteína lipase, proteína ligadora de ácidos graxos), a dessaturação de ácidos graxos (delta 9-dessaturase), a síntese de triglicerídeo (acil graxo CoA ligase, glicerol fosfato acil transferase e acil glicerol fosfato acil transferase) foi observada em vacas recebendo dietas que causam DGL. A resposta bioquímica descrita acima suporta a hipótese de que a redução na produção de gordura envolve uma coordenada regulação de enzimas lipogênicas na glândula mamária, através de um controle central no metabolismo de lipídeos desenvolvido por proteínas chamadas SREBP (sterol response element-binding protein) (Urrutia & Harvatine, 2017).

#### **D) Utilização dos lipídeos pela glândula mamária**

A glândula mamária produz cerca de 50% da gordura do leite. Estes ácidos graxos são fabricados a partir das lipoproteínas formadas durante a absorção intestinal dos lipídeos. Um aumento na porcentagem de ácidos graxos de cadeia longa (ex: ácidos graxos com mais de 16 carbonos) pode influenciar sua secreção no leite, mas isto também pode inibir a síntese de ácidos graxos de cadeia curta ou média no úbere. Portanto, a diminuição da porcentagem de gordura no leite quando as vacas são alimentadas com dietas com pouca fibra pode ser parcialmente compensada com o aumento de gordura na dieta (Wattiaux & Grummer, 1996).

Nos ruminantes, a proporção de ácidos graxos de cadeia curta e insaturados é bem maior que nos monogástricos. Os precursores dos ácidos graxos sintetizados no tecido mamário incluem acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato. A glândula mamária de ruminantes sintetiza quantidades muito pequenas de ácidos graxos a partir de glicose, pois apresenta atividade muito baixa da enzima citrato liase. Isto faz com que o citrato proveniente do metabolismo da glicose na glândula mamária seja transformado muito lentamente em acetil-CoA, o qual é utilizado na síntese de ácidos graxos. Alguns ácidos graxos provenientes da dieta ou do metabolismo ruminal e intestinal são incorporados à glândula mamária a partir do sangue. Uma grande proporção e triglicerídios transportados pelas lipoproteínas do sangue entram na glândula mamária.

Aproximadamente 25% dos ácidos graxos do leite são derivados da dieta e 50% do plasma sanguíneo sendo que lipídios mobilizados das reservas corporais na lactação podem ser utilizados para a síntese de gordura no leite. O resto é elaborado na glândula mamária a partir de precursores, principalmente de acetato. A glândula mamária possui a enzima glicerol-quinase, podendo então produzir glicerol-3-fosfato a partir de glicerol livre, para a síntese de triglicerídios. Contudo, cerca de 70% do glicerol necessário para a síntese de triglicerídios na glândula mamária provém da glicose sanguínea.

Os ácidos graxos de cadeia média (8-12 C) são característicos do leite não sendo possível encontrá-los em outros tecidos. Os ácidos graxos de 18 átomos de carbono e alguns dos de 16 átomos de carbono derivam quase em sua totalidade do sangue, a partir dos triglicerídeos presentes nos quilomícrons e nas lipoproteínas de

baixa densidade. Aparecem apenas quantidades muito baixas de ácidos graxos livres no leite e estes são absorvidos através do sangue.

O acetil-CoA utilizado pela glândula mamária para a síntese da gordura do leite se forma fundamentalmente a partir do acetato proveniente do sangue, que por sua vez, deriva em grande parte do acetato absorvido no rúmen. Estima-se que 30% dos carbonos da gordura do leite sejam provenientes do acetato (Noro, 2001).

## 5. METABOLISMO DE MINERAIS

Uma das mais importantes limitações nutricionais do gado leiteiro nas regiões tropicais é a deficiência de minerais, uma vez que as forrageiras, geralmente, não atendem as exigências dos animais. O conteúdo de mineral da forragem depende de vários fatores, como solo, clima e espécie forrageira e sua maturidade.

Embora compondo apenas cerca de 5% do corpo de um animal, os nutrientes minerais contribuem com grande parte do esqueleto (80% a 85%) e compõem a estrutura dos músculos, sendo indispensáveis ao bom funcionamento do organismo (McDowell, 1992), uma vez que estes têm um papel destacado no metabolismo geral do animal, pois são essenciais, tanto na utilização de proteína e energia, como para síntese de compostos essenciais ao organismo. As funções dos minerais (Tabela 5) para o bovino são variadas e muito complexas, participando, até mesmo, de funções vitais do organismo, como: regulação da pressão osmótica, equilíbrio ácido básico, pH, permeabilidade de membranas e transmissão de estímulos nervosos.

Tabela 5 - Macro e microelementos essenciais para bovinos e suas funções

<b>Minerais</b>	<b>Funções principais</b>
<b>MACROELEMENTOS</b>	
Cálcio (Ca)	Formação de ossos e dentes; excitação muscular, sobretudo cardíaca; coagulação sanguínea; integridade da membrana; transmissão nervosa; produção de leite.
Cloro (Cl)	Manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido- básico; transmissão de impulsos nervosos; transporte ativo dos aminoácidos e da glicose em nível celular; principal ânion do suco gástrico como parte do ácido clorídrico, ativação da amilase

	intestinal.
Magnésio (Mg)	Atividade neuromuscular e nervosa; transferência de energia; participação no crescimento ósseo; participação no metabolismo dos carboidratos; participação no metabolismo dos lipídeos.
Fósforo (P)	Formação óssea e dentária; constituição da molécula de DNA e RNA, formação de fosfolipídios; formação da coluna; participando, assim, na transmissão dos impulsos nervosos; atividade enzimática, sobretudo como coenzima de vários complexos da vitamina B; fosforilação para a formação de ATP.
Potássio (K)	Balanço osmótico e hídrico corporal; participação no metabolismo protéico e dos carboidratos; integridade da atividade muscular e nervosa.
Sódio (Na)	Mantença do balanço ácido-base, contração muscular, emissão de impulsos nervosos e transporte de outros nutrientes, a exemplo da glicose.
Enxofre (S)	Metabolismo e síntese protéica; metabolismo das gorduras e dos carboidratos; síntese de vitaminas do complexo B.

Continua...

Tabela 5 - Continuação

<b>Minerais</b>	<b>Funções principais</b>
<b>MICROELEMENTOS</b>	
Cobalto (Co)	Função anti-anêmica, por ser componente da vitamina B12 e do ácido fólico; metabolismo da glicose; síntese da metionina.
Cobre (Cu)	Ativador enzimático envolvendo o transporte e a transferência de oxigênio, metabolismo dos aminoácidos e do tecido conectivo.
Iodo (I)	Componente dos hormônios tireoidianos.
Ferro (Fe)	Transporte de oxigênio e respiração celular.
Manganês (Mn)	Integridade da matriz orgânica óssea; ativador enzimático, sobretudo no metabolismo dos aminoácidos e dos ácidos graxos.
Selênio (Se)	Junto com a vitamina E, promove a proteção dos tecidos contra danos oxidativos; componente da enzima glutathione peroxidase; metabolismo dos aminoácidos sulfurados.

Zinco (Zn)      Ativador enzimático, principalmente nos processos de formação óssea, do metabolismo dos ácidos nucléicos, do processo da visão, do sistema imunológico e do sistema reprodutivo.

---

Fonte: McDowell (1999) e NRC 2001.

Para melhor compreensão de todas as funções dos minerais no organismo animal, pode-se resumi-las em praticamente duas:

- a) Função estrutural, isto é, o mineral participando da estrutura de tecidos ou de moléculas de compostos orgânicos. Um exemplo desta função é a participação do cálcio, fósforo e magnésio na estrutura dos ossos.
- b) Função metabólica, isto é, os minerais participando, através de complexos enzimáticos no metabolismo dos outros nutrientes da dieta.

Os minerais são divididos em macroelementos, aqueles encontrados em maior quantidade, e em microelementos, aqueles que se encontram em pequenas quantidades no corpo animal. Na Tabela 4, encontram-se os minerais considerados essenciais para os bovinos, com suas respectivas funções metabólicas.

## 6. METABOLISMO DE VITAMINAS

As vitaminas atuam em diferentes vias do metabolismo animal, sendo essenciais na dieta de bovinos leiteiros. Caracterizam-se pelas suas solubilidades e suas funções. Em ruminantes, pela simbiose com a microflora ruminal, os sistemas de exigências nutricionais consideram necessários somente à presença de vitaminas A, D e E na dieta.

As vitaminas são compostos orgânicos necessários em pequenas quantidades no organismo, atuando como catalisadores e reguladores metabólicos. A estrutura química das vitaminas é extremamente variável e, dentre suas funções, podem ser citadas: participação na regulação do metabolismo, auxílio na conversão de gorduras, carboidratos e energia, participação na formação dos ossos e da visão, atuação no funcionamento na resposta imune celular, regulação gênica, participação na formação de tecidos corporais (NRC, 2001).

As vitaminas estão presentes nos alimentos em pequenas quantidades, sendo essenciais na nutrição de vacas leiteiras, pois participam de diferentes processos na manutenção da saúde, crescimento e reprodução. Como qualquer nutriente, elas devem estar presentes na dieta em quantidade correta, prevenindo hipovitaminose,

causada pela carência dessas substâncias, ou hipervitaminoses, oriundas de um excesso das mesmas.

Dietas formuladas com vitaminas devem ser utilizadas, segundo a necessidade animal, que varia conforme a espécie e categoria. Deve-se levar em consideração que os volumosos nem sempre atendem às necessidades nutricionais, especialmente os estocados (silagem e feno), que perdem a concentração nutritiva com o tempo. Os ruminantes são diferentes dos demais animais por possuírem a capacidade de sintetizar muitas vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis pelo rúmen.

## **A) Vitaminas lipossolúveis**

### **I) Vitamina A**

É um nutriente fundamental para a integridade da mucosa dos animais e de seu aparelho reprodutivo, participa da transformação dos hormônios reprodutivos e desempenha papel importante no desenvolvimento do sistema nervoso e imunológico. Sua carência desenvolve problemas em vários sistemas; na pele, os pêlos ficam ásperos; nos olhos, pode ocorrer cegueira noturna e degeneração da retina; no sistema nervoso há descoordenação de movimentos, convulsões e degeneração nervosa; no aparelho respiratório aumentam a sensibilidade às infecções das vias respiratórias; no aparelho digestivo cresce sensibilidade às infecções das mucosas; no sistema reprodutivo há atrofia dos ovários com baixa na taxa de ovulação e de fecundação, além de problemas de ciclo estral e retenção de placenta. A intoxicação pela vitamina A não representa um problema em condições práticas, pois ela não ocorre em plantas e sim os seus precursores.

### **II) Vitamina E**

Encontrada em sementes oleaginosas, relacionada a diversas funções no organismo, a vitamina E tem importante papel antioxidante, retardando o envelhecimento e prevenindo uma degeneração precoce. A sua suplementação associada ao Selênio tem apresentado bons índices de redução de mastite e infecções da glândula intramamária. Possui ação específica na absorção da vitamina A e na sua estocagem no fígado, por isso a deficiência de ambas é concomitante e pode gerar uma série de problemas, principalmente em animais jovens, onde a doença do músculo branco (calcificação anormal dos músculos) é um sinal clássico, além da

distrofia muscular nutricional, que ataca os músculos esqueléticos e cardíacos. A deficiência pode ser oriunda de um consumo inadequado e da baixa disponibilidade da vitamina nos alimentos, devido a condições inadequadas no processamento dos mesmos. A vitamina E não apresenta toxidez devido a sua baixa absorção.

### **III) Vitamina D**

Age no metabolismo do cálcio e do fósforo, proporcionando uma melhor absorção desses minerais pela mucosa intestinal, tendo importante influência na mineralização óssea e mobilização destes minerais dos ossos. Sua deficiência no organismo compromete o sistema ósseo, deformando-o, e aumenta o risco de ocorrência da febre do leite. A deficiência pode ter ocorrido devido a um consumo inadequado ou pouca exposição à luz solar, necessária para a conversão dos precursores da vitamina D. O consumo de teores elevados de vitamina D, por longos períodos, pode causar redução no consumo de alimentos, e assim na taxa de crescimento e produção.

### **IV) Vitamina K**

A principal função desempenhada pela vitamina K é na síntese de proteínas no rúmen e no papel anti-hemorrágico. Sua deficiência é de difícil ocorrência, pois é sintetizada dentro do trato digestivo pelas bactérias do ruminais, porém quando acontece, desencadeia um aumento no tempo da coagulação sanguínea.

### **B) Vitaminas do complexo B**

São sintetizadas pela flora ruminal, por este fato a deficiência ocorre geralmente em terneiros por não apresentarem o rúmen desenvolvido. Também pode ocorrer que altas doses de antibióticos levem a deficiência, pois debilita os microrganismos ruminais, comprometendo a composição adequada da microflora ruminal. Suas funções estão ligadas ao sistema nervoso, desempenhada pela Tiamina-B1 e Colina. A Niacina-B3 atua na formação das células do sangue. A Riboflavina-B2 age na desintoxicação do fígado, em casos de excesso no consumo de uréia. O Ácido Pantotênico-B5 atua na formação do sistema imunológico do organismo animal, e na formação da vitamina A, a partir dos carotenos. A

Piridoxina-B6, atua na formação de proteínas a partir de aminoácidos. A Biotina-B7 e o Ácido fólico-B9 atuam no crescimento e fortalecimento celular.

### **C) Vitamina C**

Também conhecida como ácido ascórbico, a vitamina C atua como antioxidante, prevenindo o envelhecimento e a degeneração das células do organismo e auxiliando na absorção de gorduras. A deficiência desta vitamina é pouco relatada em ruminantes.

## **7. ENERGIA**

A energia é um componente caro e decisivo nas rações dos bovinos de leite, entretanto encontra-se dificuldade em definir o termo "energia". Apesar da energia não possuir uma forma química definida, como os aminoácidos, carboidratos, minerais, não pode ser considerada um nutriente, mas sim uma propriedade dos nutrientes.

De uma maneira geral, mais abrangente, todos os componentes orgânicos do alimento sujeitos à digestão e absorção, contribui de uma maneira direta ou indireta para a energia útil deste alimento, embora tenham diferentes destinos no organismo animal. Então, a energia é um resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo. Com isto, a energia é liberada como calor ou é armazenada para posterior uso pelos processos metabólicos nos animais. Desta maneira, mesmo não sendo um nutriente os animais possuem exigências energéticas capazes de manter suas funções vitais e produtivas.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) têm sido o sistema energético predominante nas últimas décadas na nutrição de ruminantes. Há duas razões para a sua permanência: as concentrações de NDT dos alimentos podem ser medidas e há grande número de dados energéticos dos alimentos neste sistema. No entanto, o sistema tem problemas: as perdas energéticas em gases e urina, no incremento calórico e no trabalho necessário para movimentar a digesta através do trato digestivo não são consideradas pelo sistema, e estas perdas são muito variáveis entre os alimentos. Logo, o NDT é superestimado em alimentos de baixa digestibilidade e subestimado naqueles de maior digestibilidade.

Sua estimativa pode ser obtida a partir de cada fração digestível pelo animal:

$$\%NDT = \%PB_{ad} + \%CNF_{ad} + \%FDN_d + 2,25 \times \%EE_{ad}$$

Sendo: PBad, CNFad e EEad = frações aparentemente digestível da PB, CNF e EE, respectivamente; FDNd = fração digestível da FDN; e 2,25 = constante de Atwater para equalizar o valor energético entre lipídeos e carboidratos.

A partir do NDT de um alimento ou de uma dieta pode-se estimar a energia digestível (ED) e metabolizável (EM):

$$ED (Mcal / kg) = NDT \times 4,409$$

$$EM (Mcal / kg) = ED \times 0,82$$

A eficiência de utilização da energia do tecido corporal é maior em vacas que se encontram em lactação que aquelas no período seco. A eficiência relativa de conversão da energia contida no alimento em leite é de 61-64%, em reserva corporal de gordura de 59 a 75%. Já a eficiência para conversão da energia das reservas corporais em leite é de 82%, mostrando que a vaca de leite é mais eficiente em converter a energia corporal que a energia dietética em leite. Ao mesmo tempo, ela é mais eficiente em converter a energia dietética em reservas corporais durante a lactação (75%) que no período seco (59%) (Noller e Moe, 1995).

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As implicações do conhecimento das transformações que as substâncias químicas sofrem no interior do organismo de ruminantes pode nos levar a ter o conhecimento mais próximo possível das diferenças e mecanismos pertinentes para otimizar o fornecimento dos nutrientes com o melhor rendimento do produto final (leite).

Os ruminantes possuem dois sistemas metabólicos que diferem em relação a suas exigências nutricionais: o metabolismo microbiano ruminal e o metabolismo dos tecidos animais. A busca pela maximização ou otimização da produtividade dos ruminantes envolve o fornecimento de alimentos e as condições que possam suprir as necessidades dos dois sistemas. Em todo programa de alimentação coerente, é necessário medir e prever as quantidades de alimentos que serão ingeridas por dia. Com essas informações, estima-se o consumo das diferentes categorias animais do rebanho, durante diferentes períodos do ano. Outro aspecto muito importante é a

avaliação, na prática, das respostas dos animais, seja no que se refere à produção e/ou composição do leite, condição de escore corporal das vacas e novilhas, seja nos aspectos reprodutivos que possam ter ligação direta com o sistema de nutrição/alimentação do rebanho.

## 9. REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, v.74, p.3063-3075, 1996.
- ALVES, D.D.; Nutrição Aminoacídica de Bovinos. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.10, n. 3, p. 265-271, 2004.
- AMANLOU, H.; AMIRABADI, F.T.; ESLAMIAN, F.N. Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. *Journal of Dairy Science*, v.100, p.3628-3640, 2017.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN. M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v. 88, suppl.1, p.9-21, 2005.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, v. 23, p. 203-227, 2003.
- BEAM, T.M.; JENKINS, T.C.; MOATE, P.J.; KOHN, R.A.; PALMQUIST, D.L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.2564-2573, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 8, de 25 de março de 2004.
- BROCK, F.M.; FORSBERG, C.W.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Proteolytic activity of rumen microorganisms and effects of proteinase inhibitors. *Applied and Environmental Microbiology*, v.44, p.561-569, 1982.
- CRAIG, W.M.; BRODERICK, G.A.; RICKER, D.B. Quantification of microorganisms associated with the particulate phase of ruminal ingesta. *The Journal of Nutrition*, v. 117, p. 56-62, 1987.
- CZERKAWSKI, J.W. Na Introduction to Rumen Studies. 1. Ed. Pergamon Press, p. 237, 1986
- DAVIS, C. L. Fats in animal feeds. Sycamore: Barnaby, 1990.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 58:593-607, 1999.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO

DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: DZO-UFV, p.21-52, 2008.

DETMANN, E. Fibra na nutrição de novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C. et al. (Eds). Novilhas leiteiras. Fortaleza: Graphiti. p.253-302, 2010.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.62, p.980-984, 2010.

DORANALLI, K. Factors regulating urea-nitrogen recycling in ruminants. 158f. Thesis. (Doctor of Philosophy) - University of Saskatchewan. Canada. 2010.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. British Journal of Nutrition. v.78 (Suppl.1), p.S15-S35, 1997.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty-acids by ruminants. Animal Feed Science and Technology. v.45, p.379-396, 1994.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. Alimentação de gado de leite. Belo Horizonte: FEPMVZ. 412 p, 2009.

HARFOOT, C.G., HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N. & STEWART, C.S. (ed.) The Rumen Microbial Ecosystem. p. 382-426. Chapman & Hall, London, UK. 1997.

HARMON, D.L.; McLEOD, K.R. Glucose uptake and regulation by intestinal tissues: implications and whole-body energetics. Journal of Animal Science. v.79, p.E59-E72, 2001 (Suppl. E).

HATFIELD, R.D.; WEIMER, P.J. Degradation characteristics of isolated and in situ cell wall Lucerne pectic polysaccharides by mixed ruminal microbes. Journal of Science and Food Agriculture. v. 69, p.185, 1995.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basis to the bunk. Journal of Animal Science. v.63, p.1634-1648, 1997.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. Journal of Animal Science. v.77, p.1x-11x, 2000.

HUNTINGTON, G.B.; HARMON, D.L.; RICHARDS, C.J. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. Journal of Animal Science. v.84, p.E14-E24, 2006 (Suppl. E).

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; FARIA, K.P.; FERREIRA, C.C.B. Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. Revista Brasileira de Zootecnia. v.29, n.5, p.1485-1490, 2000.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. Journal of Dairy Science. v.76, p.3851-3863, 1993.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (eds.) Clinical biochemistry of domestic animals. 5th ed. New York: Academic Press, 1997.

KENNEDY, M.P.; MILLIGAN, L.P. The effects of dietary sucrose and the concentrations of plasma urea and rumen ammonia on the degradation of urea in the gastrointestinal tract of cattle. *British Journal of Nutrition*. v.43, p.125-140, 1980.

KOZLOSKI, G.V. *Bioquímica dos Ruminantes*. 2.ed., Santa Maria: Ed. UFSM, 2008. 216p.

KOZLOSKI, G.V. *Bioquímica dos Ruminantes*. 3ed., Santa Maria: Ed. UFSM, 2011. 212p.

KREIKEMEIER, K.K.; HARMON, D.L.; BRANDT, R.T.Jr.; AVERY, T.B.; JOHNSON, D.E. Small intestinal starch digestion in steers: effect of various levels of abomasal glucose, corn starch and corn dextrin infusion on small Intestinal disappearance and net glucose absorption. *Journal of Animal Science*. v.69, p.328-338, 1991.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.39, n.5, p.984-991, 2010.

MA, L.; COOK, K.L.; BAUMAN, D.E.; HARVATINE, K.J. Short communication: Milk fat depression induced by conjugated linoleic acid and a high-oil and low-fiber diet occurs equally across the day in Holstein cows. *Journal of Animal Science*, v. 98, p.1851-1855, 2015.

MARINI, J.C.; VAN AMBURGH, M.E. Nitrogen metabolism and recycling in Holstein heifers. *Journal of Animal Science*. v.81, p.545-552, 2003.

MARTIN, C.; PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Effect of wheat and corn variety on fiber digestion in beef steers fed high-grain diets. *Journal of Animal Science*. v.77, p.2269-2278, 1999.

MCDOWELL, L.R. *Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil*. 3. ed. Gainesville: University of Florida. p. 92, 1999.

MCDOWELL, L.R. *Minerals in animal and human nutrition*. San Diego: Academic Press. p. 524, 1992.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: *INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES*. Wisconsin, USA. Wisconsin, [s.ed.]. Proceedings. p.81-92, 1996.

MULLINS, C. R.; WEBER, D.; BLOCK, E.; SMITH, J. F.; BROUK, M.J.; BRADFORD, B. J. Short communication: Supplementing lysine and methionine in a lactation diet containing a high concentration of wet corn gluten feed did not alter milk protein yield. *Journal of Dairy Science*, v.96, p.5300-5305, 2013.

MUTSVANGWA, T.; DAVIES, K. L.; MCKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein concentrations on urea

recycling, nitrogen balance, omasal, nutrient flow, and milk production in dairy cows. *Journal of Animal Science*, v. 99, p. 6298-6310, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, DC: Academic Press. 381p, 2001.

NELSON, D.L.; COX, M.M. Lehninger: Princípios de Bioquímica. 5º Ed. São Paulo: SARVIER. 2011.

NOBLE, R.C. Digestion, transport and absorption of lipids. In: W. W. Christie (Ed.) *Lipid metabolism in ruminant animals*. p. 57-93. Pergamon Press Ltd., Oxford, UK. 1981.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*. v.74, p.3589-3689, 1991.

NOLLER, C.H.; MOE, P.W. Determination of NRC energy and protein requirements for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. Anais... Viçosa, MG: JARD Ed. p.53-76, 1995.

NORO, G. 2001. Síntese e secreção do leite. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/sinteseleite.pdf>> Acesso em: 20 Jul. 2017.

OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of corn grain conservation method on ruminal digestion kinetics for lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *Journal of Dairy Science*. v.86, p.184-194, 2003.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminal intestine. *Journal of Animal Science*. v.63, p.1634-1648, 1986.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: Review. *Journal of Dairy Science*. v.63, n.1, p.1-14, 1980.

PRINS, R.A.; van RHEENEM, D.L.; van KLOOSTER, A.T. Characterization of microbial proteolytic enzymes in the rumen. *Antonie Van Leeuwenhoek*. v. 49, p. 585-595, 1983.

RECKTENWALD, E. B.; ROSS D. A.; FESSENDEN, S. W.; WALL, C. J.; VAN AMBURGH M.E. Urea-N recycling in lactating dairy cows fed diets with 2 different levels of dietary crude protein and starch with or without monensin. *Journal of Animal Science*. v.97, p.1611-1622, 2013.

REYNOLDS C.K.; KRISTENSEN, N.B. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. *Journal of Animal Science*. v.86, p.E293-E305, 2008.

RUSSELL, J. B., HINO, T. Regulation of lactate production in streptococcus bovis: a spiraling effect that contributes to rumen acidosis. *Journal of Dairy Science*. v.68, p. 1712-1721, 1985.

RUSSEL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. Science, New York, v. 292, p. 1119-1122, 2001.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Plant physiology. 4th ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company. p. 336, 1991.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science. v.70, p.3562-3577, 1992.

STEWART, C.S.; FONTY, G.; GOUET, P.H. The establishment of rumen microbial communities. Animal Feed Science Technology. v. 21, p.69-97, 1988.

STIEVEN, I.C.B.; ROSSI, P.Jr.; FERNANDES, S.R.; ZANETTI, G.F.; SANTANA, M.H.A. Exigência e absorção de aminoácidos em bovinos. PUBVET, Londrina, v. 5, n. 7, Ed. 154, Art. 1041. 2011.

STROBEL, H. J.; RUSSELL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. Journal of Dairy Science. v.69, p. 2941-2947, 1986.

URRUTIA, N.; HARVATINE, K. J. Effect of conjugated linoleic acid and acetate on milk fat synthesis and adipose lipogenesis in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. v.100, p.5792-5804, 2017.

VAN NEVEL, C.J., DEMEYER, D.I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. Reproduction and Nutrition Development. v.36, p.53-63, 1996.

VAN NEVEL, C.J., DEMEYER, D.I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen in vitro: Inhibition by antimicrobials. Journal of Dairy Science. v.78, p.2797-2806, 1995.

VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca, USA. p. 476, 1994.

WATTIAUX, M.A. 1996a. O metabolismo de proteína em bovinos de leite. Disponível em: <[http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de\\_05.pt.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_05.pt.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2012.

WATTIAUX, M.A. 1996b. Composição do leite e seu valor nutricional. Disponível em: <[http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de\\_19.pt.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_19.pt.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2012.

WATTIAUX, M.A. 1996c. Secreção de leite no úbere da vaca de leite. Disponível em: <[http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de\\_20.pt.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_20.pt.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2012.

WATTIAUX, M.A.; ARMENTANO, L.E. 1996. O metabolismo de carboidratos em bovinos de leite. Disponível em: <[http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de\\_03.pt.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_03.pt.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2012.

WATTIAUX, M.A.; GRUMMER, R.R. 1996. O metabolismo de lipídeos em bovinos de leite. Disponível em: <[http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de\\_04.pt.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_04.pt.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2012.

WHITE, R.R.; ROMAN-GARCIA, Y.; FIRKINS, J. L.; KONONOFF, P.; VANDEHAAR, M. J. TRAN, H.; MCGILL, T.; GARNETT, R.; HANIGAN, M. D. Evaluation of the National Research Council (2001) dairy model and derivation of new prediction equations. 2. Rumen degradable and undegradable protein. *Journal of Dairy Science*, v.100, p.3611-3627, 2017.

WEEKS, T.E.C. Hormonal control of glucose metabolism. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 7. 1989, Sendai. Proceedings... San Diego: Academic Press, p.183-200, 1991.

YOUNG, J.W. Gluconeogenesis in cattle: significance and methodology. *Journal of Dairy Science*. v.60, p.1-15, 1977.

## **CAPÍTULO 2**

### **Manejo nutricional no periodo de transição da vaca leiteira**

Luisa Fernanda Londoño Salazar (luisa479@msn.com)

Marcos Inácio Marcondes (marcos.marcondes@ufv.br)

Polyana Pizzi Rotta (polyana.rotta@ufv.br)

#### **1. INTRODUÇÃO**

O período de transição da vaca se define como o tempo compreendido desde as três últimas semanas da gestação até as três primeiras semanas depois do parto (Bell et al., 1995); onde o animal passa de um estado gestante não lactante a um estado lactante não gestante, o que leva ao animal a sofrer tanto mudanças metabólicas como fisiológicas e, conseqüentemente, alterações no desempenho produtivo e reprodutivo.

Os produtores de leite diariamente enfrentam desafios com seu rebanho devido ao manejo exigente das vacas, mas sem dúvida o período de transição é o estado de maior preocupação para o fazendeiro, já que durante este período as vacas tem uma variação intensa do consumo, com diminuição do CMS até parto e um aumento acelerado das exigências nutricionais para o útero e crescimento do feto, e posterior síntese do colostro e leite; levando o animal a experimentar um balanço energético negativo (BEN), e com ele apresentam-se, então, doenças e desordens metabólicas e fisiológicas, tais como cetose, febre do leite, fígado gorduroso, mastites, entre outras, que vão alterar o desempenho do animal.

Atualmente, as pesquisas têm permitido avançar sobre como os produtores podem agir e obter resultados positivos neste período da vaca leiteira. Por esta razão é oportuno à realização deste material com o objetivo de abordar os aspectos que vão definir o período de transição, e aquelas estratégias nutricionais que deveriam ser aplicadas de acordo com as pesquisas feitas até hoje.

## **2. METABOLISMO NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

O período de transição é caracterizado por alterações no metabolismo do fígado, do tecido adiposo, do músculo esquelético e na secreção e ação de muitos hormônios envolvidos no parto, na lactogênese e na manutenção da lactação (Head e Gulay, 2001); marcado por enormes mudanças hormonais e metabólicas associadas à queda do consumo de alimentos, ao balanço energético negativo, ao grande aumento no tamanho do concepto (tecidos uterinos, placenta, membranas fetais e o feto) e consequente demanda de nutrientes (Bell et al., 1995, Dann et al., 1999).

Os últimos dias de gestação coincidem com a formação do colostro, aumento da demanda da glândula mamária por glicose, aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas (Gomes et al., 2009). O fluxo sanguíneo mamário, consumo de oxigênio, absorção de glicose e acetato aumentam consideravelmente entre o segundo e primeiro dia pré-parto (Bell, 1995). O aumento da demanda energética pela mãe e concepto não é compensado por um maior consumo de alimentos, pois, segundo Grummer (1995) e Grant & Albright (1995), o CMS reduz drasticamente próximo ao parto.

## **3. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

### **3.1. Pré-parto**

As vacas leiteiras têm exigências nutricionais para sua manutenção e produção, mas estas exigências variam dependendo do estado fisiológico em que elas estão. Durante o período pré-parto seus requerimentos vão estar focados principalmente no crescimento do feto e na preparação da glândula mamária, na produção do colostro e na síntese do leite.

A Tabela 1 mostra as exigências nutricionais de vacas no pré-parto em função do seu peso vivo. Os dados são de acordo com NRC 2001.

Tabela 1 - Exigências nutricionais de vacas Holandesas no período pré-parto

<b>Mantença de vacas secas + gestação<sup>1</sup></b>					
<b>Peso Vivo (kg)</b>	<b>CMS (kg)</b>	<b>NDT (kg)</b>	<b>PB (kg)</b>	<b>Ca (g)</b>	<b>P (g)</b>
400	4,25	4,67	0,87	31	8
450	4,64	4,98	0,90	33	8
500	5,02	5,28	0,94	35	9
550	5,40	5,57	0,97	36	10
600	5,76	5,86	1,00	38	10
650	6,12	6,14	1,04	40	11
700	6,47	6,41	1,07	41	12

<sup>1</sup>Considerando 265 dias de gestação e temperatura 25°C.  
Adaptado de NRC 2001.

As exigências de energia e nitrogênio do concepto nos ruminantes são atendidas quase exclusivamente pela absorção placentária de glicose e aminoácidos a partir da circulação materna. O transporte de glicose placentária ocorre por difusão facilitada (Stacey et al., 1978), que é dependente do gradiente de concentração de glicose no plasma e é sensível assim as alterações na glicemia materna. Ovelhas, privadas de energia, e presumivelmente vacas, são suscetíveis à hipoglicemia, especialmente durante a gestação tardia (Bergman, 1973), o que leva a reduções na absorção uterina e fetal de glicose (Hay et al., 1984).

Em contraste, a desnutrição materna (ou, pelo menos, o jejum) tem pouco efeito sobre a absorção fetal de aminoácidos em ovelhas no final da lactação (Lemons e Schreiner, 1983), porque o transporte ativo placentário da maioria dos aminoácidos é amplamente independente de mudanças na concentração de sangue materno (Bell, 1993). No entanto, o destino metabólico deste fornecimento fetal de aminoácidos é marcadamente alterado. A maioria, se não a totalidade, do déficit de glicose disponível para a oxidação é feita com maior catabolismo dos aminoácidos, à custa da síntese da proteína e deposição em tecidos fetais. O resultado é redução do crescimento fetal associado ao aumento da síntese e da excreção de ureia placentária (Lemons & Schreiner, 1983).

Bell et al. (1995) estimaram que o aumento do requisito de energia do útero gravídico de vacas do dia 210 para o dia 270 de gestação se elevou de 631 para 821 kcal/dia, enquanto, para proteína bruta, foi de 62 para 117 g/dia. Estes dados mostram aumentos próximos de 30 a 50% na energia e proteína, respectivamente, requeridas para promover a manutenção do conceito nos últimos 60 dias de gestação, o que implica várias adaptações metabólicas por parte da mãe.

### **3.2. Pós-parto**

No pós-parto, há aumento no metabolismo mamário com elevação do fluxo sanguíneo e captação de nutrientes pela glândula mamária (Bell et al., 1995); Davis et al. (1979) mediram o fluxo de sangue, oxigênio mamário e absorção de nutrientes em caprinos, em intervalos frequentes entre dia 7-9 pré-parto e dia 6 pós-parto. O fluxo sanguíneo mamário, consumo de oxigênio e captação de glicose e acetato aumentaram acentuadamente entre o dia 2 e 0,5-1 dia pré-parto. O aumento relativo da captação de glicose era muito maior que o fluxo de sangue, consumo de oxigênio ou captação de acetato. Os autores concluíram que a magnitude e momento (0,5 a dia 1 pré-parto) deste aumento é um índice importante do início da secreção de leite, pois a glicose é necessária para a síntese de lactose, e este é o soluto osmótico mais importante no leite.

Na Tabela 2 é apresentada as exigências nutricionais de vacas Holandesas com 3 semanas em lactação. As exigências nutricionais foram calculadas em função do peso corporal (PC), produção leiteira e teor de gordura. As estimativas de CMS, exigências de nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P) são maiores em vacas com maior peso corporal, maior produção de leite e maior teor de gordura. Ainda, em condições onde o PC e a produção de leite são as mesmas, mas com diferença para o teor de gordura, as exigências de NDT, PB e P aumentam para as vacas que apresentam um leite com maior percentagem de gordura.

Tabela 2 - Exigências nutricionais para vacas Holandesa, com 3 semanas em lactação, em função da produção e teor de gordura do leite

Leite (kg)	Exigências Nutricionais PV = 550 kg; Gordura = 3,0%; Proteína = 3,2%; Lactose = 4,5%						Exigências Nutricionais PV = 550 kg; Gordura = 3,5%; Proteína = 3,2%; Lactose = 4,5%					
	CMS (kg)	NDT (kg)	PB (kg)	Ca (g)	P (g)		CMS (kg)	NDT (kg)	PB (kg)	Ca (g)	P (g)	
10	10,77	6,88	1,45	60,94	30,88		11,04	7,08	1,47	60,94	31,28	
15	12,31	8,24	1,86	73,65	39,80		12,71	8,54	1,88	73,65	40,40	
20	13,84	9,61	2,26	86,35	48,73		14,38	10,01	2,30	86,35	49,53	
25	15,38	10,97	2,67	99,06	57,66		16,05	11,47	2,71	99,06	58,66	
30	16,91	12,34	3,07	111,77	66,58		17,72	12,94	3,13	111,77	67,78	
35	18,44	13,70	3,48	124,48	75,51		19,39	14,40	3,54	124,48	76,91	
40	19,98	15,06	3,88	137,19	84,43		21,06	15,87	3,95	137,19	86,04	
45	21,51	16,43	4,28	149,90	93,36		22,73	17,33	4,37	149,90	95,16	
50	23,05	17,79	4,68	162,60	102,29		24,40	18,80	4,78	162,60	104,29	
Leite (kg)	Exigências Nutricionais PV = 650 kg; Gordura = 3,0%; Proteína = 3,2%; Lactose = 4,5%						Exigências Nutricionais PV = 650 kg; Gordura = 3,5%; Proteína = 3,2%; Lactose = 4,5%					
	CMS (kg)	NDT (kg)	PB (kg)	Ca (g)	P (g)		CMS (kg)	NDT (kg)	PB (kg)	Ca (g)	P (g)	
10	11,80	7,44	1,53	67,40	32,69		12,07	7,64	1,55	67,40	33,09	
15	13,33	8,81	1,93	80,10	41,62		13,74	9,11	1,96	80,10	42,22	
20	14,87	10,17	2,34	92,81	50,55		15,41	10,57	2,38	92,81	51,35	
25	16,40	11,54	2,74	105,52	59,47		17,08	12,04	2,79	105,52	60,47	
30	17,94	12,90	3,15	118,23	68,40		18,75	13,50	3,21	118,23	69,60	
35	19,47	14,27	3,55	130,94	77,32		20,42	14,97	3,62	130,94	78,73	
40	21,01	15,63	3,96	143,65	86,25		22,09	16,43	4,03	143,65	87,85	
45	22,54	17,00	4,36	156,35	95,18		23,76	17,90	4,45	156,35	96,98	
50	24,07	18,36	4,76	169,06	104,10		25,43	19,36	4,86	169,06	106,11	

Considerando Temperatura 25°C  
Adaptado de NRC 2001.

No período de transição, a glândula mamária desempenha um papel importante no metabolismo animal, uma vez que ela tem maior demanda de nutrientes na fase produtiva, especialmente em vacas de alta produção. Para a síntese de leite, a glândula mamária precisa captar grandes quantidades de glicose nos primeiros dias pós-parto (Tabela 3) (Bell et al., 1995). Bell et al., (1995) realizaram uma comparação de vários estudos que avaliaram os requerimentos de glicose, ácidos graxos, aminoácidos e energia, para a glândula mamária e o útero gravídico (Figura 1); e evidenciaram que poucos dias após o parto (4 dias), os requerimentos da glândula mamária para glicose, aminoácidos e ácidos graxos são, respectivamente, cerca de 2.7, 2.0 e 4.5 vezes as do útero grávido durante a gestação tardia, e a exigência mamária estimada para a energia é três vezes maior do que o útero (Bell et al., 1995). O que demonstra que as exigências nutricionais da vaca no pós-parto aumentam e precisam ser atendidas para evitar possíveis consequências na saúde e desempenho.

Tabela 3 - Estimativa da captação mamária de nutrientes durante o início da lactação (4 dias pós parto) para uma vaca produzindo 30 kg de leite.

Nutrientes	Captação Mamária		
	g/ dia	Mcal /dia	g de N/ dia
Glicose	1775	8,6	---
Aminoácidos	1374	8,0	220
Acetato	1224	11,3	---

Adaptado de Bell et al. (1995)

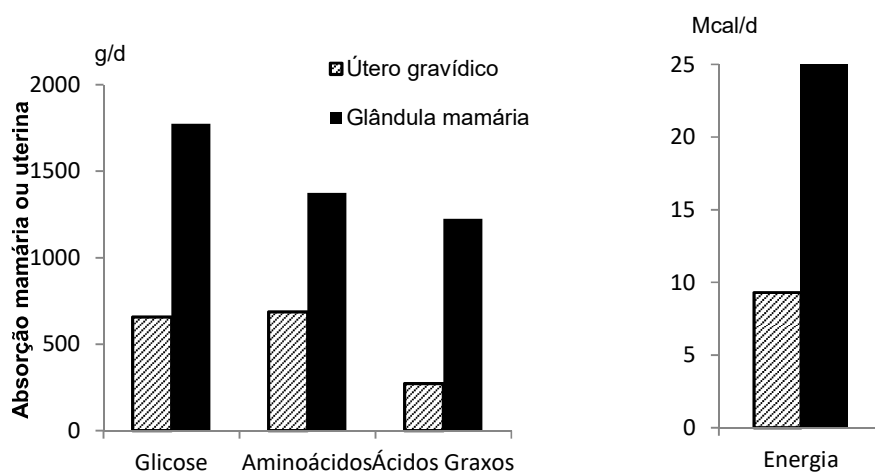


Figura 1 - Comparação de valores estimados para a captação uterina de nutrientes específicos e energia ao dia 250 de gestação, e captação da glândula mamária para estes nutrientes e energia ao dia 4 pós-parto, em vacas Holandesas. (Adaptado de Bell et al., 1995).

#### 4. COMPORTAMENTO INGESTIVO NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO

Uma das características importantes durante o período de transição é o comportamento ingestivo das vacas leiteiras, já que as mudanças físicas, fisiológicas e metabólicas do animal vão ter grande influência no desempenho.

##### 4.1. Consumo de matéria seca (CMS)

O consumo de matéria seca (CMS) estabelece a quantidade de nutrientes que estarão disponíveis para o animal, tanto para manutenção da saúde quanto para produção. No entanto, as vacas e novilhas em final da gestação passam por uma diminuição do CMS à medida que o parto se aproxima (NRC, 2001).

Nas últimas três semanas de gestação, tanto em vacas quanto em novilhas, o consumo é em média, próximo de 1,5 a 1,7 % do peso corporal. Na semana do parto, pode ser inferior a 1,5 % do peso corporal da vaca e esta queda é mais nítida no dia do parto (Hayirli et al., 2003). Em novilhas, o consumo declina mais suavemente em relação às vacas (Figura 2), porém as consequências podem ser graves, porque estes animais possuem exigências nutricionais para suportar o crescimento corporal, em acréscimo às exigências de manutenção e gestação, e o no dia do parto, o consumo pode alcançar 1,3 a 1,4 % do peso corporal (Grum et al., 1996; NRC, 2001; Hayirli et al., 2003; Grummer et al., 2010).

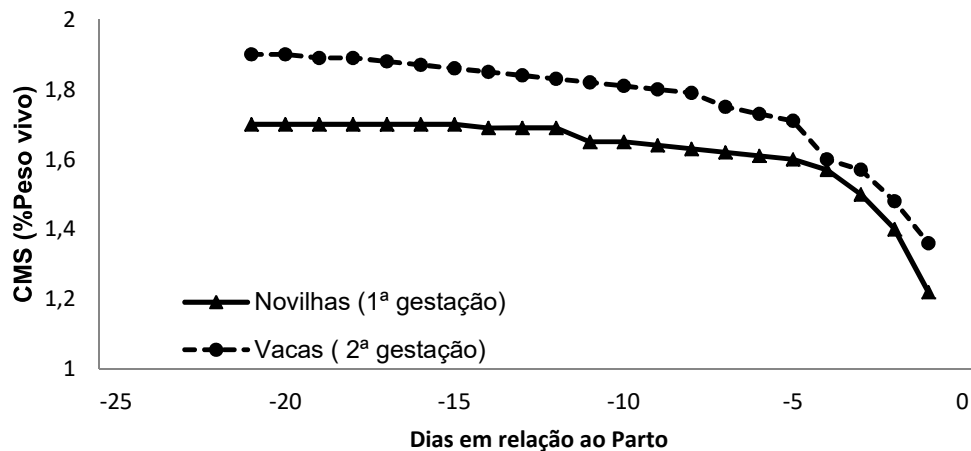


Figura 2 - Consumo de matéria seca predita para vacas e novilhas durante as três semanas antes do parto. (Adaptado de Hayirli et al., 2003).

Para entender melhor o que ocorre com o CMS de novilhas e vacas durante os últimos dias da gestação, segue o exemplo: Novilhas de 600 kg (ganho médio diário

de 0,35 kg/d) e vacas de 650 kg, ambas com escore condição corporal de 3,5 e alimentadas com uma dieta contendo 1,62 Mcal de ELL / kg (Tabela 4). Com este exemplo é possível dimensionar a redução no CMS com a aproximação do parto; além disso, é provável constatar o efeito das exigências para o crescimento em novilhas, que promove a ocorrência de um déficit energético (-2,8 Mcal) antes mesmo do parto (NRC, 2001).

Tabela 4 - Consumo de matéria seca (CMS), exigências em energia líquida (EL) e balanço durante o final da gestação

	Dias da gestação	CMS (Kg)	Exigência em EL (Mcal)			Balanço (Mcal)
			Mantença	Crescimento	Gestação	
Vacas	260	12,6	9,6	0	3,3	+7,5
	279	8,7	9,5	0	3,5	+1,1
Novilhas	260	10,3	9,3	1,5	3,3	+2,6
	279	7,3	9,6	1,5	3,5	-2,8

Fonte: NRC 2001

Depois do parto a vaca ainda continua tendo CMS baixo, e esse vai aumentando gradativamente com o decorrer das semanas (Shaver, 1993). É possível então a utilização de estratégias de consumo antes mesmo do parto, para reduzir ou amenizar a queda do CMS. Assim, Douglas et al. (2006) mostrou que vacas alimentadas a vontade no período seco consumiram uma média de 14,6 kg de MS/dia, o que foi significativamente maior que as vacas restritas com uma media de 7,4 kg de MS /dia (Figura 3). Também revelou que vacas alimentadas à vontade e restritas consumiram uma média de 159 e 81%, respectivamente, dos requisitos estabelecidos pelo NRC (2001). Permitir o acesso *ad libitum* a dietas com moderadas a elevadas densidades de energia em todo o período seco poderia não ser a solução, e sim fazer uma alimentação restrita melhorando no pós-parto o CMS pois também foi evidente que a produção média de leite foi cerca de 2 kg/d mais elevado durante os primeiros 105 d de lactação para vacas com alimentação restrita do que para aquelas alimentadas a vontade, durante o período seco (Douglas et al., 2006). Ainda de acordo com Rotta et al. (2015) o consumo *ad libitum* para vacas leiteiras durante a gestação pode resultar em animais obesos e assim com elevados escore corporal e

isso pode causar um prejuízo para o desenvolvimento reprodutivo da prole, como por exemplo um menor número de folículos primordiais em fêmeas.

Contudo, lembra-se que não se deve promover uma restrição nutricional a animais no pré-parto, ou seja, deve-se sempre suprir 100% das exigências nutricionais no pré-parto. Então é possível concluir que, durante o período seco, não é recomendável fazer uma alimentação à vontade, já que trazem consequências ruins para o desempenho das vacas.

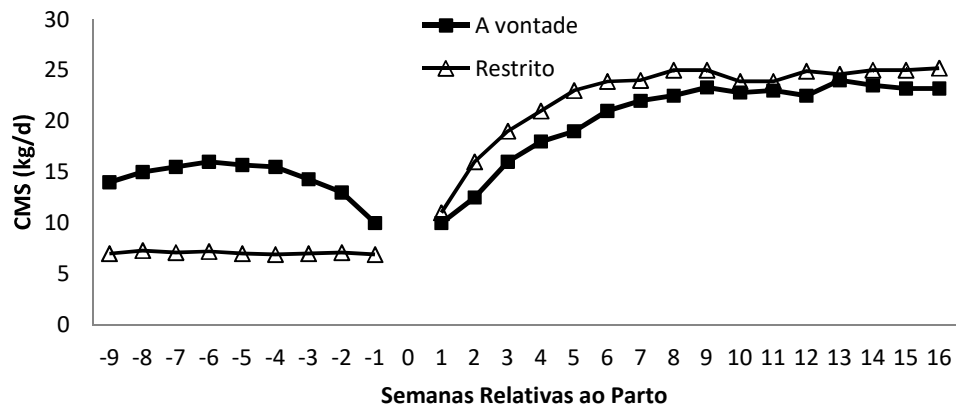


Figura 3 - Consumo de matéria seca para vacas alimentadas a vontade e restritas, durante nove semanas antes do parto e 16 semanas pós-parto. (Adaptado de Douglas et al., 2006).

#### 4.2. Fatores que afetam o consumo de matéria seca

Como descrito anteriormente, a queda do consumo da matéria seca é fortemente notável nos dias próximos ao parto; condição associada a fatores físicos e fisiológicos que ocorrem durante o fim da gestação. Nesta fase, o aumento no crescimento fetal promove elevação da pressão interna nos órgãos digestivos, diminuindo, desta forma, o espaço do rúmen e retículo (Lefebvre et al., 2008).

Adicionalmente, a concentração plasmática de muitos hormônios incrementa ou diminui drasticamente ao parto, e podem ser potentes modificadores do CMS. Concentrações de progesterona durante o período seco são elevadas para manutenção da gestação, mas declina rapidamente aproximadamente dois dias antes do parto, e o estrógeno plasmático de origem placentário (especificamente estrona) aumenta no sangue com a aproximação do parto (Chew et al., 1979). Segundo Marques Jr. (2010), um aumento nas concentrações sanguíneas de estrógeno e corticoides, e queda nas concentrações sanguíneas de progesterona, também afeta o CMS; então o

CMS reduzido durante o estro e gestação tardia pode ser reflexo da grande produção de estrogênios endógenos. (NRC, 2001).

Outros autores (Goff et al., 1997) afirmam que o desenvolvimento de doenças metabólicas durante o período de transição podem ser causas da redução no CMS, eles demonstraram que vacas com hipocalcemia têm menor CMS no pré-parto, conseqüentemente a hipocalcemia pode causar perda do tônus muscular, que adversamente poderia afetar a função do rúmen, peristaltismo intestinal, e a taxa de passagem da digesta, reduzindo o CMS (NRC, 2001). Conjuntamente, Zamet et al. (1979) reportaram baixo CMS no pré-parto para vacas diagnosticadas com síndrome da vaca gorda (vacas com escore de condição corporal acima de 4) comparadas com vacas “normais” (que não tinham complicações pós-parto).

Em geral, os fatores relativos ao animal (sexo, condição corporal, idade e estado fisiológico), ao alimento (composição da dieta, digestibilidade, concentração de energia, taxa de passagem, fermentação e palatabilidade), ao manejo (proximidade ou afastamento do alimento, frequência, aditivos usados, agentes anabólicos, sais minerais, estabulado ou pasto), ao ambiente (temperatura, umidade e fotoperíodo) e suas interações são importantes variáveis que devem ser levadas em consideração na predição do consumo voluntário (Benquet Suarez, 2014).

## **5. BALANÇO ENERGETICO NEGATIVO**

As vacas leiteiras de alta produção necessitam, imediatamente após o parto, de ingerir grande quantidade de nutrientes, particularmente energia e proteína, para serem capazes de sustentar a síntese de leite que aumenta linearmente até atingir um pico entre as 4 e 8 semanas pós-parto. Não obstante, o pico de CMS é alcançado apenas na sétima ou oitava semana de lactação (Figura 4). Por tal motivo, as vacas leiteiras de alta produção podem permanecer em balanço energético negativo por até oito semanas (Amorim, 2009).

Apesar da possibilidade de duração do BEN por até oito semanas, o maior comprometimento energético encontra-se nas três primeiras semanas (correspondente à metade final do período de transição) quando o CMS está muito reduzido e a produção de leite aumentando. Deste modo, até que os nutrientes fornecidos através do CMS igualem no mínimo as necessidades nutricionais de produção, a vaca irá mobilizar alguma proteína muscular e cálcio dos ossos (Chilliard et al., 1983), e

energia a partir das reservas corporais acumuladas do final da lactação anterior ao período seco, levando a um acúmulo de ácidos graxos não esterificados (AGNE) na circulação sanguínea, os quais podem se acumular no fígado levando a problemas metabólicos que podem comprometer a produção de leite futura (Santos et al., 2010) e resultando daí uma perda considerável de condição corporal. De forma geral existe uma relação entre CMS, produção de leite e escore corporal.

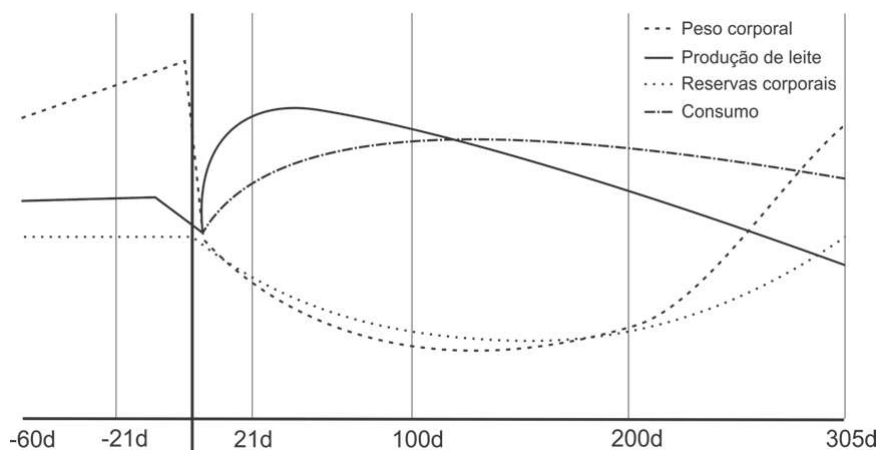


Figura 4 - Curvas de produção de leite, consumo de matéria seca, reservas corporais e peso corporal. (Adaptado de Amorim 2009)

Mudanças no estado endócrino e diminuição no CMS durante o final da gestação influencia o metabolismo e dá lugar à mobilização de gordura do tecido adiposo e glicogênio hepático (Gomes et al., 2009). No tecido adiposo, a taxa de lipólise é maior que a de lipogênese, disponibilizando ácidos graxos não esterificados (AGNE) no sangue, que serão utilizados pela glândula mamária, fígado e outros órgãos.

Intensa mobilização lipídica leva a aumentada captação de AGNE pelo fígado. No fígado, os AGNE podem ser completamente oxidados para produção de energia, incompletamente oxidados a corpos cetônicos, esterificados com o glicerol e armazenados como triglicerídeos (TG) ou exportados como lipoproteínas de baixa densidade (VLDL). No entanto, o fígado dos ruminantes possui capacidade limitada para exportar VLDL, o que, associada à intensa mobilização lipídica, pode levar ao acúmulo de TG neste órgão (Drackley, 1999).

Pires et al. (2013) encontraram que as vacas gordas tinham maior mobilização de ácidos graxos, confirmado por as altas concentrações de AGNE no plasma (Figura

5). Outros autores também afirmam que o hipercondicionamento de vacas leiteiras aumenta a concentração plasmática de AGNE e acúmulo de triglicérides no fígado (Rayssiguier et al., 1986; Reid et al., 1986). Por outro lado, vacas de baixo ECC tiveram a menor concentração plasmática de AGNE durante as primeiras 2 semanas de lactação e a menor produção de proteína do leite dos três grupos de ECC. Vacas magras reduzem a composição e a produção do leite a um maior grau do que vacas com moderados ECC ao parto, porque os animais magros têm capacidade limitada para confiar em reservas corporais para sustentar a lactação (Chilliard, 1992).

Os AGNE entram no fígado e/ou são re-esterificados com o glicerol para formar novamente triglicérides, ou são utilizados pelos tecidos periféricos para a produção de energia através da  $\beta$ -oxidação com produção de acetil coenzima A (acetil-CoA), que posteriormente se combina ao oxaloacetato para ser metabolizado no ciclo de Krebs (Simões et al., 2006). Simultaneamente, a gliconeogênese está ativa no fígado com maior intensidade que quando não há déficit energético, sendo a maioria do oxaloacetato utilizado para este fim. Logo, a sua disposição está reduzida para entrar no ciclo de Krebs, gerando uma acumulação de acetil-CoA, que é então desviada para a produção de corpos cetônicos ( $\beta$ -hidroxibutirato, acetoacetato e acetona) (Figura 6).

Durante a mobilização das reservas corporais, durante o BEN, se encontrarão níveis de glicose sanguínea mais baixos, e aumento nas concentrações de AGNE e corpos cetônicos. Desta forma, a determinação destes metabólitos pode, com maior ou menor confiabilidade, indicar-nos a existência ou não de um BEN (Castro et al., 2008).

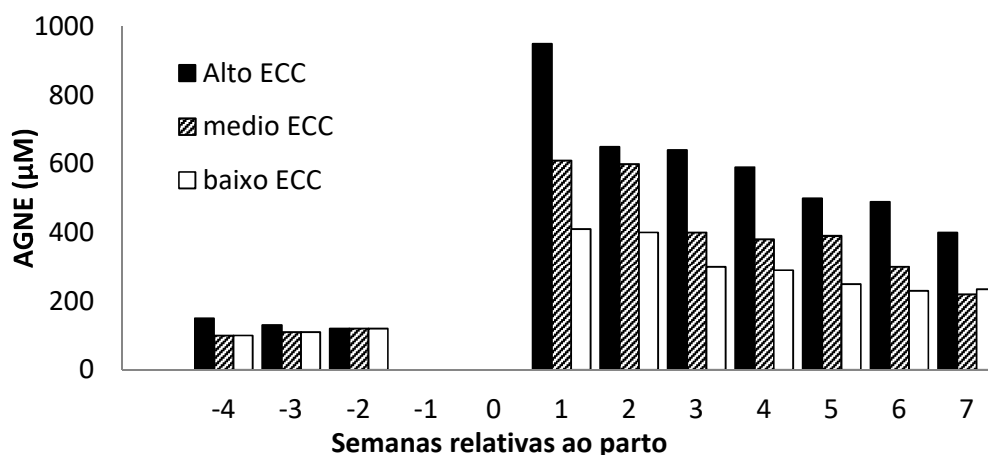


Figura 5 - Efeitos do ECC ao parto nas concentrações de NEFAS no plasma, em vacas Holandesas. (Adaptado de Pires, 2013).

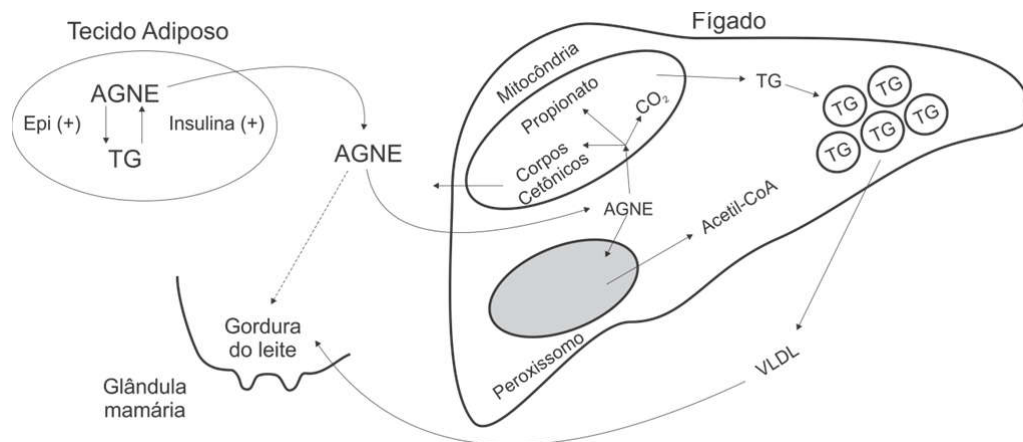


Figura 6 - Esquema do metabolismo de ácidos graxos não esterificados em gado de leite. (Adaptado de Drackley, 1999).

Estudos tem demonstrado que vacas em lactação que consomem excesso de energia pré-parto tem uma maior concentração de  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBA) e maior BEN, sugerindo um risco aumentado de doenças metabólicas (Dann et al., 2006; Janovick et al., 2011). Estes resultados indicam que a oferta de dietas que satisfazem em vez de exceder os requisitos de energia pré-parto, vão reduzir a mobilização de gordura corporal e melhorar a saúde pós-parto (Douglas et al., 2006).

### 5.1. Metabolismo das proteínas no período de transição

Normalmente as contribuições líquidas para o pool de AA metabolizáveis são advindas predominantemente da absorção intestinal de proteína metabolizável. É fato que existem síntese e degradação contínua da proteína muscular; no entanto, em animais adultos, a contribuição líquida de proteína do músculo para o pool de AA metabolizável aproxima-se a zero. O período de transição representa uma situação diferente, em que pode-se ver claramente um balanço proteico negativo (Bell et al., 2000), que suporta o conceito de que a mobilização líquida de AA dos tecidos deve ocorrer para atender as exigências de AA.

Embora a mobilização de proteína ocorra provavelmente durante o pós-parto precoce, ela é importante para a adaptação geral da vaca em transição para a lactação, contudo os fatores que afetam o grau em que esta mobilização de proteína ocorre e suas funções específicas são poucos esclarecidos.

## 5.2. Mobilização de proteína muscular

A 3 metil histidina (3-MH) é um produto da degradação de actina e miosina que não é reutilizado para síntese de proteínas. A excreção urinária de 3-MH é um indicador de mobilização de proteína no início da lactação (Chibisa et al., 2008). Como a excreção de creatinina é proporcional à massa muscular do corpo, a 3-MH urinária:creatinina pode padronizar mobilização de proteína muscular para o total da massa muscular (Simmons et al., 1994). Assim, Van Der Drift et al. (2012) encontraram que as concentrações de 3-MH mostram que a mobilização de proteína começa antes do parto (Figura 7) e termina na semana 4 pós-parto. Outros estudos tem demonstrado que a composição de dietas pré-parto, ou dietas na lactação precoce, poderiam influenciar a mobilização de proteína (Komaragiri et al., 1998; Doepel et al., 2002) e mobilização de gorduras (Komaragiri et al., 1998; Kneysel Van et al., 2007). Em geral, dietas com maior aporte de proteína metabolizável reduzem a intensidade do balanço proteico negativo, com consequente efeito sobre a lactação subsequente e também na imunidade da vaca.

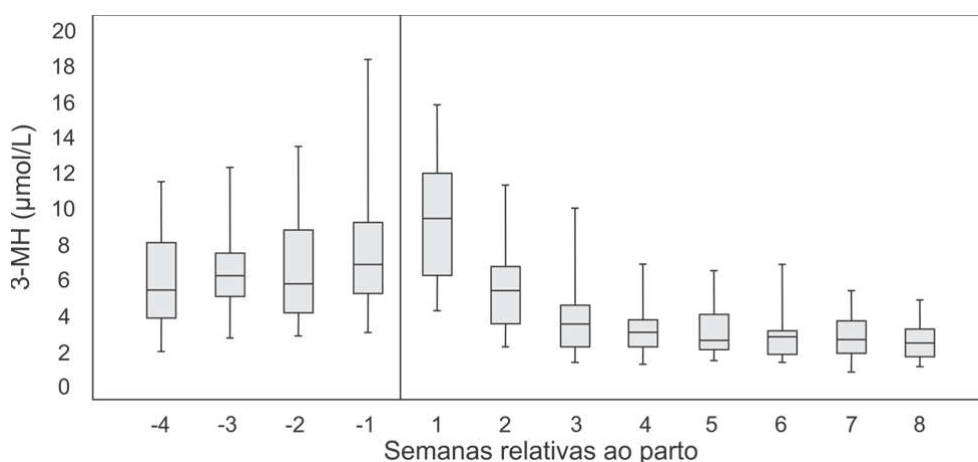


Figura 7 - Concentrações plasmáticas de 3-methylhistidina (3-MH), em vacas nas ultimas 4 semanas do período seco, e as primeiras 8 semanas de lactação. Caixas representam a mediana e o rango interquartilico; as linhas incluem todos os casos. (Adaptado Van Der Drift et al., 2012).

Por outro lado, Pires et al. (2013) encontraram que a condição corporal ao parto também tem um efeito na mobilização de proteína, já que vacas magras mobilizaram menos gordura corporal durante as primeiras semanas da lactação, experimentando mais intenso catabolismo de proteína muscular, indicado por sua

maior concentração de 3-MH:creatinina no plasma. Eles concluíram então que as vacas magras têm limitada disponibilidade de reservas corporais e podem depender em maior medida da proteína corporal para satisfazer as necessidades nutricionais da lactação precoce, em comparação com os animais com maior ECC associado com lactações estendidas.

O período de mobilização de proteína mais grave é por volta do parto (Van Der Drift et al., 2012). Diversos autores concluíram que a mobilização de proteína é estabilizada a partir da semana quatro após o parto, com a diminuição dos perfis de 3-MH (Zurek et al., 1995; Doepel et al., 2002; Phillips et al., 2003). Em contraste com a mobilização de proteínas, Van Der Drift et al. (2013) observaram que a espessura de gordura dorsal não diminuiu e as concentrações séricas de AGNE não aumentaram antes do parto. Além disso, vacas com concentrações plasmáticas de 3-MH inferiores tinham maiores concentrações de  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBA). Concluem, então, que uma maior degradação muscular pode, em certa medida, restringir a produção de corpos cetônicos no início da lactação de vacas leiteiras. Se isto é válido, deve ser confirmado em outras pesquisas sobre a interação da mobilização de proteínas e gorduras na etiologia da hipercetonemia.

### **5.3. Efeitos do BEN sobre a reprodução**

O BEN começa poucos dias antes do parto e se agrava no pós-parto, alcançando o ponto mais negativo cerca de duas semanas após o parto (Bell, 1995). A intensidade do BEN durante as primeiras três semanas de lactação e o ponto mais baixo do BEN são altamente correlacionados com o intervalo à primeira ovulação (Butler, 2001). O desenvolvimento de uma onda folicular ocorre entre cinco e sete dias após o parto, independente do BEN. Assim, o início de uma onda folicular e a formação de um folículo dominante durante o BEN não parecem limitar a primeira ovulação (Butler, 2003). Contudo, Beam e Butler (1997) relataram três possíveis destinos do folículo dominante da primeira onda folicular pós-parto: 1) ovulação, que ocorrerá entre 16 e 20 dias pós-parto; 2) falha de ovulação, seguida por surgimento de uma nova onda folicular e 3) falha de ovulação, seguida pelo desenvolvimento de um cisto folicular. O desenvolvimento de um folículo dominante não-ovulatório ou de folículos císticos prolonga o intervalo do parto à primeira ovulação para 40 a 50 dias pós-parto.

A ovulação do folículo dominante no início da lactação é dependente do restabelecimento da secreção pulsátil de hormônio luteinizante (LH). Beam e Butler (1999) relataram que a frequência de pulsos de LH foi significativamente menor durante a primeira onda folicular pós-parto em vacas que desenvolveram um folículo dominante não ovulatório, comparadas àquelas em que o folículo dominante se desenvolveu até a ovulação. Baixa disponibilidade de energia durante o BEN não somente suprime a secreção pulsátil de LH, mas também reduz a sensibilidade ovariana ao LH (Butler, 2001), impedindo a ocorrência de ovulação.

Atualmente, têm-se estudado os efeitos benéficos da suplementação com dietas ricas em ácidos graxos no pós-parto sobre a função reprodutiva de vacas leiteiras. Colazo et al. (2009) determinaram os efeitos da restrição do alimento e a fonte de ácidos graxos na dieta, durante o final do período seco, no desempenho reprodutivo pós-parto de vacas leiteiras; e encontraram que mais vacas alimentadas a vontade foram diagnosticadas com infecções uterinas em comparação com o grupo de alimentação restrita. Em contraste, os cistos ovarianos tendiam a ser menores em vacas alimentadas a vontade versus aquelas com alimentação restrita.

Colazo et al. (2009) também encontraram que a percentagem de prenhez à primeira inseminação artificial (IA) foi inferior em vacas com alimentação restrita, resultando em uma tendência para maior número de período de espera nesse grupo. Baseado em a proporção de vacas cíclicas cerca de 65 d pós-parto, Santos et al. (2008) concluíram que o tipo de suplementação com ácidos graxos, se mais saturado ou insaturado, não faz influência no recomeço da ciclicidade após o parto em vacas leiteiras. Colazo et al. (2009), contrariamente, encontraram que os resultados não apoiam a conclusão acima (Figura 8) e afirmaram que o tipo de ácido graxo suplementado durante o período seco claramente tem um efeito no intervalo do parto à ovulação, em que a suplementação dietética de ácido linoleico ou linolênico são mais benéficos que uma dieta enriquecida em ácido oleico (Colazo et al., 2009).

Geralmente, maior concentração plasmática de AGNE e BHBA, e as menores concentrações de glicose no plasma estão associadas à diminuição do desempenho reprodutivo, indicando que o balanço de compostos lipogênicos e glicogênicos são importantes para as funções reprodutivas (Knegsel et al., 2005).

Em conclusão, uma restrição alimentar de 24% durante as últimas 4 semanas de gestação aumentou o CMS e reduziu o BEN pós-parto, mas afetaram negativamente a prenhes à primeira IA. No entanto, as dietas enriquecidas com óleos

linoleico ou linolênico reduzem o intervalo do parto à primeira ovulação comparados com uma dieta enriquecida em ácido oleico (Colazo et al., 2009). Portanto, uma vez mais, o foco da nutrição, na fase de pré-parto, é o atendimento das exigências nutricionais, evitando a super-alimentação e a sub-alimentação, com possível suplementação de ácidos graxos insaturados visando melhoria no desempenho reprodutivo.

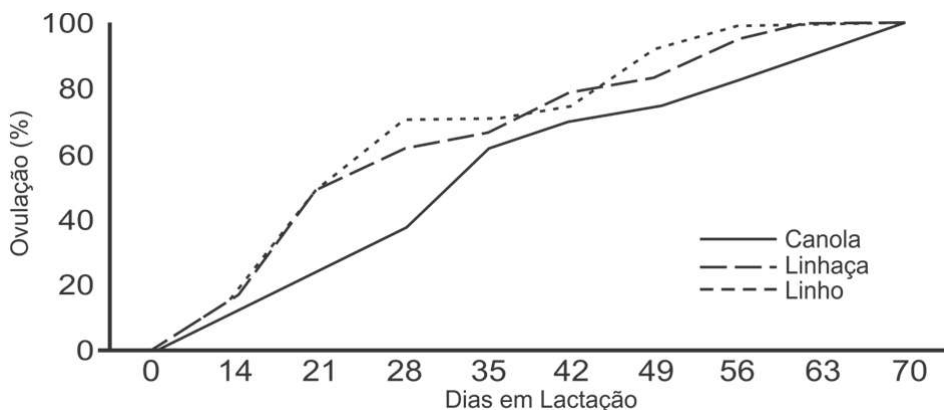


Figura 8 - Proporção acumulada da primeira ovulação do parto aos 70 d em vacas da raça Holandesa (n = 72) alimentadas com canola, linhaça, ou semente de linho em 8% da dieta em MS para 34 d antes do parto. (Adaptado de Colazo et al., 2009).

## 6. SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL (ECC)

O primeiro registro de um sistema de avaliação subjetiva do escore de condição corporal foi realizado por Jefferies (1961). Na década seguinte Lowman et al. (1976) adaptaram o sistema desenvolvido por Jefferies (1961) para utilização em gado de corte. Os primeiros sistemas de avaliação do ECC em bovinos leiteiros foram desenvolvidos por Earle (1976) na Austrália e Mulvany (1977; 1981) apud Bewley & Schutz (2008) no Reino Unido. Desde então, diversos outros sistemas de avaliação do ECC foram descritos na literatura. Todos os sistemas de avaliação do ECC utilizam uma escala numérica com animais magros recebendo menores escores e animais gordos recebendo maiores escores (Bewley & Schutz, 2008). A Tabela 5 apresenta os diferentes sistemas de ECC básicos que estão sendo utilizados ao redor do mundo, estando estes descritos quanto a suas escalas, variações mínimas, descrição dos sistemas na literatura e forma de avaliação (visual ou palpação).

Os sistemas utilizados na Nova Zelândia e no Reino Unido baseiam-se na palpação de partes específicas do corpo da vaca, já os sistemas utilizados na Austrália e nos Estados Unidos fazem uso apenas da avaliação visual da vaca.

O sistema utilizado no Reino Unido designa escores de condição corporal a partir da palpação na região de inserção da cauda e, posteriormente, do dorso da vaca na região lombar. Neste sistema, são designados escores individuais para cada uma destas regiões, caso a diferença do escore das duas regiões seja maior que um ponto, utiliza-se o escore designado para a região da inserção da cauda corrigida em meio ponto (Mulvany, 1981 apud Bewley & Schutz, 2008).

Tabela 5 - Sistemas internacionais de avaliação de escore de condição corporal

<b>País</b>	<b>Escala</b>	<b>Variação mínima</b>	<b>Descrição na literatura</b>	<b>Visual ou palpação</b>
Reino Unido	0 a 5	0,5	Lowman et al. (1976); Mulvany (1977)	Palpação
Estados Unidos	1 a 5	0,25	Wildman et al. (1982); Edmonson et al. (1989); Ferguson et al. (1994)	Visual
Nova Zelândia	1 a 10	0,5	MacDonald and Roche (2004)	Palpação
Austrália	1 a 8	0,5	Earle (1976)	Visual
Dinamarca	1 a 9	1	Landsverk (1992)	Visual

(Adaptado de Bewley & Schutz, 2008).

Na Nova Zelândia o sistema, conforme discutido acima, também se baseia na palpação. No entanto, diferentemente do sistema britânico, o sistema neozelandês avalia o contorno entre os ossos íleo e ísquio da vaca vista por trás (Gregory et al., 1998).

O ECC é um dos pontos mais importantes para avaliar a intensidade do BEN. O método mais utilizado é o desenvolvido nos EUA (Wildman et al., 1982), que classifica como muito magra uma vaca com escore 1 e muito gorda uma vaca com pontuação 5. A condição corporal ideal ao parto deve ser de 3,0 pontos (Pires et al., 2013).

Segundo Amorim (2009), o sistema descrito por Wildman et al. (1982) e posteriormente modificado por Edmonson et al. (1989) e Ferguson et al. (1994), é o mais utilizado nos Estados Unidos e na Irlanda. Este sistema de ECC tem sido amplamente utilizado também no Brasil.

Nesse sistema os observadores devem atribuir escores que variam de um (muito magra) a 5 (muito gorda), de acordo com a aparência visual de diferentes regiões do corpo da vaca. Devem ser observados os processos espinhosos e transversos das vértebras lombares, as tuberosidades do íleo e do ísquio, as transições íleo-sacrais e ísquio-coccígeas, e a inserção da cauda (Figura 11). É necessário, portanto, para a realização da avaliação de escore de condição corporal que se tenha um conhecimento mínimo de anatomia. As Figuras 9 e 10 apresentam as regiões anatômicas observadas para a avaliação do ECC em vacas leiteiras.

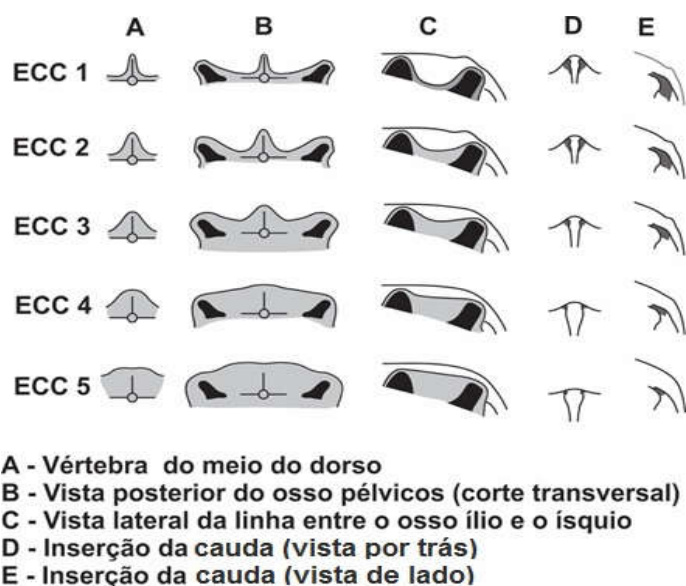


Figura 9 - Pontos de avaliação do ECC. (Adaptado a NRC 2001)

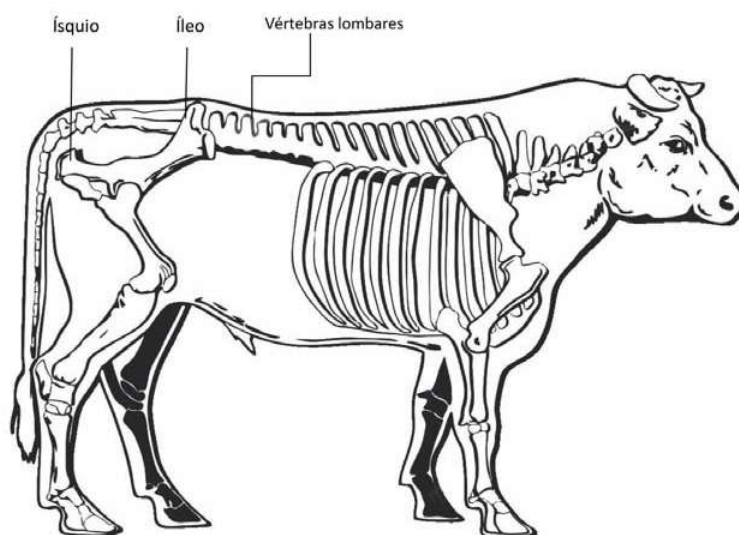


Figura 10 - Esqueleto de bovino destacando a localização do íleo, ísquio e das vértebras lombares.




































































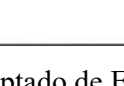




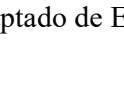




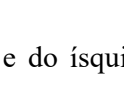
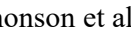



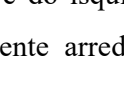


	ECC	Processo espinhoso	Processo espinhoso para o transverso	Processos transversos	Tuberosidades de íleo e ísquios	Inserção da cauda para ponta do ísquio
Emaciação severa	1,00					
	1,25					
Estrutura óssea evidente	1,50					
	1,75					
	2,00					
	2,25					
Estrutura óssea e cobertura muscular e adiposa bem distribuídos	2,50					
	2,75					
	3,00					
Estrutura óssea não tão visível quanto a cobertura	3,25					
	3,50					
	3,75					
	4,00					
Obesidade severa	4,25					
	4,50					
	4,75					
Obesidade severa	5,00					

Figura 11 - Pontos de avaliação do ECC (Adaptado de Edmonson et al., 1989).

Por exemplo, a tuberosidade do íleo e do ísquio podem ser descritas como angular (pontuada como 1), angular levemente arredondada (pontuada como 2), arredondada (pontuada como 3), parcialmente visível (pontuada como 4) e não visível (pontuada como 5) (Ferguson et al., 1994). Descrições possíveis para as demais regiões a serem avaliadas são apresentadas na Tabela 6. A partir da pontuação atribuída para cada região avaliada estabelece-se o escore de condição corporal da vaca. Lembrando que esse sistema admite variações mínimas de 0,25 pontos.

Segundo Amorim (2009), a avaliação do ECC deve ser realizada ao menos em quatro momentos durante o ciclo produtivo da vaca: secagem, parto, pico de

lactação e no momento da cobertura. Os valores recomendados por Ferguson et al. (1994) apud Amorim (2009) para o ECC nas diferentes fases produtivas das vacas são apresentados na Tabela 6. De uma maneira geral, deve-se evitar que vacas apresentem escore muito reduzido ou muito elevado, pois isto pode acarretar sérios prejuízos quanto à produção e saúde das vacas (Amorim, 2009).

Tabela 6 - Caracterização de regiões avaliadas para definição do ECC

Região	ECC			
	5	3	2	1
Tuberosidade do ísquio	Não visível	Arredondado	Angular-arredondado	Angular
Tuberosidade do íleo	Não visível	Arredondado	Angular-arredondado	Angular
Ligamento sacral	Não visível	Ligeiramente visível	Visível	Pontiagudo
Ligamento coccígeo	Não visível	Ligeiramente visível	Visível	Pontiagudo
Porcessos transversos das vértebras lombares	Não visível	Ligeiramente visível	Visível	Pontiagudo
Processos espinhosos das vértebras lombares	Não visível	Ligeiramente visível	Visível	Pontiagudo
Passagem da parte mediana das vértebras lombares para as bordas do lombo	Plana	Inclinada	Ligeiramente curva	Acentuadamente e curva

Adaptado de Ferguson et al. (1994).

Analisando a Tabela 7, pode-se observar que existe uma variação de ECC (intervalo sugerido) passível de ocorrência dentro do sistema de produção sem que haja prejuízos para a vaca. Isto se deve em parte à genética, vacas mais produtivas tendem a atravessar um período de balanço energético negativo mais intenso e por tal motivo podem perder mais ECC do que vacas menos produtivas.

Tabela 7 - Escore de condição corporal ideal e intervalo sugerido para cada fase produtiva de vacas leiteiras

<b>Fase</b>	<b>ECC ideal</b>	<b>Intervalo sugerido</b>
Período seco	3,00	2,75 a 3,25
Parto	3,00	2,75 a 3,25
Início da lactação	2,50	2,50 a 2,75
Meio da lactação	2,75	2,50 a 2,75
Fim da lactação	3,00	2,75 a 3,00
Novilhas em crescimento	2,75	2,75 a 3,00
Novilhas ao parto	3,00	2,75 a 3,25

Para a avaliação visual do ECC é de extrema importância que o treinamento do observador. Observadores com boa experiência são capazes de avaliar pequenas mudanças no ECC, além de realizarem a avaliação de maneira bastante ágil. Segundo Ferguson (1994), observadores experientes designam o mesmo ECC para a mesma vaca em 58 a 67% das vezes, e discordam em apenas 0,25 unidades de ECC em 21 a 34% das avaliações, demonstrando que, apesar de subjetivo, é um método que, se bem aplicado, consegue nivelar de forma bastante razoável as avaliações de ECC. A Figura 12 nos traz a imagem de vacas apresentando três escores de condição corporal diferentes.

Observa-se que o animal A apresenta suas formas um pouco menos angulares, apresentando alguma cobertura muscular e adiposa, recebendo ECC 2,0. A vaca B apresenta suas formas mais equilibradas com uma boa cobertura muscular e adiposa sem, no entanto, deixar de apresentar a ossatura visível, apresentando ECC 3,0. A vaca C demonstra maior cobertura muscular, sendo que a ossatura se torna pouco evidente, apresentando ECC 4,0.

Vista posterior

Vista lateral

Escore 2: Vaca A



Escore 3: Vaca B



Escore 4: Vaca C



Figura 12 – Diferentes escores de condição corporal.

## 6.1. Utilizando a ultrassonografia para acessar as reservas energéticas

O uso da ultrassonografia para a avaliação das reservas energéticas de vacas leiteiras baseia-se na existência de uma alta correlação entre a espessura da gordura subcutânea na região dorsal da vaca (backfat) e seu conteúdo total de gordura (Domecq et al., 1995), a qual representa a maior parte das reservas energéticas de vacas leiteiras.

A região avaliada é uma camada de gordura subcutânea localizada entre a pele a fáscia profunda, entre os músculos glúteo médio e longísimus dorsi. O exame deve ser realizado na região sacral entre o ísquio e o íleo (Figuras 13 e 14) (Schröder & Staufenbiel, 2006).



Figuras 13 e 14 - Local onde se deve realizar o exame de ultrassonografia para avaliação da espessura de gordura subcutânea dorsal (vista lateral).

O uso da ultrassonografia para avaliação das reservas energéticas de vacas leiteiras possui como vantagens o fato de ser um método não invasivo, de alta correlação com as reservas totais de gordura, rápido, preciso e de fácil uso (Bewley & Schutz, 2008). No entanto, é um método que depende da disponibilidade de um equipamento de custo elevado, sendo neste ponto menos vantajoso do que o uso do ECC. Schröder & Staufenbiel (2006) estabeleceram uma relação entre ECC, espessura da gordura subcutânea dorsal e o conteúdo total de gordura corporal (Tabela 8).

Tabela 8 - Relação entre ECC, espessura da gordura subcutânea dorsal (EGS) e conteúdo total de gordura corporal (CTG)

Descrição	ECC	EGS (mm)	CTG (kg)
Emaciada	1,0	<5	<50
Muito pobre	1,5	5	50
Pobre	2,0	10	76
Moderada	2,5	15	98
Boa	3,0	20	122
Muito boa	2,5	25	146
Gorda	4,0	30	170
Muito gorda	4,5	35	194
Obesa	5,0	>35	>194

Adaptado de Schröder & Staunfenbiel 2006.

Uma vez realizada tal associação, é possível monitorar as reservas corporais de vacas leiteiras utilizando os benchmarks já estabelecidos para o ECC em diferentes fases produtivas. A Figura 15 (Schröder & Staunfenbiel, 2006), traz o exemplo de um animal com EGS de 16 mm e que, portanto, apresenta ECC entre 2,5 e 3,0.

Este sistema tem sido amplamente utilizado na Alemanha, baseado em uma curva padrão de variação do EGS desenvolvida para o rebanho alemão (Schröder & Staunfenbiel, 2006).

O uso da ultrassonografia mostra-se como um método quantitativo e que viabiliza a comparação entre diferentes avaliadores, raças e rebanhos. Além disso, a sensibilidade dos equipamentos de ultrassom permite detectar pequenas variações nas reservas corporais, as quais seriam imperceptíveis utilizando o sistema de ECC (Schröder & Staunfenbiel, 2006).

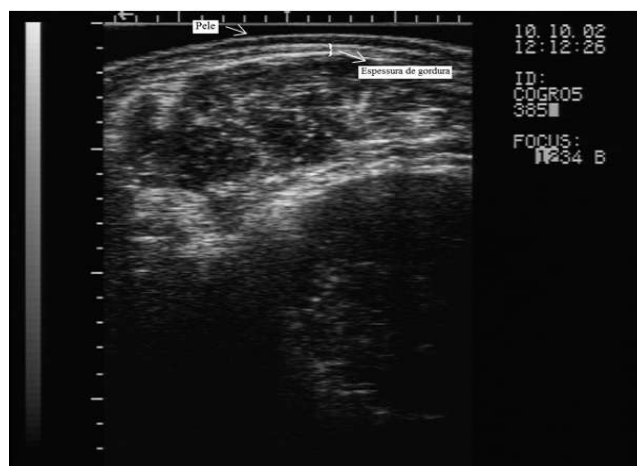


Figura 15 - Exemplo de um animal com 16 mm de EGS.

Como foram demonstradas anteriormente, as vacas alimentadas à vontade no pré-parto têm maior CMS, contudo existe uma ligação entre a condição corporal ao parto e CMS, produção de leite, reprodução e saúde (Sniffer & Ferguson, 1991; Fournier 2010). Não obstante, Pires et al. (2013) afirma que os efeitos de ECC no CMS podem resultar das interações das dietas pré e pós-parto; as vacas com ECC médio (3,13) tendiam a ter maior CMS pós-parto, comparadas com as do grupo de baixo ECC (2,33) e as de alto (4,17).

## **6.2. O ECC durante o período de transição**

Embora seja possível corrigir uma condição corporal insuficiente, promovendo o aporte de nutrientes para atender a um ganho de condição corporal moderado (máximo de meio ponto de condição corporal) durante o período seco (Disenhaus et al., 1985), deve-se ter muito cuidado, já que inúmeras pesquisas têm mostrado que vacas supercondicionadas (escore da condição corporal igual ou acima de 4) consomem menos alimentos no pré-parto e no pós-parto, apresentando alta incidência de problemas metabólicos (Garnsworthy & Topps, 1982; Sniffen & Ferguson, 1991; Grummer, 1999; Douglas, 2006; Fournier, 2010). Em estudo realizado por Grummer & Hayirli (2000), os autores encontraram que vacas magras (escore 2) e moderadas (escore entre 3 e 4) mantiveram o consumo de alimentos até os dias próximos ao parto, e as vacas obesas (escore > 4), diminuíram o consumo rapidamente desde aproximadamente 15 dias antes do parto (Figura 16). Conclui-se que a obesidade pode ter efeito tão nefasto quanto à falta de condição corporal no momento do parto.

Em outros trabalhos, Santos et al. (2011) relataram que vacas classificadas como magras e condição moderada apresentaram uma menor intensidade de declínio no CMS quando comparadas com as vacas consideradas obesas. Sendo assim, vacas com escore corporal excessivamente elevado podem sofrer as consequências negativas do BEM numa mesma intensidade ou até mesmo numa intensidade maior do que vacas que apresentam ECC baixo no momento do parto. Estudos tem demonstrado que vacas excessivamente gordas no momento do parto são mais susceptíveis a ocorrência de distúrbios metabólicos como, por exemplo, acetonemia, síndrome do fígado gorduroso, febre do leite ou hipocalcemia, mastite, deslocamento de abomaso e problemas de locomoção (Grummer, 1993).

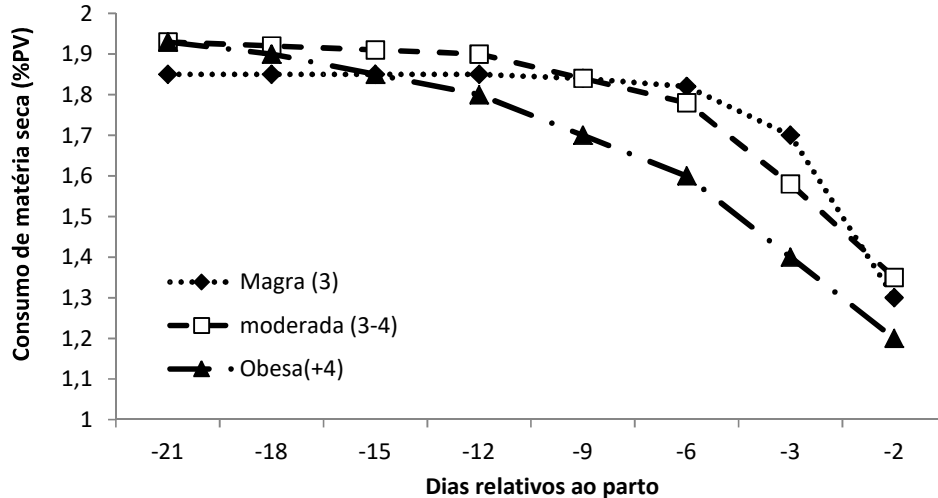


Figura 16 - Consumo de matéria seca estimado após o parto para vaca de primeira cria pesando 545 kg. (Adaptado de Grummer & Hayirli, 2000).

Pires et al. (2013), observaram efeitos unicamente de classe numéricas do ECC na produção de leite durante as primeiras 7 semanas de lactação, onde as vacas magras (2,33) produziram 3 kg/d menos que as vacas do grupo de médio ECC (3,13), com uma produção de 1,2 kg/d a mais que o grupo de alto ECC (4,17). Esses autores observaram também que vacas do grupo de alto ECC (4,17) produziram leite com maior conteúdo de gordura comparado com as vacas magras, devido a maior disponibilidade e mobilização da gordura corporal.

É possível oferecer dietas que sejam capazes de disponibilizar os nutrientes necessários mesmo com um CMS reduzido, e é necessário, no entanto, avaliar quais são os impactos do uso de tais dietas quanto à saúde das vacas bem como a viabilidade econômica de tal estratégia. O recomendável é realizar um manejo alimentar correto, ou seja, o animal que estiver com escore corporal baixo deve ganhar peso a fim de chegar ao parto com escore adequado e caso o escore esteja adequado só assim seria a recomendação de limitar o consumo.

## 7. INTERAÇÃO DA LEPTINA NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO

A leptina é um hormônio produzido principalmente no tecido adiposo, que inibe o consumo (Morrison et al., 2001) e sub-regula deposição de tecido adiposo (Halaas et al., 1995). Block et al. (2001) demonstraram que a leptina se correlaciona negativamente com a quantidade de ácidos graxos não esterificados, mas reflete a

quantidade de mobilização de gorduras. Além disso, há evidências de que a leptina influencia positivamente a fertilidade. Por exemplo, a leptina foi relatada por restaurar a fertilidade em ratos (Chehab et al., 1996) e por acelerar o início da puberdade feminina normal em roedores (Ahima et al., 1996). Adicionalmente, as flutuações nas concentrações de leptina no plasma podem estar relacionadas com a concentração de LH em ovinos (Nagatani et al., 2000).

### **7.1. Interação da Leptina na reprodução**

O rápido declínio nas concentrações de estradiol no soro ao parto, retiram o bloqueio exercido por este hormônio sobre o eixo hipotálamo-hipófise durante a gestação, estimula-se a síntese de RNAm para a produção de gonadotrofinas e aumenta a liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (Robinson J.J., 1996). As gonadotrofinas da adenohipófise enchem seus grânulos de LH, mas, apesar deste hormônio ser necessário para a maturação folicular e ovulação, ele não alcança as concentrações séricas necessárias para induzir a ovulação devido ao efeito do vínculo entre a vaca e o bezerro em rebanhos com gado mestiço, por exemplo Girolando (Griffith et al., 1996., Stagg et al., 1998., William et al., 1993), a frequência de sucção do bezerro (Griffith et al., 1996., William et al., 1996) e à mudanças na condição corporal (Castillo et al., 1997., Henao et al., 2000), onde todos induzem uma liberação pulsátil de baixa frequência e baixa amplitude, que inibem a ovulação.

Giraldo et al. (2008) encontraram que a expressão de genes relacionados à síntese de LH foi significativamente maior em vacas que apresentaram dominância folicular, tinham ovulado ou não, comparado com as vacas que não tinham dominância folicular e só apresentavam folículos em crescimento. Durante o período de dominância folicular, são produzidas altas quantidades de estrogênios (especialmente  $\beta$ -estradiol), necessários para a ovulação. O pico pré-ovulatório do pulso de LH acontece logo após o pico de estradiol (Ginther et al., 1996), embora, a ausência deste na ovulação pós-parto, pode dever-se a uma diminuição na gênese de esteroides, que estão regulados tanto por LH como pela leptina (Figura 17).

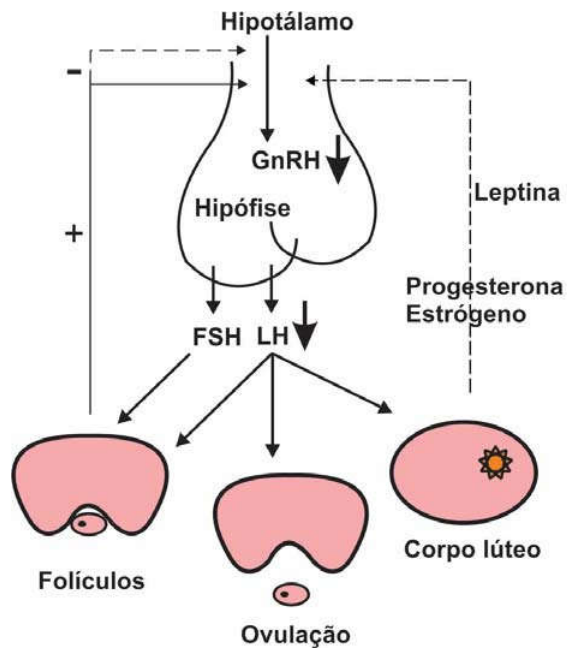


Figura 17 - Interação da leptina na reprodução.

A leptina transporta a informação para o sistema nervoso central (SNC), especificamente o hipotálamo, onde interage com diferentes neuropeptídeos, como neuropeptído Y (NPY-, orexina, galanina, etc.), e desencadeia vias de sinalização que provocam respostas fisiológicas complexas (anorexia, orexia), que pode estar relacionada com os níveis na circulação sanguínea do fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-I) (Miner, 1992; Hillebrand et al., 2002). Tanto o IGF-I quanto a leptina exercem efeitos sobre as gonadas, e a atividade esteroidogênica para o desenvolvimento folicular (Ferreira et al., 2002; Smith et al., 2002).

## 7.2. Efeito no sistema imunológico

Durante o período de transição o sistema imunológico da vaca está altamente comprometido, já que a função dos neutrófilos e linfócitos se deprime junto com a diminuição da concentração no plasma de outros componentes do sistema imune. A leptina tem funções na imunidade, pois atuam na produção de citocinas, proteínas que regulam a função de células e na resposta da comunicação intracelular. Também está relacionada à produção de macrófagos, células do sistema imunitário, como leucócitos. Portanto, o emagrecimento agudo pode resultar em diminuição nos níveis de leptina, supressão da resposta imune e aumento da susceptibilidade a infecções.

### 7.3. Leptina e o BEN

Liefers et al. (2003) avaliaram as concentrações plasmáticas de leptina em vacas em transição, e encontraram que as concentrações durante o final da prenhez são elevadas (Figura 18) e declínio das concentrações de leptina antes e após o início da atividade lútea observada ao primeiro estro.

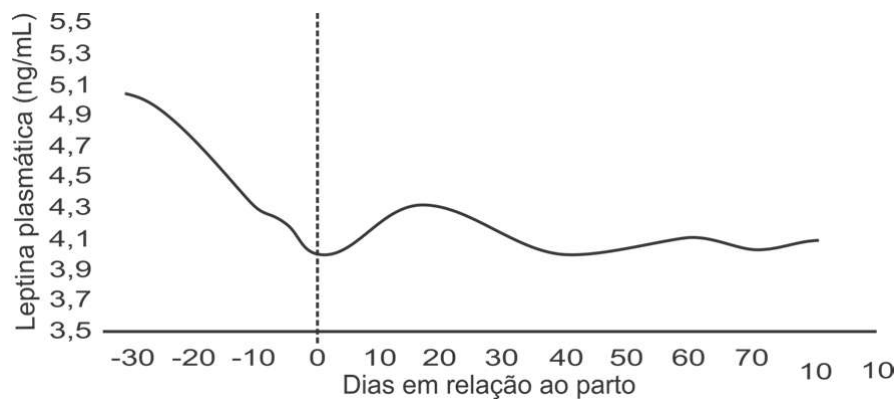


Figura 18 - Concentrações plasmáticas de leptina, em vacas no período de transição. (Adaptado de Liefers et al., 2003).

Como hormônio da saciedade, a leptina pode mudar em resposta ao consumo de alimentos com alto teor calórico e suprimir o apetite, aumentar a taxa de metabolismo, ganho de peso médio e a deposição de gordura (Baskin et al., 1999). No hipotálamo desempenha um papel na regulação do consumo de alimentos e na homeostase de energia (Miner, 1992). Propõe-se que o hipotálamo ventromedial contém o centro da saciedade, e o hipotálamo lateral centro da fome, o que está intimamente relacionado com a presença de receptores de leptina (Ingvarsen e Boisclair, 2001; Leibowitz e Wortley, 2004).

## 8. DOENÇAS E DISTÚRBIOS METABÓLICOS ASSOCIADOS AO BEN

Conforme já discutido, vacas com escore de condição corporal inadequado para cada fase produtiva estão altamente propensas à incidência de enfermidades. Segundo Waltner et al. (1994), a diminuição da ocorrência de problemas sanitários e distúrbios metabólicos é um dos maiores benefícios de manejar o escore de condição corporal, de modo que as vacas apresentem sempre ECC dentro dos limites recomendados. Além do escore de condição corporal momentâneo, também as

mudanças de ECC estão associadas a problemas sanitários. Nos próximos tópicos serão abordados algumas enfermidades associadas ao período de transição.

## 8.1 Cetose

A cetose é um distúrbio metabólico altamente relacionado ao balanço energético negativo, especialmente quando as vacas apresentam escores de condição corporal elevados ao parto, estando associada à falta de precursores de glicose, situação típica do período de transição (Nascimento & Dias, 2009). Trata-se de um quadro no qual há elevada concentração sérica de corpos cetônicos (Tabela 9), os quais são produtos intermediários da quebra de gorduras. Três compostos são normalmente denominados corpos cetônicos: acetona,  $\beta$ -hidroxibutirato e acetoacetato. No entanto, apenas o acetoacetato e a acetona são do grupamento cetona, já que no  $\beta$ -hidroxibutirato o grupamento cetona é substituído por um grupamento hidroxil (Santos, 2006). Durante o balanço energético negativo, os ácidos graxos não esterificados (AGNE) apresentam níveis elevados, principalmente em vacas com condição corporal elevada (Bewley & Schutz, 2008).

Tabela 9 - Concentrações séricas de metabólitos em vacas sadias ou com cetose subclínica e clínica

Parâmetro	Cetose		
	Normal	Subclínica	Clínica
$\beta$ -hidroxibutirato (mg/dL)	< 10	10 a 20	> 20
Glicose (mg/dL)	55 a 70	35 a 50	< 35
AGNE ( $\mu$ Eq/L)	< 400	400 a 800	> 1.000

(Adaptado de Santos, 2006)

Este distúrbio é caracterizado por mobilização lipídica durante um período em que há alta necessidade de glicose, a qual não pode ser suprida pela alimentação, pois a glicose está sendo direcionada para a glândula mamária, resultando em hipoglicemia, aumento dos níveis séricos de ácidos graxos não esterificados (AGNE) (Harmeyer e Schlumbohm, 2008).

Os corpos cetônicos podem ser utilizados como fonte de energia pelo sistema nervoso central, tecido muscular, útero grávido, tecido adiposo (lipogênese) e glândula mamária (lipogênese).

A cetose clínica caracteriza-se por rápida perda de escore corporal, diminuição da produção, fezes secas, anorexia, ocasionalmente sinais nervosos quando a concentração de corpos cetônicos nos fluidos corporais é muito alta (Souza e Souza, 2010). Já a cetose subclínica é caracterizada como estágio inicial da cetose clínica, sem alterações clínicas, mas com elevação dos corpos cetônicos sanguíneos. As alterações mais observadas são hipoglicemia (até 90% da glicose pode ser desviada para síntese de lactose) e cetonemia, principalmente BHBA. Além dessas alterações, observa-se também elevação dos níveis de colesterol e aumento de enzimas sinalizadoras de lesão no fígado como ALT (Aspartato Transaminase) e ALP (Fosfatase Alcalina) devido ao aumento da mobilização de gordura corporal e possíveis danos hepáticos causados pelos corpos cetônicos (Duffield, 2011).

Os sinais clínicos observados para esses casos podem incluir perda extrema de condição corporal, sinais nervosos e diminuição do consumo alimentar e produção de leite (Baird, 1982). No entanto, os sinais de cetose são muitas vezes sutis e perdidos, podendo se tornar uma doença subdiagnosticada.

De acordo com Santos (2006), a hiperketonemia no início da lactação está associada à redução da produção de leite de 1 a 4 kg/dia. No entanto, casos clínicos de cetose estão associados a reduções de produção mais severas.

McArt et al., 2012 avaliaram 1717 vacas oriundas de quatro freestall. Foi verificado uma prevalência de cetose subclínica de 43,2% (741 vacas) nestes rebanhos. Para cada aumento da concentração de 0,1mmol/L no teste de vacas com cetose subclínica, observou-se aumento de 1.1 e 1.4 vezes risco de ocorrer deslocamento de abomaso e descarte, além de perda de 0,5 kg de leite até os primeiros 30 dias de lactação. Neste mesmo estudo, também foi observado que vacas diagnosticadas com cetose subclínica entre três e cinco dias pós-parto apresentaram 6.1 vezes mais chance de ter deslocamento de abomaso comparados aquela diagnosticadas após seis dias de lactação.

Diante disso, a cetose é associada a probabilidades significativamente mais altas em vacas recém paridas, em condições de metrite, mastite, deslocamento de abomaso, claudicação e distúrbios gastrointestinais (Berge e Vertenten, 2014).

Uma vez que o ECC exerce papel fundamental sobre o comportamento do CMS no período de transição, é de extrema importância, para a prevenção da cetose, que este seja monitorado e controlado com rigor. Vacas com elevado ECC apresentam CMS reduzido, em parte pela maior produção de leptina pelo tecido adiposo, a qual exerce

um efeito inibitório sobre a atividade do neuropeptídeo Y, responsável pelo estímulo do apetite (Santos, 2006). Nos próximos tópicos serão apresentadas algumas alternativas que podem ser utilizadas em conjunto com o manejo do ECC para a prevenção da cetose.

### **8.1.1. Precursores Gliconeogênicos**

Conforme discutido no tópico acima, a maior parte da glicose utilizada por uma vaca leiteira (cerca de 70%) é proveniente da gliconeogênese hepática (Santos, 2006). Sendo assim, o fornecimento de substâncias que promovam maior produção de glicose tende a diminuir a cetogênese.

Entre os precursores gliconeogênicos encontram-se o propilenoglicol, o propionato de cálcio e o glicerol, os quais são parcialmente fermentados pela microbiota ruminal sendo, portanto, parcialmente absorvidos pelo epitélio ruminal e transportados para o fígado pelo sistema porta onde são convertidos em glicose (Santos, 2006).

O melhor uso desta alternativa ocorre quando seu fornecimento é realizado individualmente e não incorporado a dieta. Isto porque, neste último caso, a presença destes compostos pode causar uma redução no CMS. O influxo de tais compostos deve ser realizado em doses mais concentradas e não a mercê do consumo dos animais, o que poderia provocar um consumo esporádico durante o dia e em quantidade insuficiente para promover uma resposta efetiva. Sendo assim, o fornecimento de precursores de gliconeogênese deve ser realizado em dose única diária. Além disso, o uso deve ser restrito às últimas duas semanas de gestação e aos primeiros 10 a 15 dias de lactação (Santos, 2006).

É importante lembrar que o fornecimento de concentrado também é um importante fornecedor de precursores gliconeogênicos (propionato) e o seu maior uso no peri-parto pode aumentar a síntese de glicose no fígado e ajudar na prevenção da glicose. Quando esta estratégia não é suficiente para prevenir a cetose, o uso de precursores gliconeogênicos acima apresentados devem ser utilizados.

### **8.1.2. Niacina**

Niacina ou vitamina B3 é necessária para a síntese de NAD<sup>+</sup> e NADP<sup>+</sup> no citoplasma celular. Tais compostos são coenzimas fundamentais para o metabolismo

de carboidratos, proteínas e lipídeos. Ruminantes são capazes de sintetizar niacina seja pelo processo de fermentação ruminal ou a nível celular através do aminoácido triptofano. No entanto, tem-se observado que a suplementação de vacas leiteiras com niacina leva a uma redução na mobilização de reservas corporais durante período de transição. O mecanismo pelo qual a niacina promove tal efeito ainda não está elucidado para ruminantes. Em animais de laboratório e humanos, sabe-se que a niacina atua inibindo a lipase hormônio sensível (Santos, 2006). É provável que esta estratégia surta efeito apenas em animais com alta condição corporal.

Madison Anderson et al., 1997, relataram em seus resultados (Tabela 10) que as dietas contendo gordura insaturada suplementar, fornecidos a vacas de alta produção, podem aumentar a produção de leite e a proporção de ácidos graxos insaturados na gordura do leite. As interações de gordura e niacina para concentrações de ácidos graxos do leite indicam que a suplementação de niacina pode ser uma forma de aumentar ainda mais a concentração de ácidos graxos insaturados no leite.

Tabela 10 - Produção e composição do leite para vacas alimentadas com a dieta controle (C) e a dieta contendo suplementação de gordura (F) com ou sem niacina (N).

Item	Dieta				Principal Efeito		
	C	C+N	F	F+N	F	N	F x N
Leite (kg/d)	31.9	32.2	35.1	35.5	<0.01	0.37	0.80
PLC (kg/d)	30.2	31.3	33.8	33.8	<0.01	0.23	0.22
Gordura (%)	3.11	3.32	3.33	3.22	0.43	0.49	0.03
Proteína (%)	3.03	3.11	2.96	2.92	<0.01	0.25	<0.01

PLC=Produção de leite corrigida

Adaptado de Madison Anderson et al. (1997)

## 8.2. Hipocalcemia

A hipocalcemia é um transtorno metabólico em que os mecanismos homeostáticos não conseguem manter concentrações normais de Ca do sangue no início da lactação (Goff e Horst, 1997a). Este distúrbio se manifesta em geral cerca de 24 a 72 horas após o parto em vacas leiteiras de alta produção e se torna de extrema importância na bovinocultura de leite, devido aos prejuízos diretos ao sistema pelo custo do tratamento, mortes e complicações secundárias como mastite

clínica, retenção de placenta, metrite e deslocamento de abomaso (Nascimento & Dias, 2009).

Consideremos um exemplo hipotético de uma vaca produzindo 10 litros de colostro, este animal perde em torno de 23 g de Ca em uma única ordenha. Esta quantidade de cálcio representa aproximadamente nove vezes a quantidade total de cálcio normalmente presente no plasma sanguíneo de vacas leiteiras (Horst et al., 1997). Além disso, é preciso ressaltar que, antes do parto, as exigências de cálcio são bem inferiores, o que faz com que os mecanismos de mobilização de cálcio de origem endógena não estejam ativados agravando a situação.

Segundo Curtis (1994), a consequência deste aumento súbito dos requerimentos de cálcio é que todas as vacas experimentam algum grau de hipocalcemia nas primeiras 24 horas após o parto, até que sua demanda seja reestabelecida.

Em torno de 99% do cálcio corporal está em forma inorgânica, como sais de hidroxapatita na matriz óssea. O restante do cálcio presente no corpo está distribuído no espaço vascular e a nível celular. O Ca presente no espaço vascular pode ser encontrado de três formas:  $Ca^{++}$  ou Ca ionizável (55%), o qual está prontamente disponível para uso celular; estar também associado a albumina (40 a 45%); ou na forma de sais (5%). A diminuição do pH sanguíneo leva a uma diminuição na afinidade da albumina com o Ca.

Santos, 2006 relatou que o consumo e absorção do Ca, a reabsorção de Ca do tecido ósseo, bem como o filtrado glomerular são os fatores determinantes da concentração de Ca no sangue. Tais processos são regulados por dois hormônios, o paratormônio (PTH), a calcitonina e a Vitamina D3. Para que possamos compreender melhor as estratégias utilizadas para minimizar os efeitos da hipocalcemia, é necessário que conheçamos os mecanismos pelos quais a concentração de  $Ca^{++}$  é regulada.

As concentrações de Ca no sangue giram em torno de 8,5 a 10,0 mg/dL. Para tal, mecanismos de homeostase são constantemente ativados, tais mecanismos estão associados a paratireoide, a qual é responsável pela produção e secreção de PTH. Baixas concentrações de Ca promovem a síntese e liberação do PTH, uma vez liberado este age sobre as células renais estimulando a síntese de vitamina D3, a qual promove maior absorção intestinal e reabsorção renal de Ca. O PTH age também sobre os osteoclastos, promovendo a mobilização de cálcio dos ossos. Por outro lado,

com aumentos nas concentrações de Ca circulante no sangue, ocorre inibição do PTH e a paratireoide passa a sintetizar calcitonina, que por sua vez inibe a mobilização de Ca dos ossos e aumenta a perda de Ca na urina, controlando a concentração sanguínea de Ca e evitando a hipercalcemia (Santos, 2006).

Os mecanismos para manter a concentração normal de Ca no sangue funcionam de forma eficiente a maior parte do tempo, mas, ocasionalmente, esses mecanismos homeostáticos falham e a hipocalcemia acontece. Compreender como e por que eles falham pode permitir que o praticante desenvolva estratégias para evitar esses distúrbios. Pesquisas nos EUA sugerem que cerca de 5% das vacas desenvolverão hipocalcemia a cada ano e a incidência de hipocalcemia subclínica - valores de Ca do sangue entre 2 e 1,38 mmol / L (8 e 5,5 mg / dL) durante o período pós-parto - é de cerca de 50% em vacas mais velhas (Goof, 2008; Horst et al., 2003) O atual método de prevenção para hipocalcemia é através do fornecimento de dietas deficientes em cálcio na alimentação, bem como a provisão de Mg dietética. No entanto, a hipocalcemia continua a ser um problema na indústria de laticínios, independentemente destas técnicas de gestão e foi identificada como um fator de risco para outras doenças peripartas, como a mastite, retenção de placenta, cetose e deslocamento de abomaso (DeGaris e Lean, 2008; Ametaj et al., 2010). É relevante ressaltar que a ocorrência de hipocalcemia em bovinos está também relacionada ao balanço ácido-básico da vaca nos últimos dias de gestação. Nos tópicos seguintes serão abordadas duas estratégias passíveis de utilização para prevenção da hipocalcemia.

### **8.2.1. Dietas deficientes em cálcio**

A utilização de dietas deficientes em Ca resulta em um balanço negativo, levando a baixas concentrações de Ca no sangue e conseqüente aumento da produção de PTH. O aumento da secreção de PTH leva a maior mobilização do Ca dos ossos e promove maior absorção de Ca no intestino por efeito da Vitamina D3. No entanto, existe um problema prático neste método. Para que uma dieta deste tipo seja efetiva na prevenção da hipocalcemia, deve-se fornecer menos de 20 g/dia de Ca absorvível, o que nem sempre se consegue na prática em virtude da concentração de Ca nos alimentos usualmente utilizados em dietas de vacas leiteiras (Santos, 2006).

### 8.2.2. Balanço cátion-aniônico (BCA)

A utilização do balanço cátion-aniônico (BCA) como forma de evitar a ocorrência de hipocalcemia no rebanho está baseado na teoria de íons fortes proposta por Stewart (1983). Segundo esta teoria, uma alteração nos íons de uma solução é capaz de causar alterações no pH desta solução.

Para realização do BCA de dietas de vacas no pré-parto tem sido utilizado como ânions o Cl<sup>-</sup> e o S<sup>2-</sup>, e como cátions o Na<sup>+</sup> e o K<sup>+</sup>, pois estes possuem grande importância no metabolismo, balanço ácido-base, balanço osmótico, mecanismos de bombeamento e integridade de membranas (Block, 1994). Além disso, estes minerais apresentam alta taxa de absorção no intestino e maior concentração em mEq (Santos, 2006). Com relação a outros minerais como Ca, P e Mg, ainda não se compreende totalmente seus papéis em tal equilíbrio e, portanto, eles não têm sido utilizados para tal fim (Leite et al., 2003).

A intenção de tais dietas é deslocar o balanço para uma dieta aniônica, fazendo com que mais H<sup>+</sup> seja retido, resultando em uma pequena acidose metabólica. Esta condição de pH sanguíneo ligeiramente ácido promove maior atividade do PTH, promovendo uma maior mobilização óssea de Ca.

Em seu estudo, Moore et al., 2000 avaliaram os efeitos de diferentes dietas BCA em vacas e novilhas holandesas. Os tratamentos avaliados foram uma dieta controle, com BCA positivo (+15 meq/100 g de MS), uma dieta formulada para BCA zero e uma dieta com BCA negativo (-15 meq/100 g MS). O balanço foi calculado pela diferença:  $\text{meq} [(Na + K) - (Cl + S)]/100 \text{ g de matéria seca}$ . A concentração de cálcio da dieta foi aumentada conforme decrescia o BCA (através da suplementação com CaCO<sub>3</sub>). Esses autores observaram que somente aquelas vacas que receberam a dieta com BCA -15 tiveram valores de cálcio ionizado adequados e as novilhas mantiveram a homeostase do cálcio ao parto, independentemente da dieta, porém o CMS foi menor quando alimentadas com a dieta de -15 BCA, devido seu menor peso. Diante disso eles sugerem que novilhas não recebam dietas aniônicas (Moore et al., 2000).

As novilhas pouco se beneficiam das dietas aniônicas, mesmo porque dificilmente uma primípara terá hipocalcemia. Além disso, dietas aniônicas deprimem o consumo e isto é ainda mais prejudicial para fêmeas jovens.

Em relação ao tempo de fornecimento da dieta, Lean et al. (2006) mostraram em sua meta-análise que aumentando o tempo de fornecimento da dieta de 20 para 30 dias, aumenta o risco de hipocalcemia em 42%. Weich et al. (2013) analisaram o tempo de fornecimento a dieta aniônica de até 42 dias para evitar o manejo excessivo no pré-parto e minimizar os efeitos do estresse em novas socializações com rearranjos dos lotes. Eles verificaram que o efeito na produção pós-parto, balanço energético e homeostase de cálcio das vacas de leite que foram alimentadas durante 42 dias foi semelhante às vacas alimentadas apenas com 21 dias. No estudo, houve o acompanhamento de distúrbios metabólicos e no grupo controle foram relatos 16 vacas com problemas, no grupo que foi alimentado apenas 21 dias com a dieta aniônica foram relatadas 10 vacas e no grupo alimentado com 42 dias com a dieta aniônica foram relatadas 12 vacas. O estresse de nova socialização também compromete o manejo e o conforto dos animais, mas os benefícios encontrados fazendo um lote pré-parto consumindo a dieta aniônica com uma média de consumo de lote de 20 dias é adequado para evitar os distúrbios metabólicos.

Existem diversas formas de calcular o BCA de uma dieta (Santos, 2006). Para exemplificar utilizaremos a metodologia de cálculo utilizada por Block (1994), considerando que a biodisponibilidade destes minerais é igual, como segue:

$$\text{BCA (mEq/kg)} = \{(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{2-})\}$$

De posse da composição da dieta em relação a tais minerais e da relação de mEq de íons para cada um dos minerais, podemos calcular o BCA da dieta. Suponhamos a seguinte composição da dieta:

Na = 0,13%

K = 1,1%

Cl = 0,6 %

S = 0,35%

Para cada kg da dieta, o animal consumirá as seguintes quantidades de minerais:

Na = 1.300 mg

K = 11.000 mg

Cl = 6.000 mg

S = 3.500 mg

Para cada um dos elementos, 1 mEq de íon é respectivamente:

Na = 23,0 mg

K = 39,1 mg

Cl = 35,5 mg

S = 16,05 mg

Com posse destas informações podemos calcular a quantidade de mEq de cada mineral na dieta:

Na =  $1.300 / 23 = 56,52$  mEq

K =  $11.000 / 39,1 = 281,33$  mEq

Cl =  $6.000 / 35,5 = 169,01$  mEq

S =  $3.500 / 16,05 = 218,07$  mEq

Assim sendo o BCA da dieta será:

BCA (mEq/kg) =  $(56,52 + 281,33) - (169,01 + 218,07) = - 49,23$  mEq/kg de matéria seca da dieta.

O intervalo recomendado para BCA de forma a elevar a eficiência deste método de prevenção é de  $- 50$  mEq a  $- 150$  mEq/kg de matéria seca da dieta (Santos, 2006). Portanto, nossa dieta hipotética deveria ter um teor de Cl e S um pouco maior de modo a apresentar-se dentro do intervalo sugerido.

Pesquisas americanas demonstraram que vacas da raça Holandesa alimentadas com uma dieta convencional para vacas em transição (50-90 gramas/ Cálcio / vaca/ dia) com um DCAD positivo e nenhuma suplementação de sal aniônico apresentaram 51% de hipocalcemia subclínica, 10% de hipocalcemia clínica e somente 39% estavam normais. Ao adicionar sais aniônicos as dietas, 20% estavam com hipocalcemia subclínica, 4% hipocalcemia clínica e 76% estavam normais (Oetzel et al., 1988). Como método eficaz e relativamente simples para evitar distúrbios metabólicos, tem sido proposto o fornecimento de sal ou suplemento mineral aniônico nas últimas semanas que antecedem o parto para um balanceamento cátion-ânion dietético (BCAD) negativo (Wilkens et al., 2012).

A escolha de alimentos que apresentem baixos níveis de sódio e potássio é um passo importante para a formulação de dietas com sais aniônicos para vacas secas. Silagem de milho ou de sorgo apresentam níveis de potássio geralmente inferiores a 1,5% e de sódio inferiores a 0,02% enquanto que alfafa apresenta níveis de potássio que variam entre 2,5 a 3,5% (NRC, 1989). Utilizando ingredientes com baixos níveis de sódio e potássio irá reduzir a quantidade de sais aniônicos necessários para alterar o BCA da dieta para que esta atinja valores negativos.

### 8.3. Deslocamento de abomaso

De acordo com Cameron et al. (1998), o deslocamento de abomaso é uma enfermidade que comumente afeta animais de grande porte e de alta produção leiteira após o parto. O custo associado à correção do deslocamento é alto e, além disso, a ocorrência de deslocamento de abomaso está associada a diminuição da capacidade produtiva da vaca (Figura 19).

Os três principais fatores de risco do deslocamento de abomaso incluem diminuição do preenchimento ruminal, dietas de alto concentrado e aumento da incidência de outras doenças, como fígado gordo, retenção de placenta, metrite e mastite (Eckel e Ametaj, 2016).

De acordo com Santos (2006), a associação de vacas leiteiras no período de transição e dietas que predispõem à esta enfermidade geram casos extremos de incidência de 10%. Dois eventos comuns durante o período de transição podem estar associados à ocorrência de deslocamento de abomaso: vacas com ECC muito elevados (acima de 4,5) e o aumento da densidade da dieta através do uso excessivo de concentrado (Shaver, 1997).

O uso de altos níveis de concentrado pode resultar em diminuição da motilidade abomasal e aumento do acúmulo de gás, tal acúmulo pode distender o abomaso e provocar o seu deslocamento (Nascimento & Dias, 2009). Outros fatores que influenciam a incidência de deslocamento são tamanho da cavidade abdominal, estágio de gestação, e talvez fatores externos como transporte, exercício, cirurgia anterior e stress (Breukink, 1991).

É recomendado, como forma de prevenir a ocorrência de deslocamento de abomaso, que desde o pré-parto já haja um aumento no fornecimento de concentrados, de forma a adaptar o rúmen a uma dieta com maior taxa de passagem, e limitar a quantidade de concentrado no pós-parto imediato, evitando a excessiva chegada de amido no abomaso da vaca recém parida. Além disso, deve-se garantir um aporte mínimo de fibra efetiva no rúmen, fazendo com que este se torne uma barreira física ao deslocamento de abomaso.

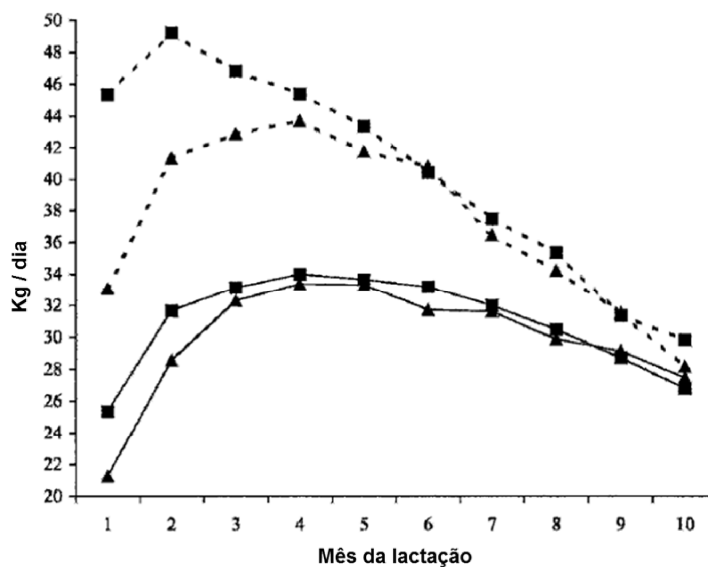


Figura 19 - Produção de leite de vacas (- - -) e novilhas (\_\_\_), sadias (□) e que apresentaram deslocamento de abomaso (▲) (Adaptado de Raizman & Santos, 2002).

## 9. ESTRATEGIAS NUTRICIONAIS

### 9.1. Aditivos

Os aditivos são substâncias ou microrganismos adicionados à dieta intencionalmente com objetivo de alterar o metabolismo promovendo melhor desempenho do animal de forma eficiente e segura. Para que eles cumpram com o seu propósito, é preciso conhecer as características de cada um deles a fundo, respeitando ainda quantidade de inclusão e a fase do animal.

Uma classe de aditivos bastante estudada e usada são os ionóforos, que atuam seletivamente em algumas bactérias ruminais, inibindo as bactérias gram-positivas e favorecendo o desenvolvimento das bactérias gram-negativas. O fornecimento dos ionóforos a bovinos é de acordo com a recomendação do fabricante (150 a 300 mg/cab/dia ou 250 mg/Kg de MS)

#### 9.1.1. Ionóforos

Os ionóforos são compostos poli-éster, com reduzido peso molecular. Estes compostos são produzidos a partir de várias espécies de *Streptomyces* sp. Os ionóforos atuam alterando a flora ruminal, agindo principalmente sobre microrganismos gram-positivos.

Uma das principais ações dos ionóforos é a redução da metanogênese ruminal, fenômeno proporcionado pela alteração da flora ruminal. Desta forma, microrganismos produtores de propionato são favorecidos pelo maior aporte de C e H<sup>+</sup>, o que aumenta a densidade energética da dieta em 3 a 4% e promove maior produção de glicose para o animal (Santos, 2006). Isto ocorre pois o propionato é utilizado pelos ruminantes na rota de gliconeogênese no fígado. Os principais efeitos dos ionóforos são: melhoria na eficiência do uso de energia devido ao aumento na produção de propionato e redução na produção de metano; melhora na utilização de compostos nitrogenados em função da redução na degradação proteica, com consequente diminuição na absorção de amônia e aumento na quantidade de proteína de escape; e diminuição na ocorrência das desordens metabólicas em função da redução na produção de lactato (Bergen e Bates, 1984).

A monensina sódica é o ionóforo mais utilizado em dietas de ruminantes. Ela age sobre bactérias Gram-positivas, influenciando a fermentação ruminal e resultando em maior produção de ácido propiônico, em detrimento do acético. Com isso, há um aumento no aporte de glicose (o propionato é o único ácido graxo volátil que pode ser metabolizado em glicose) para a síntese de leite, influenciando na produção devido ao maior número de precursores para a síntese de lactose (Gandra, 2009).

Walsh et al. (2007) encontraram que o tratamento com monensina CRC (cápsulas de liberação controlada) tem reduzido o risco de deslocamento do abomaso em 40% e o risco de várias doenças em 40%. Também encontraram que o tratamento com a monensina CRC reduziu a estimativa de BHBA em cada ponto de amostragem. Duffield et al., 2008, encontraram que a suplementação com monensina em vacas leiteiras reduz as concentrações sanguíneas de BHBA, acetoacetato e ácidos graxos não esterificados, aumenta as concentrações sanguíneas de glicose e ureia e não apresenta efeito nas concentrações de colesterol, cálcio, ureia do leite ou insulina.

Em termos gerais, as maiores respostas esperadas com o fornecimento de monensina são: 1) sobre a produção de leite, com melhorias de até 7% (McGuffey et al., 2001) e 2) sobre a condição corporal dos animais, com efeitos comprovados anti-cetogênicos, mitigando o balanço energético negativo típico de vacas de alta produção depois do parto (Sauer et al., 1989; Beckett et al., 1998; Duffield et al., 1999). Todavia, também tem efeito positivo sobre o controle da acidose ruminal

(Nagaraja et al., 1982), melhoria do uso de nitrogênio dietético (Ruiz et al., 2001) e na prevenção de inchaço ou enchimento de úbere (Lowe et al., 1991).

## 9.2. Lipídios

Do ponto de vista nutricional, o principal limitante na produção de vacas leiteiras é o consumo de energia. Assim, a suplementação lipídica é de fundamental importância no início da lactação, tanto para garantir o pico de produção, como para reposição da condição corporal (Pedroso et al., 2011).

Os benefícios da suplementação de vacas de leite com fontes de gordura têm sido bastante estudados. É bem conhecido que vacas ao início da lactação apresentam consumo deprimido de matéria seca, logo necessitam mobilizar reservas corporais, mas também podem se favorecer de dietas com alta densidade energética como a inclusão de lipídios suplementares (Pedroso et al., 2011).

Os lipídeos utilizados em rações de animais aumentam a capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecem ácidos graxos essenciais importantes para as membranas de tecidos, e atuam como precursores da regulação do metabolismo (Palmquist e Mattos, 2006).

Staples et al. (2001) cita que a resposta produtiva à utilização de gordura dietética para vacas em lactação pode resultar em acréscimos na produção de leite de 2 até 5 kg/vaca/dia, sendo necessário que os animais tenham período de adaptação longo a esta dieta para que respondam a alta energia oriunda dos lipídios, dessa forma, justificando a necessidade de utilizar gordura na dieta desde a transição. A primeira razão para ocorrência do aumento da produção de leite é a melhor eficiência de utilização da gordura dietética por vacas em lactação, onde as perdas energéticas são menores em relação aos demais grãos utilizados em concentrados, e a segunda razão ocorre em virtude do menor uso de concentrados e menor produção de ácido láctico no rúmen, com conseqüente menor redução de seu pH (Jerred et al., 1990).

O tipo de gordura suplementar também influencia o CMS. Gorduras hidrogenadas pouco influenciam o CMS, enquanto gorduras insaturadas podem promover uma significativa redução no CMS. Os efeitos de sais de cálcio sobre o CMS dependem fortemente de seu uso e nível de extrato etéreo na dieta (Allen, 2000).

Entretanto, as diferenças no consumo não são significativas quando as fontes de gordura são misturadas no concentrado, ou quando os animais são adaptados previamente (Staples et al., 1998; NRC, 2001). Normalmente, maiores impactos negativos do uso de gorduras são associados à redução da fibra no rúmen e maior produção de ácidos graxos trans oriundos da biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados, o que compromete a síntese de ácidos graxos na glândula mamária, inibindo a síntese de gordura no leite (Bauman; Griinari, 2001).

Tendo em conta que os AG têm efeitos nocivos na fermentação ruminal, especialmente sobre a digestibilidade da fração fibrosa da dieta em vacas leiteiras, passou-se a buscar alternativas para a utilização de suplementos lipídios numa forma que não afetasse muito os microrganismos do rúmen. Surgiu então a implementação de gorduras de origem animal, contudo, com a proibição do uso desse tipo de gordura, o uso de gorduras de origem vegetal comerciais ganhou bastante espaço no mercado da nutrição de bovinos leiteiros (Pedroso et al., 2011).

Karimian et al. (2015) realizaram um estudo com vacas alimentadas com dois níveis diferentes de gordura na dieta, durante o pré- e pós-parto, utilizando sais de cálcio de óleo de soja, e encontraram que vacas alimentadas com alto conteúdo de óleo na dieta pré-parto (1.60% sais de cálcio de óleo de soja) diminuíram o CMS comparadas com vacas com baixa inclusão de óleo (sem adição de óleo) (Tabela 11). Adicionalmente, Moallem et al. (2007) encontrou que vacas em transição alimentadas com sais de cálcio de cadeia longa, ácidos graxos ricos em ácidos graxos poliinsaturados, diminuem o consumo pré-parto, comparado com gorduras granuladas ricas em ácidos graxos saturados. De acordo com Relling et al. (2010), os efeitos negativos de uma dieta rica em gordura no CMS podem resultar em parte pela inibição da digestão das fibras por fontes de gordura insaturada, menor palatabilidade da dieta, e regulação metabólica do consumo por colecistoquinina sobre a saciedade do centro do cérebro (Reidelberger, 1994).

O NRC (2001) recomenda que a utilização de óleo na dieta seja feita de tal forma que não exceda em 7% os níveis de extrato etéreo (EE), sendo o valor recomendado entre 5 a 7%. A suplementação lipídica é normalmente utilizada para atender o aumento da exigência de energia durante o início da lactação e assim, auxiliar no retorno para o balanço energético positivo o mais rápido possível. No entanto, caso a vaca não ingira os nutrientes exigidos, o custo energético para a produção de leite deverá incluir também a energia para catabolizar o tecido corporal

e disponibilizá-lo para a produção de leite. Assim, se a inclusão de óleos na dieta resultar em um decréscimo acentuado no CMS, esse manejo nutricional não se torna válido.

Tabela 11- Efeito da dieta pré-parto sobre o consumo matéria seca (CMS), peso corporal e concentrações de metabólitos sanguíneos, durante o período pré-parto

Item	Dieta pré- parto			Valor-P	
	BG	HF	SEM	Dieta	Semana
CMS, Kg/d	16,2	12,6	0,15	<0,001	<0,001
CMS, % peso vivo (PV)	2,14	1,75	0,02	<0,001	<0,001
Média PV, Kg	762	725	11,3	0,26	<0,001
Metabólitos plasmáticos					
TG, mmol/L	0,37	0,4	0,02	0,43	<0,001
Colesterol, mmol/L	2,37	2,35	0,13	0,95	0,001
HDL, mmol/L	1,73	1,8	0,09	0,84	<0,001
LDL, mmol/L	0,68	0,75	0,06	0,63	0,17
VLDL, mmol/L	0,08	0,17	0,02	0,17	<0,001
LDL/HDL	0,36	0,39	0,03	0,78	0,15

TG=Triglicerídeos; HDL= lipoproteína de alta densidade; LDL= lipoproteína de baixa densidade; VLDL= lipoproteína de densidade muito baixa; BG= baixo teor de gordura; HF= alto teor de gordura. Adaptado a Karimian, et al. (2015)

O perfil bioquímico da vaca durante o período de transição é especialmente monitorado pelas concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (NEFA) e  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBA). Outros parâmetros também auxiliam no metabolismo desses animais, tais como: glicose, ureia sanguínea. Esses metabólitos estão relacionados com a redução no CMS entre -21 a +21 dias pós-parto. Assim, há um aumento no catabolismo de tecido adiposo e elevadas concentrações plasmáticas de NEFA (2 a 3 vezes).

Estudos condizidos na USP – Pirassununga avaliaram a inclusão de óleos na dieta de vacas no período de transição. Em 2009, Santos et al. avaliaram uma dieta controle (2,5% EE) e uma dieta com inclusão de óleo de soja (5,5% EE) e concluíram que a utilização de óleo de soja em rações para vacas no período de transição não influencia o consumo nem o desempenho produtivo, mas aumenta o consumo de energia e melhora o balanço de nutrientes durante o início da lactação. Rennó et al. (2014) avaliaram dietas pré parto e pós-parto com a inclusão de óleo de

soja e gordura protegida em comparação a uma dieta controle. Na dieta controle o teor de EE era um pouco inferior a 3% e nas demais dietas esse teor era em torno de 5% (óleo de soja ou sais de cálcio – gordura protegida). Já na dieta pós-parto, o teor de EE para as dietas com inclusão de lipídeos era próxima a 5,5%. Esses pesquisadores observaram que o CMS da dieta pós-parto foi afetada, sendo maior para o tratamento controle em relação as dietas com inclusão de lipídeo e quando comparando as duas dietas com inclusão, o maior valor foi observado para a dieta com sais de cálcio. A produção de leite não foi afetada pelas dietas. Mas quando considerando a PL corrigida para 3,5% de gordura, essa foi maior para o tratamento controle em relação as dietas com inclusão de lipídeos. O balanço de energia foi positivo para a dieta com sais de cálcio e negativo para a dieta com óleo, sendo essas duas diferentes. Não houve efeito das dietas para glicose, ureia,  $\beta$ -hidroxibutirato e AGNE no sangue. Nesse estudo parece que a inclusão de lipídeos não influenciou o BEN no período de transição, exceto pela ação negativa na PL corrigida para 3,5%. Rennó et al. (2013), concluíram que a inclusão de ácidos graxos insaturados teve efeitos positivos sobre o balanço de energia em vacas no início da lactação. O uso de sais de cálcio em dietas para vacas leiteiras durante o período de transição melhorou o balanço metabólico sem alterar a fermentação ruminal, o metabolismo de N ou o desempenho produtivo. Ainda, em um outro trabalho publicado, Rennó et al. (2014), esses autores observaram que a qualidade do leite é melhorada com a inclusão de ácidos graxos insaturados na dieta, pelo aumento do CLA (C 18:2 cis9- trans11).

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo alimentar no período de transição representa um desafio que os produtores leiteiros devem encarar diariamente. As exigências nutricionais são evidentes durante todo o periparto, triplicando-se e agravando ainda mais os efeitos que inevitavelmente vão sofrer as vacas neste período. Deve-se atentar para a necessidade de realizar o manejo nutricional visando minimizar os efeitos provocados pelo BEN sobre a produção, saúde e reprodução de vacas leiteiras, uma vez que a incidência de distúrbios nesta fase leva a sérios prejuízos seja pelo gasto direto com medicamentos, pela diminuição na produção de leite ou ainda por diminuir a longevidade de vacas que atravessam problemas nesta fase. Atenção mais

do que especial deve ser dada a novilhas e vacas de alta produção, as quais estão mais propensas a apresentarem distúrbios durante o período de transição.

## 11. REFERÊNCIA

AHIMA, R.S; PRABAKARAN, D.; MANTZOROS, C.; QU, D.; LOWELL, B.; MARATOS-FLIER, E.; FLIER, J. Role of leptin in the neuroendocrine response to nursing. *Nature*, v.382, p.250-252, 1996.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p. 1598-1630, 2000.

AMETAJ, B. N.; ZEBELI Q.; S. IQBAL. Nutrition, microbiota, and endotoxin-related diseases in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 433-444, 2010.

AMORIM, L.S. Manejo do balance energético negative e escore corporal. In: SILVA, J.P.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Org.). *Manejo e administração na bovinocultura leiteira*. 1 ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora LTDA, p. 129-150, 2009.

BAIRD, G. D. Primary ketosis in the high-producing dairy cow: Clinical and subclinical disorders, treatment, prevention, and outlook. *Journal of Dairy Science*. v. 65, p. 1-10, 1982.

BASKIN, D.G.; LATTEMANN, D.F.; SEELEY, R.J.; WOODS, S.C.; PORTE, D.JR.; SCHWARTZ, M.W. Insulin and leptin: dual adiposity signals to the brain for the regulation of food intake and body weight. *Brain Research*, 848: 114-123, 1999.

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, v.70, p.15-29, 2001.

BEAM S. W.; BUTLER W. R. Effects of energy balance on function follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, n.54, p.411-424, 1999.

BEAM, S. W.; BUTLER, W. R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of Reproduction*, v.56, p.133-142, 1997.

BECKETT, S.; LEAN, I.; DYSON, R.; TRANTER, W.; WADE, L. Effects of monensin on the reproduction, health, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.1563-1573, 1998.

BELL, A. W. Pregnancy and fetal metabolism. In: J. M. Forbes and J. France (Ed.) *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*, p 405. CAB International, Oxford, U . K. 1993.

BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.73, p. 2804-2819, 1995.

- BELL, A. W.; BURHANS, W. S.; T. R. OVERTON. 2000. Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59:119-126, 2000.
- BELL, A.W.; SLEPETIS, R.; EHRHARDT, R.A. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.78, p.1954-1961, 1995.
- BENQUET SUAREZ, Santiago Luis, M. Sc. Fatores envolvidos no consumo de matéria seca. Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2014.
- BERGE, A. C.; VERTENTEN, G. A field study to determine the prevalence, dairy herd management systems, and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v. 97, p.2145-2154, 2014.
- BERGMAN, E. N. Glucose metabolism in ruminants as related to hypoglycemia and ketosis. *Cornell Veterinary* 63:341, 1973.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*. Champaign, v.58, p.1465-1483, 1984.
- BEWLEY, J. M.; SCHUTZ, M. M. Review: an interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *The Professional Animal Scientist*, v. 24, p. 507-529, 2008.
- BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 1437-1450, 1994.
- BLOCK, S.S.; BUTLER, W.R.; EHRHARDT, R.A.; BELL, A.W.; VAN AMBURGH, M. E.; BOISCLAIR, Y.R. Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. *Journal Endocrinology*, v.171, p. 339-348, 2001.
- BREUKINK, H.J.: Abomasal displacement: Etiology, pathogenesis, treatment and prevention. *Bovine Practitioner*. 26:148-153, 1991.
- BUTLER, W. R. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, v.83, p.211-218, 2003.
- BUTLER, W. R. Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum dairy cows. *Animal Science Occas Publ*, v.26, p.133-145, 2001.
- CAMERON, R.E.; DYK, P.B.; HERDT, T.H.; KANEENE, J.B.; MILLER, R.; BUCHOLTZ, H.F.; LIESMAN, J.S.; VANDEHAAR, M.J.; EMERY, R.S. Dry cow diet, management, and energy balance as risks factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 132-139, 1998.
- CASTILLO, G. H.; RUÍZ, Z.T.; OLIVERA, M.; JIMÉNEZ, C. 1997. Reactivación ovárica posparto en vacas Cebú Brahman con relación al peso y la condición corporal. *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias*, 10:12-18, 1997.

CASTRO D.; RIBEIRO, C.; SIMÕES, J. Medicina da produção: monitorização do balanço energético negativo (BEN) em vacas leiteiras. REDVET. Revista electrónica de Veterinária, v. 10, n. 4, 1695-7504, 2008.

CHEHAB, F.F.; LIM, M.E.; RONGHUA, L. Correction of the sterility defect in homozygous obese female mice by treatment with human recombinant leptin. Natural Genetics, v. 12, p. 318-20, 1996.

CHEW, B. P.; ERB, R. E.; FESSLER, J. F.; CALLAHAN, C. J.; MALVEN, P. V. Effects of ovariectomy during pregnancy and of prematurely induced parturition on progesterone, estrogens, and calving traits. Journal of Dairy Science, v. 62, p. 557–566, 1979.

CHIBISA, G. E.; GOZHO, G. N.; VAN KESSEL, A. G.; OLKOWSKI, A. A.; T. MUTSVANGWA. Effects of peripartum propylene glycol supplementation on nitrogen metabolism, body composition, and gene expression for the major protein degradation pathways in skeletal muscle in dairy cows. Journal of Dairy Science, v. 91, p. 3512–3527, 2008.

CHILLIARD, Y. Physiological constraints to milk production: Factors which determine nutrient partitioning, lactation persistency, and mobilization of body reserves. World Review of Animal Production, 27:19–26, 1992.

CHILLIARD, Y.; REMOND, B.; SAUVANT, D.; VERMOREL, M. Particularités du métabolisme énergétique. Bull. Tech. CRZV Theix INRA, 53: 37-64, 1983.

COLAZO, M.G.; HAYIRLI, A.; DOEPEL, L.; AMBROSE, D. J. Reproductive performance of dairy cows is influenced by prepartum feed restriction and dietary fatty acid source. Journal of Dairy Science, v. 92, p. 2562–2571, 2009.

CURTIS, C. R.; ERB, H. N.; SNIFFEN, C. J.; SMITH, R. D. Epidemiology of parturient pareses: predisposing with emphasis on dry cow feeding and management. Journal of Dairy Science, v.67, p. 817-825, 1994.

DANN, H. M., LITHERLAND, N. B.; UNDERWOOD, J. P.; BIONAZ, M.; D'ANGELO, A.; MCFADDEN, J. W.; DRACKLEY, J. K. 2006. Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. Journal of Dairy Science, v. 89, p. 3563–3577, 2006.

DANN, H. M.; VARGA, G. A.; PUTNAM, D. E. Improving energy supply to late gestation and postpartum dairy cows. Journal of Dairy Science. v.82, p.1782-1794, 1999.

DAVIS, A. J.; FLEET, I. R.; GOODE, J. A.; HAMON, M. H.; MAULE WALKER, F. M.; PEAKER, M. Changes in mammary function at the onset of lactation in the goat: correlation with hormonal changes. The Journal of Physiology, 288:33, 1979.

DEGARIS, P. J.; LEAN, I. J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. The Veterinary Journal, 176:58–69, 2008.

DISENHAUS, C.; AUGÉARD, P. H.; BAZIN, S. Nous, les vaches taries: Influence de l'alimentation pendant le tarissement sur la santé, la reproduction e la production en début de lactation. Rennes: ITEB, 1985. 65p.

- DOEPEL, L.; LAPIERRE, H.; KENNELLY, J. J. Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 2315–2334, 2002.
- DOUGLAS, G. N.; OVERTON, T. R.; BATEMAN, H. G.; DANN, H. M.; DRACKLEY, J. K. Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 2141-2157, 2006.
- DOMECQ, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LLOYD, J. W.; KANEENE, J. B. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 78, p. 2308-2313, 1995.
- DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 2259-2273, 1999.
- DUFFIELD, T. F. Impact of hyperketonemia on health and production in lactating dairy cows for special patients. Sexagésima Terceira CVMA Convention. Canada: Nova Scotia. 2011.
- DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E.; SANDALS, D. Effect of a monensin controlled release capsule on cow health and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.2377-2388, 1999.
- DUFFIELD, T. F.; RABBIE, A. R.; LEAN, I. J. Meta- analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. *Journal of Dairy Science*, v. 91, p 1334-1346, 2008.
- EARLE, D.F. A guide to scoring dairy cow condition. *Journal of Agriculture*, v. 74, p. 228, 1976.
- ECKEL, F. E.; AMETAJ, N. B. Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 99, Issu 8, p 5967 – 5990, 2016.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 72, p.68-78, 1989.
- FERREIRA, J. L.; TONIOLLI, R.; DUARTE, A. B.G; CAMPAGNARI, F.; BOSCARO, A. P.; PAZINI, F. S.; GARCIA, J. F. Relative expression of insulin like growth factor I(IGF-I) and follicle stimulating hormone receptor (FSHR) in follicles and ovarian tissue from *Bos primigenius indicus* (Nelore). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 39, p. 208-212, 2002.
- FERGUSON, J.D., GALLIGAN, D.T.; THOMSEN, N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 2695-2703, 1994.
- FOURNIER, A. Importance de la condition de chair pour les vaches laitières. 4p. 2010. Disponível em: <https://www.agrireseau.net/bovinslaitiers/Documents/Condition%20de%20chair%20VL.pdf>. Acessado em: 03 Fev. 2011.

GANDRA, J. R. Avaliação do uso de monensina sódica em rações de vacas leiteiras: desempenho produtivo e resíduos no leite. 93f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

GARNSWORTHY, P. C.; TOPPS, J. H. The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Animal Production*, v.35, p.113-119, 1982.

GINTHER, O.J.; WILTBANK, M.C.; FRICKE, P.M.; GIBBONS, J.R.; KOT, K. 1996. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biology of Reproduction*, v. 55, p. 1187-1194, 1996.

GIRALDO C. A.; MS; MARTHA OLIVERA, DR SCI AGR; ZULMA T RUÍZ CORTÉS. Efecto de la variación en el peso y la condición corporal, y la expresión de receptores de leptina y hormona luteinizante, sobre la anovulación posparto en vacas cebú (*Bos indicus*). *Revista Colombiana de Ciencia Pecuarias*, v. 21, p. 228-238, 2008.

GOFF, J. P. The monitoring, prevention and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Veterinary Journal*, v. 176, p. 50–57, 2008.

GOFF, J. P.; RUIZ, R.; HORST, R. L. Relative acidogenic activity of commonly used anionic salts—re-thinking the dietary cation-anion difference equations. *Journal of Dairy Science*. 80(Suppl. 1):169, 1997.

GOFF, J. P.; HORST, R. L. 1997a. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 176–186, 1997a.

GOMES, A. N.; NEVES, P. M.; MICHELINI, C. 2009. Nutrição e reprodução em vacas leiteiras. *Rev Bras Reprod Anim Supl*, Belo Horizonte, n.6, p.118-124, dez. Disponível em [www.cbpa.org.br](http://www.cbpa.org.br).

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 2791-2803, 1995.

GREGORY, N. G., ROBINS, J. K.; THOMAS, D. G.; PURCHAS, R. W. Relationship between body condition score and body composition in dairy cows. *New Zealand Journal of Agricultura Research*, v. 41, p. 527, 1998.

GRIFFITH, M.K.; WILLIAMS, G.L. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. *Biology of Reproduction*, v. 54, p. 761-768, 1996.

GRUM, D. E.; DRACKLEY, J.K.; YOUNKER, R.S.; LACOUNT, D. W.; VEENHUIZEN, J. J. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 79, p.1850-1864, 1996.

GRUMMER, R.R. Energy and protein nutrition of the transition dairy cow. In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 3, Passos. Anais... Passos: CONAPEC Jr./UNESP, p.35-46, 1999.

GRUMMER, R.R. Etiology of Lipid- Related Metabolic Disorders in Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p.3882-3896, 1993.

GRUMMER, R.R.; HAYIRLI, A. Factors affecting dry matter intake of prefresh transition cows. In: 4th State Professional Dairy Management Seminar. Proceeding... Ames (IA): Midwest Plan Service, p. 17–22, 2000.

GRUMMER, R. R. Impact of changes organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 2820-2833, 1995.

GRUMMER, R.R.; WILTBANK, M.C.; FRICKE, P.M.; WATTERS, R. D.; SILVA-DEL-RIO, N. Management of dry and transition cows to improve energy balance and reproduction . *Journal of Reproduction Development*, v. 56, suppl, p. S22-28, 2010.

HALAAS, JL; GAJIWALA, KS; MAFFEI, M; COHEN, SL; CHAIT, BT; RABINOWITZ, D.; LALLONE, R. L.; BURLEY, S. K.; FRIEDMAN, J. M. Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene. *Science*, v. 269, p. 543-546, 1995.

HARMEYER, J.; SCHLUMBOHM, C. Twin-pregnancy increases susceptibility of ewes to hypoglycaemic stress and pregnancy toxemia. *Research in Veterinary Science*, v. 84, n. 02, p. 286–299, 2008.

HAY, W. W. JR.; SPARKS, J. W.; WILKENING, R. B.; BATTAGLIA, F. C.; MESCHIA, G. Fetal glucose uptake and utilization as functions of maternal glucose concentration. *The American Journal Physiology*, v. 246, p. E237, 1984.

HAYIRLI, A.; GRUMMER, R.R; NORDHEIM, E.V.; CRUMP, P.M. Models for predicting dry matter intake of Holsteins during the prefresh transition period. *Journal of Dairy Science*, v.86, p 1771-1779, 2003.

HEAD, H.H.; GULAY, M.S. Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição. In: SINLEITE – Simpósio Internacional de Bovinocultura de Leite, 2, 2001, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, p.121-137, 2001.

HENAO, G.; OLIVERA-ÁNGEL, M.; MALDONADO-ESTRADA, J.G. Follicular dynamics during the postpartum anestrous and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. *Animal of Reproduction Science*, v. 63, p. 127-136, 2000.

HILLEBRAND, J.J.; WIED, D.; ADAN, R.A. Neuropeptides, food intake and body weight regulation: a hypothalamic focus. *Peptides*, v. 23, p. 2283-230, 2002.

HORST, R.L.; GOFF, J.P.; REINHARDT, T.A.; BUXTON, D.R. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1269-1280, 1997.

HORST, R. L.; GOFF, J. P.; MCCLUSKEY, B. Prevalence of subclinical hypocalcemia in U.S. dairy operations. US Department of Agriculture (USDA) Agricultural Research Service, Washington, DC. 2003.

INGVARTSEN, K.L.; BOISCLAIR, Y.R. Leptin and the regulation of food intake, energy homeostasis and immunity with special focus on periparturient ruminants. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 21, p. 215-250, 2001.

JANOVICK, N. A.; BOISCLAIR, Y. R.; DRACKLEY, J. K. Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 94, p. 1385–1400, 2011.

JEFFERIES, B. C. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal Agricultural*, v. 32, p.19-21, 1961.

JERRED, M. J.; CARROL, D. J.; COMBS, D. K.; GRUMMER, R. R. Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on lactation performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 73, n. 10, p. 2842-2854, 1990.

KARIMIAN, M; KHORVAS, M.; FOROUZMAND, M. A.; ALIKHANI, M.; RAHMANI, H. R.; GHAFFARI, M. H.; PETIT, H. V. Effect of prepartal and postpartal dietary fat level on performance and plasma concentration of metabolites in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 98, p. 330–337, 2015.

KNEGSEL, A. T.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Effect of dietary energy source on energy balance, production, metabolic disorders and reproduction in lactating dairy cattle. *Reproduction Nutrition Development*, v. 45, p. 665–688, 2005.

KOMARAGIRI, M. V. S.; CASPER, D. P.; ERDMAN, R. A. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 169–175, 1998.

LANDSVERK, K. 1992. Vurdering av holdet. *Buskap og Audratt* 44:26.

LEAN, I.J., DeGARIS, P.J., McNEIL, D.M., BLOCK, E. Hypocalcemia in Dairy Cows: Meta-analysis and Dietary Cation Anion Difference Theory Revisited. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 669-684, 2006.

LEFEBVRE, D. L'alimentation em période de transition. In: *Les bovins laitiers – Nutrition et alimentatio*, Centre de reference em Agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). Comité Bovins Laitiers, p.1001-1017, 2008.

LEIBOWITZ, S.F. ; WORTLEY, K.E. Hypothalamic control of energy balance: different peptides, different functions. *Peptides*, v. 25, p. 473-504, 2004.

LEITE, L.C.; ANDRIGUETTO, J.L. PAULA, M.C. ; ROCHA, R. M. V. M. Diferentes balanços catiônicos-aniônicos da dieta de vacas da raça holandesa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.5, p.1259-1265, 2003.

LEMONS, J. A.; SCHREINER, R. L. Amino acid metabolism in the ovine fetus. *The American Journal of Physiology*. 244:E459, 1983.

- LIEFERS, S. C.; VEERKAMP, R. F.; TE PAS, M. F.; DELAVALD, C.; CHILLIARD, Y.; VAN DER LENDE, T. Leptin concentrations in relation to energy balance, milk yield, intake, live weight, and estrus in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.799-807, 2003.
- LOWE, L. B., BALL, V.R., CARRUTHERS, R.C., DOBOS, R.C., MOATE, P.J., POODLE, P. R., VALENTINE, S.C. . Monensin controlled-release intraruminal capsule for control of bloat in pasture dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, v. 68, p. 17-20, 1991.
- LOWMAN, B. G. N.; SCOTT, N. A.; SOMERVILLE, S. H. Condition scoring of cattle. Edinburgh: The Edinburgh School of Agriculture, 1976. 5 p. (East of Scotland College of Agriculture. Bulletin, 6).
- MACDONALD, K. A.; ROCHE, J. R. Condition Scoring Made Easy: Condition Scoring Dairy Herds. 1st ed. Dexcel Ltd., Hamilton, New Zealand. 2004.
- MADISON-ANDERSON, R. J.; SCHINGOETHE, D. J.; BROUK, M. J.; BAER, R. J.; LENTSCH, M. R. Response of Lactating Cows to Supplemental Unsaturated Fat and Niacin. *Journal of Dairy Science*. v. 80, p. 1329–1338, 1997.
- MARQUES JR., A.P. Da fertilidade ao puerpério: fundamentos da reprodução da vaca. In: *Bovinocultura leiteira: bases zootécnicas, fisiológicas e de produção*. Santos et al. (Orgs.). p .199-23, 2010.
- MCART, J. A. A.; NYDAM, D. V.; OETZEL, G. R. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, n. 9, 2012.
- MCGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for Dairy Cattle: Current Status and Future Outlook. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. 194-203, 2001.
- MINER, J.L. Recent advances in the central control of intake in ruminants. *Journal Animal Science*, v. 70, p. 1283-89, 1992.
- MOALLEM, U.; KATZ, M.; ARIELI, A.; LEHRER, H. Effects of peripartum propylene glycol or fats differing in fatty acid profiles on feed intake, production, and plasma metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 3846–3856, 2007.
- MOORE, S.J.; VANDEHAAR, M. J.; SHARMA, B. K.; PILBEAM, T. E.; BEEDE, D. K.; BUCHOLTZ, H. F.; LIESMAN, J. S.; HORST, R. L.; GOFF, J. P. Effects of Altering Dietary Cation-Anion Difference on Calcium and Energy Metabolism in Peripartum Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p. 2095-2104, 2000.
- MORRISON, C. D.; DANIEL, J. A.; HOLMBERG, B. J.; DJIANE, J.; RAVER, N.; GERTLER, A.; KEISLER, D. H. Central infusion of leptin into well-fed and undernourished ewe lambs: effects on feed intake and serum concentrations of growth hormone and luteinizing hormone. *The Journal of Endocrinology*, v. 168, p. 317-324, 2001.

MULVANY, P. Dairy cow condition scoring. National Institute For Research in Dairying Paper nº. 4468. Shinfield, Reading, UK, 1977.

MULVANY, P. Dairy condition scoring. BSAP Occasional Publication. British Society of Animal Production, Edinburgh, UK, v. 4, p. 349-353, 1981.

NAGARAJA, T.G., AVERY, T.B., BARTLEY, E.E., ROOF, S.K. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 54, n. 3, p. 649-658, 1982.

NAGATANI, S.; ZENG, Y.; KEISLER, D.H.; FOSTER, D.L.; JAFFE, C.A. Leptin regulates pulsatile luteinizing hormone and growth hormone secretion in the sheep. *Endocrinology*, v. 141, p. 3965-3975, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 6.rev.ed. Washinton, D.C.: 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL –NRC. Nutrient requirements of dairy cattle . 7.ed. Washington , D.C.: National Academy of Science, p. 381, 2001.

NASCIMENTO, V.A.; DIAS, M. Manejo de doenças do gado leiteiro. In: SILVA, J.P.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Org.). Manejo e administração na bovinocultura leiteira. 1 ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora LTDA, p. 421-482, 2009.

OETZEL, G.R., OLSON, C.R., CURTIS, M.J.; FETTMAN, M. J. Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, n. 71, p.3302-3309, 1988.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BIERCHELLI, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira , S. G. (eds). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, p. 287-310, 2006.

PEDROSO, A.M.; LOPES, M.F. Manejo Alimentar de Bovinos, Anais do 9º simpósio sobre nutrição de Bovinos. Suplementação lipídica para vacas leiteiras, p. 191- 216, 2011.

PHILLIPS, G. J.; CITRON, T. L.; SAGE, J. S.; CUMMINS, K. A.; CECAVA, M. J.; MCNAMARA, J. P. Adaptations in body muscle and fat in transition dairy cattle fed differing amounts of protein and methionine hydroxy analog. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p. 3634–3647, 2003.

PIRES, J. A.; DELAVAUD, C.; FAULCONNIER, Y.; POMIÈS, D.; CHILLIARD, Y. Effects of body condition score at calving on indicators of fat and protein mobilization of periparturient Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, v. 96, p. 6423–6439, 2013.

RAIZMAN, E.A.; SANTOS, J.P. The effect of left displacement of abomasums corrected by toggle-pin suture on lactation, reproduction, and health of holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v. 85, n. 5, p.1157-1164, 2002.

RAYSSIGUIER, Y.; MAZUR, A.; REMOND, B.; CHILLIARD, Y.; GUEUX, E. Influence de l'état corporel au velage et du niveau d'alimentation en debut de lactation sur la steatose hepaticque chez la vache laitiere. *Reproduction Nutrition Development*, v. 26, p. 359–360, 1986.

REIDELBERGER, R. D. Cholecystokinin and control of food intake. *The Journal of Nutrition*, v. 124, p. 1327S–1333S, 1994.

REID, I. M.; ROBERTS, C. J.; TREACHER, R. J.; WILLIAMS, L. A. Effect of body condition at calving on tissue mobilization, development of fatty liver and blood chemistry of dairy cows. *Animal Science*, v. 43, p. 7–15, 1986.

RELLING, A. E.; PATE, J. L.; REYNOLDS, C. K.; LOERCH, S. C. Effect of feed restriction and supplemental dietary fat on gut peptide and hypothalamic neuropeptide mRNA concentrations in growing wethers. *Journal Animal Science*, v. 88, p. 737–748, 2010.

RENNÓ, F. P.; FREITAS JUNIOR, J. E.; GANDRA, J. R.; , MATURANA FILHO, M.; VERDURICO, L. C.; RENNO, L. N.; BARLETTA, R. V.; VILELA, F. G. Effect of unsaturated fatty acid supplementation on digestion, metabolism and nutrient balance in dairy cows during the transition period and early lactation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, p. 212-223, 2014.

RENNÓ, F. P.; FREITAS JUNIOR, J. E.; GANDRA, J. R.; VERDURICO, L. C.; SANTOS, M. V.; BARLETTA, R. V.; VENTURELLI, B. C.; VILELA, F. G. Productive performance and composition of milk protein fraction in dairy cows supplemented with fat sources. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 42, p. 813-823, 2013.

ROBINSON, J. J. Nutrition and reproduction. *Animal Reproduction Science*, v. 42, p.25-34, 1996.

ROTTA, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; GIONBELLI, T. R. S.; COSTA E SILVA, L. F.; ENGLE, T. E.; MARCONDES, M. I.; GUIMARÃES, S. E. F.; NASCIMENTO, C. S.; CARVALHO, B. C.; SILVA, F. A. S.; OLIVEIRA, J. R. S. Effects of day of gestation and feeding regimen in Holstein X Gyr cows: III. Placental adaptations and placentome gene expression. *Journal of Dairy Science*, v.98, p. 3224-3235, 2015.

RUIZ, R.; ALBRETCHT, G. L.; TEDESCHI, L. O.; JARVIS, G.; RUSSEL, J. B.; FOX, D. G. Effect of Monensin on the Performance and Nitrogen Utilization of Lactating Dairy Cows Consuming Fresh Forage. *Journal of Dairy Science*, v.84, p.1717-1727, 2001.

SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; RENNO, F. P.; DRUMOND, M. R. S.; FREITAS JUNIOR, J. E. Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 1363-1371, 2009.

SANTOS, G.T.; KAZAMA, D.C.S.; LIMA, L. et al. Manejo de vacas e novilhas leiteiras no período de transição. In: MANEJO ALIMENTAR DE BOVINOS, 9, 2011. Piracicaba. Anais... Piracicaba, p. 93-178, 2011.

SANTOS, J. E. P.; BISINOTTO, R. S.; RIBEIRO, E. S.; LIMA, F. S.; GRECO, L. F.; STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W. Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. *Society for Reproduction and Fertility*, v.67, p.387-403, 2010.

SANTOS, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Org.). *Nutrição de ruminantes*. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 423-496, 2006.

SANTOS, J. E. P.; BILBY, T.; THATCHER, W. W.; STAPLES, C. R.; SILVESTRE, F. T. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction In Domestic Animal*, v. 43(Suppl. 2), p. 23– 30, 2008.

SAUER, F. D.; KRAMER, J. K. G.; CANTWELL, W. J. Antiketogenic effects of monensin in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.72, p.423-436, 1989.

SCHRÖDER, U.J.; STAUNFENBIEL, R. Invited review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science*, v.89, p. 1-14, 2006.

SHAVER, R.D. Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: a review. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 2449-2453, 1997.

SHAVER, R.D. TMR strategies for transition feeding of dairy cows. In: *Minnesota Nutrition Conference, 54.*, Bloomington. *Proceedings...* Saint paul: Minnesota Cooperative Extensión Service, p.163, 1993.

SIMÕES, J.; MADUREIRA, M.; DIAS DA SILVA, A. Prevenção das patologias metabólicas de alta produção. *Veterinária Técnica*, v. 11, p. 20-30, 2006.

SIMMONS, C. R.; BERGEN, W. G.; VANDEHAAR, M. J.; SPRECHER, D. J.; SNIFFEN, C. J.; STANISIEWSKI, E. P.; TUCKER, H. A. Protein and fat metabolism in cows given somavubove before parturition. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 1835–1847, 1994.

SMITH, G.D.; JACKSON, L.M.; FOSTER, D.L. Leptin regulation of reproductive function and fertility. *Theriogenology*, v. 57, p.73-66, 2002.

SNIFFEN, C.; FERGUSON, J. *Body condition. Scoring guide*. Princeton: Church & Dwight Co., Inc., p. 10, 1991.

SOUZA, R. C.; SOUZA, R. C; COSTA, H. N; et al. Cetose bovina. *Revista VeZ em Minas*, n. 97, 2010.

STACEY, T. E.; WEEDON, A. P.; HAWORTH, C.; WARD, R. H. T.; BOYD, R. D. H. Fetomaternal transfer of glucose analogues by sheep placenta. *The American Journal of Physiology*, p. 234:E32, 1978.

STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; MATTOS, R. Fat supplementation strategies for lactating dairy cow diets. In: *simposio internacional de bovinocultura de leite, 2.*, lavras. anais... lavras:UFLA. p. 161-178, 2001.

STAPLES, C. J.; BURKE, J. M.; THATCHER, W. W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 856-871, 1998.

STEWART, P.A. Modern quantitative acid-base chemistry. *Canadian Journal of Physiology Pharmacology*, v. 61, p. 1444, 1983.

STAGG, K.; SPICER, L.J.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biology Reproduction*, v. 59, p. 777-783, 1998.

VAN DER DRIFT S. G. A.; HOUWELING , M.; SCHONEWILLE, J. T.; TIELENS, A. G. M.; JORRITSMA, R. Protein and fat mobilization and associations with serum B- hydroxibutiratum concentration in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 95, p. 4911–4920, 2013.

VAN DER DRIFT, S. G.; HOUWELING, M.; SCHONEWILLE, J. T.; TIELENS, A. G.; JORRITSMA, R. Protein and fat mobilization and associations with serum  $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 95, p. 4911-4920, 2012.

VAN KNEGSEL, A. T.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; VAN STRAALLEN, W. M.; HEETKAMP, M. J. W.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Dietary energy source in dairy cows in early lactation: Energy partitioning and milk composition. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 1467–1476, 2007.

WALSH, R.B.; WALTON, J. S.; KELTON, D. F.; LEBLANC, S. J.; LESLIE, K. E.; DUFFIELD, T. F. The Effect of Subclinical Ketosis in Early Lactation on Reproductive Performance of Postpartum Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 2788–2796, 2007.

WALTNER, S.S.; MCNAMARA, J.P.; HILLERS, J.K. Validation of indirect measures of body fat in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.77, p. 2570-2579, 1994.

WEICH, W.; BLOCK, E.; LITHERLAND, N.B. Extended negative dietary cation-anion difference feeding does not negatively affect postpartum performance of multiparous dairy cows. *Journal of Dairy Cows*, v. 96, p. 5780-5792, 2013.

WILDMAN, E.E; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOWMAN, R. L. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production variables in high producing Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.65, p. 495-501,1982.

WILLIAMS, G.L.; GUZMAN VEGA, G.; ZOCHI, C.; GAZAL, O. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in cows. In: Stone GM, Evans G (eds). *Animal Reproduction: research and practice*. *Animal of Reproduction Science*, Suppl 42, p. 289-297, 1996.

WILLIAMS, G.L.; MCVEY, W.R.; HUNTERS, J.F. Mammary somatosensory pathways are not required for sucklingmediated inhibition of luteinizing hormone

secretion and delay of ovulation in cows. *Biology Reproduction*, v. 49, p. 1328-1337, 1993.

WILKENS M.R., OBERHEIDE I., SCHRÖDER B., AZEM E., STEINBERG W. & BREVES G. Influence of the combination of 25-hydroxyvitamin D3 and a diet negative in cation-anion difference on peripartal calcium homeostasis of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 95, p. 151-164, 2012.

ZAMET, C. N.; COLENBRANDER, V. F.; CALLAHAN, C. J.; CHEW, B. P.; ERB, R. E.; MOELLER, N. J. Variables associated with peripartum traits in dairy cows. I. Effect of dietary forages and disorders on voluntary intake of feed, body weight and milk yield. *Theriogenology*, v. 11, p. 229–244, 1979.

ZUREK, E.; FOXCROFT, G. R.; KENNELLY, J. J. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 78, p. 1909–1920, 1995.

## CAPÍTULO 3

### Manejo de Vacas de Leite em Confinamento

Marcos Inácio Marcondes (marcos.marcondes@ufv.br)

Polyana Pizzi Rotta (polyana.rotta@ufv.br)

Daniela Batista Oss (daniouss@hotmail.com)

Luiz Henrique Pereira Silva (luizpereira@zootecnista.com.br)

Marcelo Barros Abreu (Marcelo.abreu@ufv.br)

Bianca de Moraes Pereira (bimoraespereira@hotmail.com)

#### 1. INTRODUÇÃO

Quando se cria animais geneticamente superiores visando obter uma elevada produtividade é preciso que as condições ambientais estejam o mais próximo possível dos ideais, somente assim o potencial genético dos animais será expresso. Raças taurinas como a Holandesa, Jersey e Pardo suíço são geralmente muito produtivos, porém exigentes quanto às condições climáticas e nutricionais. O confinamento é uma ferramenta que possibilita a exploração do máximo potencial genético destes animais, por ser capaz de proporcionar as condições ideais de manejo para estas raças mais exigentes. No entanto, este tipo de sistema de produção apresenta um custo elevado, e assim é preciso que os animais utilizados apresentem uma alta produtividade e persistência de lactação para que os custos fixos de produção sejam “diluídos”.

#### 2. INSTALAÇÕES DE CONFINAMENTO

Quando se confina animais, aumentam-se os riscos de contaminações cruzadas e de recontaminações, isto por que o espaço se torna limitado levando à uma maior

concentração de patógenos no meio, sendo importante então que as instalações forneçam uma boa condição sanitária aos animais. O tipo de piso da instalação, bem como o material utilizado para cama são pontos importantes que estão diretamente relacionados com o controle de patógenos. É importante lembrar que a mastite reduz a produção de leite bem como sua qualidade (Wilson et al., 2008), enquanto a laminite é a principal causa de descarte de vacas em sistemas especializados de produção de leite (Barberg et al., 2007). Desta forma, instalações que minimizem este tipo de patologias melhoram a produtividade e longevidade do rebanho.

Há três tipos de confinamentos geralmente utilizados no Brasil, que são o *Free Stall*, *Loose Housing* e *Tie Stall*. Além das características arquitetônicas e funcionais, essas instalações se diferem também quanto às condições sanitárias e de bem estar dos animais, influenciando indiretamente na produção (

Tabela 1).

Independentemente do tipo de instalação de confinamento utilizada, sempre haverá vantagens e desvantagens. Desde que bem dimensionadas e manejadas, todos os tipos de instalação podem proporcionar aos animais conforto e higiene para que seu potencial produtivo seja expresso. A seguir serão feitas algumas caracterizações e observação sobre cada um destes tipos de confinamento utilizados no Brasil e também será abordado sobre a instalação do tipo *Compost Barn* que está sendo utilizado nos EUA e implantado nas principais bacias leiteiras do Sul e Sudeste do Brasil, sendo mais comum no Brasil que o *Loose Housing* e *Tie Stall*.

Tabela 1 - Tipos de instalação de confinamento e suas principais características

	<b>Free Stall</b>	<b>Tie Stall</b>	<b>Loose Housing</b>	<b>Compost Barn</b>
<b>Tipo de Piso</b>	Alvenaria	Emborrachado ou alvenaria com cama	Alvenaria na linha de cocho e palha na cama	Alvenaria na área de cocho e material composto na cama (serragem)
<b>Tipo de Cama</b>	Individual	Individual	Cama coletiva	Cama coletiva
<b>Alimentação</b>	Coletiva	Individual	Coletiva	Coletiva
<b>Agrupamento</b>	Lotes	Individual	Lotes	Lotes

### 2.1. *Free Stall*

Esta é a instalação mais utilizada no Brasil nos sistemas de criação de gado de leite confinado, sendo mais comum para alojamento de vacas em produção devido sua facilidade de limpeza e manejo dos animais. No entanto, também pode ser utilizado para animais em recria. No confinamento do tipo Free Stall (Figuras 1 e 2) uma maior atenção deve ser dada às dimensões das camas que variam de acordo com o tamanho do animal alojado.



Figuras 1 e 2 - Vista geral do Free Stall e vista das camas individuais.

Neste tipo de instalação há camas individuais para descanso das vacas, as dimensões destas camas devem seguir o tamanho e tipo do animal que está sendo alojado, permitindo o seu conforto. São vários os materiais que podem ser utilizados para a cama, como palhas, areia e colchões, no entanto a areia é o material mais indicado devido seu baixo custo e boas características quanto ao controle microbiano e ao conforto animal, além de não se compactar com facilidade (Van Gastelen, et al., 2011) (Figura 3).

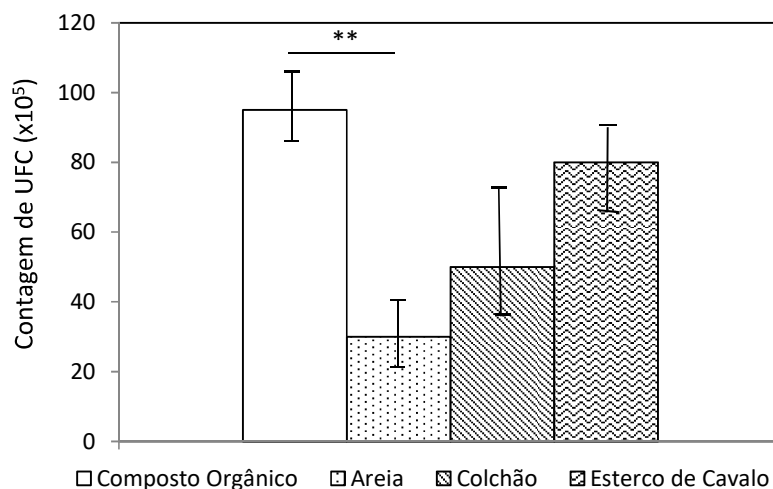


Figura 3 - Contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) de acordo com o tipo de material da cama (Adaptado de Van Gastelen, et al., 2011).

O crescimento bacteriano na cama varia com o material utilizado, sendo que nos materiais orgânicos este crescimento é favorecido. Observa-se também um maior desenvolvimento de patógenos durante a estação chuvosa do ano, o que gera uma maior contagem de células somáticas (CCS) nas vacas que estão utilizando este tipo de cama (Hogan et al., 1989).

Neste tipo de instalação a dimensão, o material utilizado e a limpeza das camas são fatores importantes para manter as vacas limpas o que auxilia no controle da mastite e outras patologias, pois como demonstrado por Sant'anna & Paranhos da Costa (2011), a higiene da vaca está diretamente relacionada com a CCS do leite.

## 2.2. *Tie Stall*

Este tipo de instalação é mais utilizado no Brasil para animais destinados a exposição que possuem elevado valor genético. No *Tie Stall* (Figura 4) o animal fica em uma área restrita, sobre a cama, e preso pelo pescoço tendo livre acesso ao cocho e bebedouro. A grande vantagem desta instalação é o maior controle da dieta, pois o consumo pode ser individualizado, isto proporciona um melhor manejo nutricional e também elimina o problema de competição por espaço entre os animais.



Figura 4 - Tie Stall projetado para recria de novilhas.

No confinamento do tipo Tie Stall, pode haver a separação dos animais por meio de divisórias que podem ser confeccionadas com tubulação galvanizada ou madeira. Outra peculiaridade deste tipo de confinamento é a possibilidade de ordenhar

as vacas na própria instalação o que dispensa a construção de outra edificação para a ordenha (sala de ordenha).

### **2.3. Loose Housing**

O *Loose Housing* (Figura 5) é uma instalação que possui uma maior área de cama para descanso dos animais e na linha de cocho há uma pista concretada onde os dejetos são removidos por lavagem, possuindo também uma região de acesso para o banho de sol (solário).

O ponto chave deste tipo de confinamento é o manejo da cama, pois se bem manejada pode auxiliar no tratamento de problemas de casco e mastite, caso contrário estes podem ser agravados. O ideal é que a cama esteja sempre limpa e seca, para evitar o crescimento bacteriano, que pode ser elevado neste tipo de instalação, pois os materiais geralmente utilizados são palhas e outros materiais vegetais. Para maior conforto e higiene desta instalação, o material da cama deve ser acrescentado duas vezes ao dia, porém este manejo se torna pouco prático.



Figura 5 - *Loose Housing*.

### **2.4. Compost Barn**

O Compost Barn (Figura 7) é um tipo de instalação que foi desenvolvido por produtores do estado de Minnesota nos EUA no ano de 2001, este tipo de confinamento possui algumas semelhanças ao *Loose Housing*, apresentando uma área de descanso e uma parede de concreto que separa a cama do corredor de alimentação.

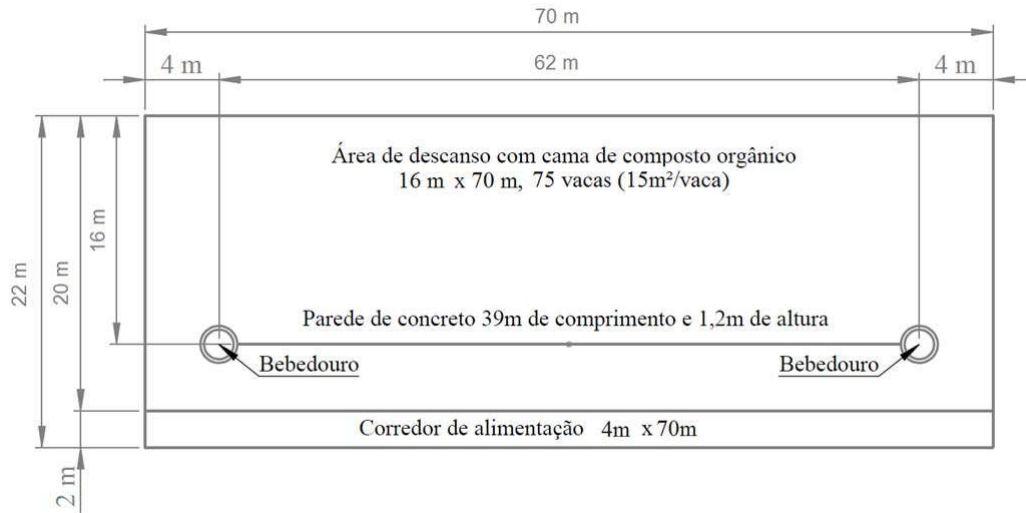


Figura 6 - Layout do Compost Barn.

Atualmente tem-se usado uma área de 10 a 15 m<sup>2</sup> por vaca, sendo rigorosamente respeitada para não comprometer a qualidade e decomposição das camas. Em regiões muito úmidas recomenda-se 20 m<sup>2</sup>/vaca.

Para a cama é utilizado inicialmente serragem seca e moída fina, o esterco produzido pelos animais é então incorporado a cama formando uma compostagem. O material da cama deve ser revirado duas vezes ao dia para manter a superfície sempre seca e incorporar o esterco produzido pelos animais. Além do revolvimento da cama, o corredor de alimentação também deve ser limpo para evitar que os animais levem sujeira para a área de descanso (Barberg et al., 2007).



Figura 7 - Compost Barn.

### **3. MONITORANDO CONDIÇÕES DE BEM-ESTAR DE VACAS DE LEITE CONFINADAS**

Para expressar todo o seu potencial genético, um animal deve estar em boas condições de saúde, com seus requerimentos nutricionais atendidos e vivendo em um ambiente confortável, isto é, livre o máximo possível de estresse. Sendo assim, o bem-estar de uma vaca leiteira confinada será ditado por suas condições fisiológicas e seu ambiente físico e social. O ambiente físico em sistema de confinamento constitui o clima do local (temperatura, umidade, ventilação, etc.), instalações (camas e materiais, cochos, pisos, etc.) e som do ambiente (manejadores, ruídos de máquinas, etc.). Já o ambiente social é caracterizado principalmente pela estrutura social dentro de um grupo (animais dominantes, primíparas alojadas com múltiparas, etc.).

Em qualquer que seja o sistema de produção animal, algum tipo de estresse estará embutido, cabendo aos técnicos, produtores e seus funcionários identificarem a razão daquele estresse para então tentar minimizá-lo de alguma forma. No entanto, nem sempre é fácil identificar as circunstâncias que provocam estresse aos animais. Para tal é imprescindível conhecer aspectos da biologia e do comportamento habitual da vaca.

Uma questão importante referente ao ambiente físico de vacas em confinamento é o dimensionamento das baias. A adequação do local de descanso das vacas tem efeito direto no comportamento de repouso das mesmas, adequação esta, que desempenha papel crítico no potencial de produção e bem-estar animal. O monitoramento contínuo da utilização das baias é imprescindível para avaliar o

conforto da vaca, pois com essas observações será possível detectar a necessidade ou não de ajustes para melhor atender as necessidades das vacas nas instalações. Um estábulo de confinamento, para vacas leiteiras, bem projetado e manejado deve proporcionar à vaca ambiente relativamente limpo e seco e com área de repouso confortável, por outro lado, quando mal projetado pode levar a aumento de casos de mastite, afecções de casco, lesões de jarrete, estresse animal e até queda na produção de leite (Bewley, 2008).

A demanda da vaca por repouso é bastante inflexível e se privadas de comer e descansar, ao serem submetidas às duas opções de atividades, irão preferir descansar (Fisher et al., 2003; Munksgaard et al., 2005). Vacas gastam cerca de 12-14 horas/dia deitadas descansando (Bewley, 2008), na verdade, dentre essas, ruminando, uma vez que elas preferem ruminar deitadas.

Quando em situações confortáveis, em instalações bem projetadas, as vacas vão passar maior parte do tempo deitadas confortavelmente ou em pé sobre as camas, em linha reta, paralelas ao comprimento da baia, com os quatro pés sobre as baias (Figura ). Baias adequadamente dimensionadas permitem que os animais entrem, se deem, se levantem e saiam das mesmas sem dificuldades, e apresentam oportunidade mínima de lesão, dor ou frustração. Nessas circunstâncias, o movimento normal realizado para se levantar é: transferência do peso para a parte dianteira com um movimento para frente e utilização dos joelhos como apoio, momento no qual o queixo da vaca quase tocará o chão (Figura 8).

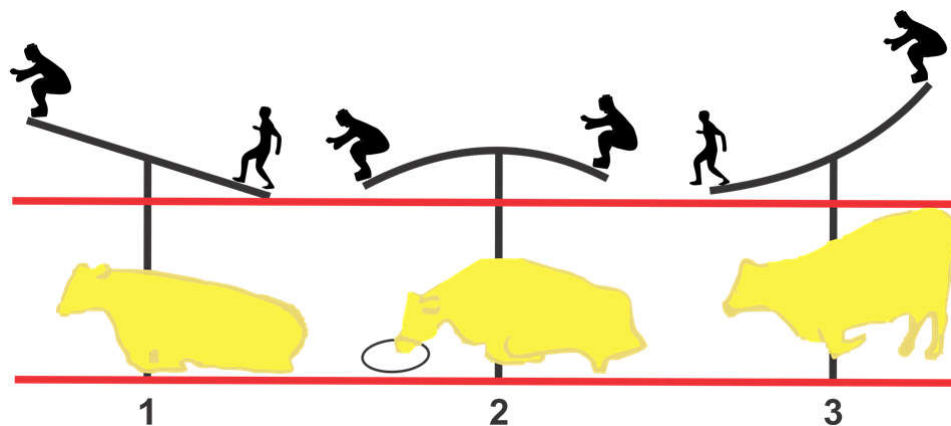


Figura 8 - Movimento realizado pela vaca ao levantar-se, quando em condições de conforto (Adaptado de Schnitzer, 1971).

O movimento realizado pelas vacas confinadas ao se levantar deve ser similar ao realizado pelas vacas em pastagens. Em confinamento, muitas vezes o espaço necessário para o movimento de levantamento não é considerado no

dimensionamento das baias, ou seja, o espaço é bloqueado por paredes ou placas na frente das baias, dessa maneira o movimento ascendente natural das vacas se torna prejudicado. Em uma cama menor do que o ideal ou em qualquer outra condição adversa, o movimento realizado para se levantar é invertido, podendo ser observado excesso de material de cama jogado para fora da baia, distorções na cama e ferimentos na região dos jarretes dos animais.

Após as observações e avaliações das dimensões das baias existentes, torna-se imperativo comparar com as dimensões recomendadas (Tabela 2). Às vezes, pequenas modificações nas instalações podem ser suficientes para melhorar o conforto das vacas. Por exemplo, quando uma baia não tem comprimento suficiente para a realização do movimento necessário para se levantar, ou seja, a baia é muito curta, e há impossibilidade na frente da baia para modificações, deve-se considerar o aumento da baia pela parte de trás, assegurando que não comprometerá o espaço para tráfego dos animais, que deverá ter de 8 a 10 metros de largura (Bewley, 2011).

Tabela 2 - Dimensões médias sugeridas, em centímetros, para baias de frente fechada e aberta para vacas leiteiras adultas, com base no peso corporal, em quilos

Peso Corporal	CTFF1	CTFA2	DPP3	DNR4	Largura	AD5	ANR6	APP7
	C8SC	CSO	Cb	Cn	L9S	A10P	An	Ab
400-500	2,33	2,00	1,63	1,58	1,05	1,08	1,08	1,25
500-600	2,48	2,08	1,68	1,63	1,10	1,13	1,13	1,25
600-700	2,63	2,33	1,73	1,68	1,16	1,18	1,18	1,25
700-800	2,78	2,48	1,78	1,73	1,25	1,25	1,25	1,25

<sup>1</sup>Comprimento total (frente fechada); <sup>2</sup>Comprimento total (frente aberta); <sup>3</sup>Distância do parapeito; <sup>4</sup>Distância do neck-rail; <sup>5</sup>Altura da divisória; <sup>6</sup>Altura do neck-rail; <sup>7</sup>Altura do parapeito; <sup>8</sup>Comprimento; <sup>9</sup>Largura; <sup>10</sup>Altura. Adaptado de Graves et al. (2005)

Se o rebanho apresenta heterogeneidade de tamanho de vacas o recomendável é construir as baias com base no tamanho das maiores vacas existentes no rebanho, mas sem esquecer que um tamanho só de baias não é o mais propício para o melhor conforto das vacas.

Segundo Graves et al. (2005) itens como divisória, neck rails e outras estruturas da baia, devem servir como guias que definem a área de descanso da vaca, mas sem impedir seu movimento ou resultar em lesões.

Um componente importante é a barra de contenção de pescoço (neck rail), que ajuda a vaca a se posicionar quando ela entra na baia, ou quando ela está de pé na

baia, antes ou depois de se levantar. Quando utilizado adequadamente, é fundamental para que os animais defequem fora da baia, permitindo que as camas fiquem limpas por mais tempo. Uma forma de avaliar a colocação adequada do neck-rail é observar se existe um comportamento chamado de “empuleiramento” (em inglês, perching): as vacas ficam de pé com as mãos sobre as camas e com os pés nos corredores de tráfego. Quando os neck-rails estão baixos, as vacas terão dificuldade em entrar nas baias, por isso aquele comportamento de empuleiramento. Quando colocados adequadamente, as vacas permanecerão em pé nas baias, com os quatro pés sobre a cama, com as costas niveladas e com o topo do pescoço tocando suavemente o neck-rail (Bewley, 2008).

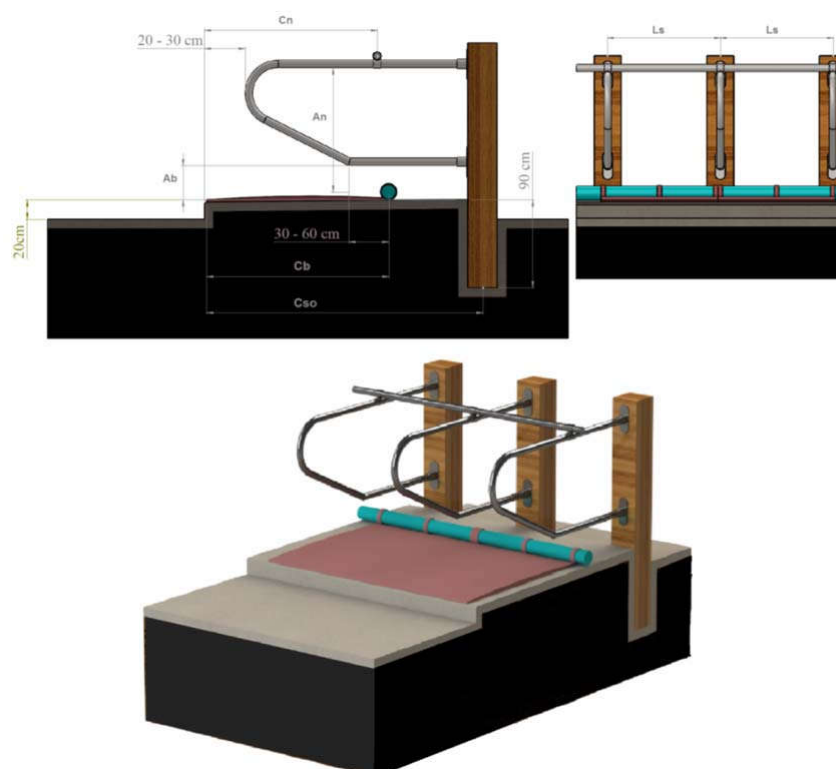


Figura 9 - Exemplo de baia de Free Stall com frente aberta e com utilização de colchão como cama. C=Comprimento; A=Altura; L=Largura.

Além do empuleiramento, outro comportamento anormal que pode ser observado é o animal deitado diagonalmente à baia. Isso pode significar diferentes fatos: as baias podem estar curtas, e se, assim for, as vacas podem deitar com parte da traseira para fora da baia, isto é, no corredor do tráfego; não há espaço suficiente para o movimento de cabeça necessário para se levantar.

Em adição aos movimentos anormais de levantamento, empuleiramento e diagonalidade, outros comportamentos devem chamar atenção: vacas com partes do corpo projetadas para fora da baia, vacas ou baias muito sujas (Figura 10). A ocorrência desta última situação pode indicar que os locais de repouso são desconfortáveis ou insuficientes. Em caso de baias muito estreitas, por exemplo, é comum se observar vacas invadindo espaços de outras vacas, até impedindo a utilização da baia ao lado, contato excessivo do corpo com o divisor da baia, enquanto deitado, ou entrando ou saindo da mesma (Figura 10).



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Figura 10 - Comportamentos de vacas confinadas frente a diferentes condições de conforto. (A) Comportamento em pé de vaca em condição ideal de conforto; (B) Comportamento de empuleiramento; (C) e (D) Baias com péssimas condições de higiene; (E) Animal com excessivo contato com divisória da baia.

Em sistemas de confinamento tipo Free Stall é comum o uso de um número maior de animais que o número de baias. No entanto, o ideal é disponibilizar uma baia para cada animal alojado, pois em determinados horários do dia, as vacas podem sincronizar suas atividades habituais e deitar-se ao mesmo tempo. Por exemplo, após 2 horas a ordenha, 90% das baias devem estar ocupadas (Bewley, 2010).

Algumas questões podem servir como guias para diagnosticar a adequação das baias em confinamentos:

- Vacas são observadas preferindo deitar nos corredores a em suas camas?
- As vacas entram e saem de suas baias com facilidade ou com hesitação?
- Ao se deitarem, elas encostam em alguma parte da baia ou há espaço suficiente para isso? E ao levantarem-se?
- Existe espaço suficiente para os movimentos de cabeça (para esticar para se levantar)?
- É notável algum potencial de lesão quando as vacas entram e saem, deitam e se levantam das baias?
- As vacas gastam tempo considerável em pé na baia, mostrando hesitação, antes de se deitar?
- Quando deitadas, as vacas parecem calmas ou agitadas? Elas mudam de posição frequentemente?
- Há alguma evidência de lesões, escoriações, abscessos, colisões ou hematomas que podem ter resultado da entrada ou saída das baias?

Além da observação do comportamento de descanso das vacas, um método consistente para verificar a adequação das baias é a pontuação do estado do jarrete,

uma classificação que pode ser utilizada é a desenvolvida pela Universidade de Cornell, que pontua de 1 a 3 a condição do jarrete (Figura 11). A saúde do jarrete indica a abrasividade da cama e o conforto da vaca. Lesões normalmente são resultados de uma extensão prolongada ou de uma grande força aplicada sobre o jarrete, e podem levar à ruptura da pele causando maior oportunidade para que ocorra infecção, inchaço, desconforto e claudicação.

Outra classificação que pode auxiliar na verificação da adequacidade das baias é o escore de higiene, pois um dos mecanismos básicos de transferência de estrume para o úbere é por transferência direta (Cook & Reinemann, 2007), ou seja, as vacas deitam em áreas contaminadas ou até mesmo nos corredores de tráfego, comportamentos comuns quando as baias não apresentam dimensões ou circunstâncias de conforto ideais.

Segundo Cook & Reinemann (2007) infecções da glândula mamária com patógenos bacterianos ambientais é o problema de úbere mais significativo na América do Norte, sendo que as fontes predominantes de coliformes e streptococcus ambientais são estrume e material de cama contaminado.



Figura 11 - Da esquerda para direita, escore (1) Sem inchaço e sem perda de pelo; (2) Sem inchaço e área calva no jarrete e (3) Inchaço é evidente ou existe lesão de pele.

O tipo de cama pode ser um grande influenciador do tempo de descanso de vacas confinadas. Uma cama ideal deve (1) estar de acordo com a forma da vaca; (2) fornecer conforto adequado para a vaca deitar-se e levantar-se; (3) minimizar

possibilidade de escorregamento; (4) manter-se seca para minimizar crescimento de microrganismos e promover saúde do úbere.

Outro aspecto do ambiente físico é a presença de sons e ruídos. Vacas possuem alta capacidade auditiva e podem responder tanto positiva quanto negativamente a estímulos sonoros. Muito cuidado deve ser tomado com os ruídos que não são habituais às vacas, por exemplo, no momento da ordenha estímulos sonoros negativos, como gritos, podem desencadear aumento de retenção de leite residual, e consequente diminuição da produção de leite.

### **3.1. Limpeza das Instalações**

A limpeza das instalações deve ser realizada diariamente sendo que para as vacas em produção esta atividade é feita durante a ordenha quando os animais saem da instalação tornando mais fácil o manejo, esta prática deve ser realizada pelo menos duas vezes ao dia. A higiene das instalações está diretamente relacionada com a saúde dos animais, que por sua vez se correlaciona com os índices de mastite (Schreiner & Ruegg, 2003), desta forma instalações sujas implicam em animais sujos e por consequência queda na produção e sanidade do rebanho.

### **3.2. Escore de Higiene**

O escore de higiene ou escore de limpeza da vaca foi desenvolvido pela Federação Norte Americana de Produtores de Leite (NDPF- National Dairy Producers Federation). Esta tabela de escores tem como objetivo demonstrar o quanto as vacas estão sujas. A higiene da vaca é um indicativo de como está a limpeza das instalações. Esta avaliação é muito importante, pois a higiene dos animais além de estar diretamente relacionada com a incidência de mastite, está também associada aos casos de laminites e ainda os animais sujos apresentam dificuldade para realização do controle térmico (manter a homeotermia).

Essa classificação em escores tem como objetivo reduzir um pouco a subjetividade que comumente é observado em trabalhos à campo, assim como o já consagrado escore de condição corporal. Dizer simplesmente que o animal está mais sujo ou menos sujo mais magro ou mais gordo não nos dá uma ideia muito precisa de seu estado, mas quando se utiliza uma escala de escore se pode comparar melhor um animal com outro e até mesmo o mesmo animal antes e após um manejo realizado.

Estas escalas de escore partem do princípio de que não se pode gerir aquilo que não se pode medir.

São quatro os escores de limpeza que podem ser atribuídos às vacas, sendo que o 1 é dado para as vacas limpas, o escore 2 para as vacas ligeiramente sujas, 3 para vacas sujas e 4 para vacas muito sujas. Este é o escore mais simples onde se observa os dois pontos e atribui uma nota apenas para cada animal (Figura 12).

Outra escala de escores foi proposta por Ruud et al. (2010), onde são avaliados cinco pontos no animal atribuindo uma nota que varia de 1 a 4 para cada parte, ao fim obtém-se uma média das cinco avaliações, que será o escore de limpeza final para o animal avaliado (Figura 13).

A limpeza das instalações deve ser levada a sério, pois além da redução na produção de leite devido às patologias há também um aumento nos gastos com fármacos para controle e combate de patógenos.

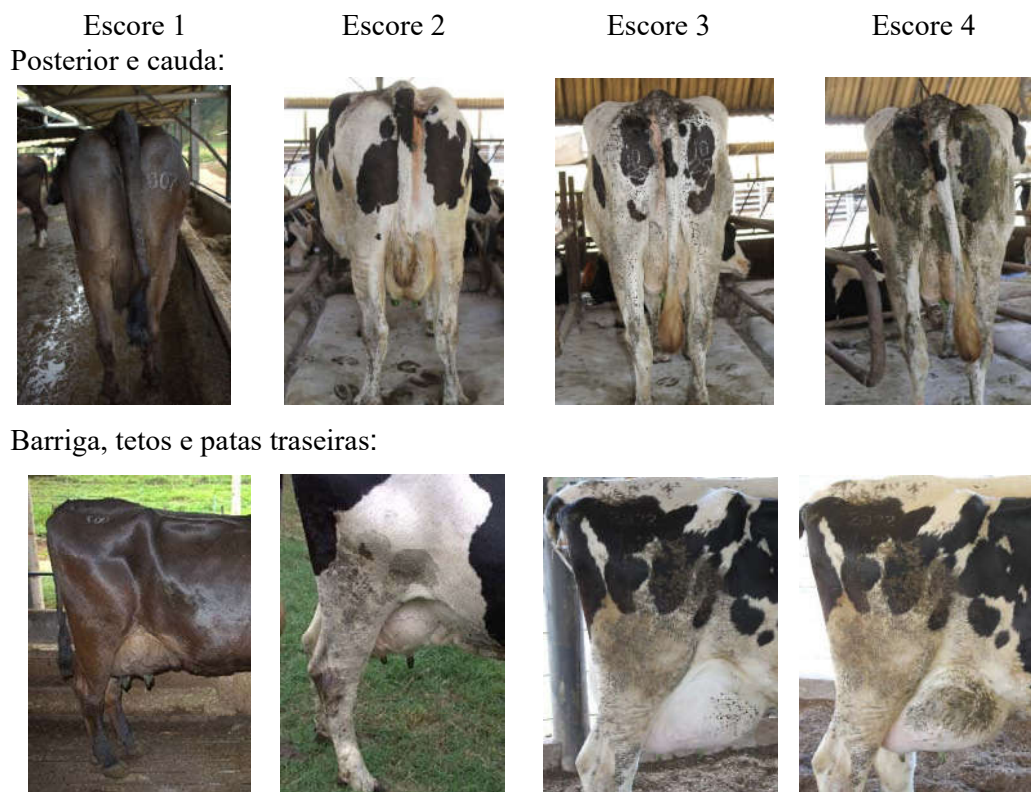


Figura 12- Escores de Limpeza





















Escore de Limpeza	1- Limpo	2- Ligeiramente sujo	3- Sujo	4- Muito sujo
Posterior				
Coxa				
Porção Inferior da Pata				
Úbere				
Barriga				

Figura 13 - Escores de Limpeza segundo metodologia proposta por Ruud et al. (2010). (Adaptado de Ruud et al., 2010)

### 3.3. Escore de Locomoção

Um ponto adicional a se observar é o comportamento das vacas ao caminhar: ocorrência de escorregões ou quedas e passos lentos podem indicar pisos ou áreas de trânsito inadequadas. E isso pode ter efeito direto na eficiência do manejo de condução das vacas e também na saúde dos cascos. Vacas de leite são susceptíveis a muitas doenças podais, podendo essas terem origem traumática, infectocontagiosa e parasitária e de origem metabólica (nutricional). Lesões de origem traumática normalmente são decorrentes do ambiente físico em que a vaca vive, principalmente umidade elevada, condições inadequadas de higiene e instalações, como piso abrasivo, por exemplo.

Cada afecção podal reduz a mobilidade da vaca e seu bem-estar, podendo levar à claudicação, diminuição do consumo, problemas de fertilidade e queda na produção de leite (Reiter e Bewley, 2011). Para diagnosticar e agir contra os problemas de casco que se apresentam em um confinamento de vacas leiteiras, deve-se avaliar os fatores de risco presentes e identificar quais afecções que ocorrem, para então realizar o

tratamento. Uma ferramenta importante para o diagnóstico da ocorrência de afecções de casco é a avaliação do escore de locomoção (Figura 14).

A descrição de cada escore são: (1) Normal - levanta e anda normalmente, com as costas niveladas. Faz longos passos confiantes. (2) Ligeiramente manco – as costas ficam niveladas quando as vacas estão de pé, mas arqueiam quando elas caminham. As passadas são um pouco anormal. (3) Moderadamente manco – ficam em pé e caminha com as costas arqueadas e com passos. Ligeiro aprofundamento do membro oposto ao membro afetado. (4) Manco – costas arqueadas quando em pé e ao caminhar. Favorece um ou mais membros. Afundamento do membro oposto ao membro afetado é evidente.

Berry & Cook (2005) recomenda que a avaliação seja feita mensalmente, ou no máximo com intervalos de 60 dias, que seja feita quando as vacas estejam passando por uma superfície plana, nivelada e com tração adequada e sempre neste mesmo local, que uma avaliação seja feita totalmente por um só avaliador e que, no momento da avaliação, as vacas estejam caminhando em seu próprio ritmo, tranquilamente. Um momento interessante seria a saída da sala de ordenha.

Outras medidas preventivas de afecções de casco são uso de pedilúvio e casqueamento. O casqueamento quando realizado adequadamente atua como fator de prevenção de doenças podais, mas deve-se ter cuidado com esta prática, pois o casqueamento excessivo pode ser um fator de risco. O ideal é que este seja feito no final da lactação (início do período seco), restabelecendo o balanceamento entre as unhas do casco.

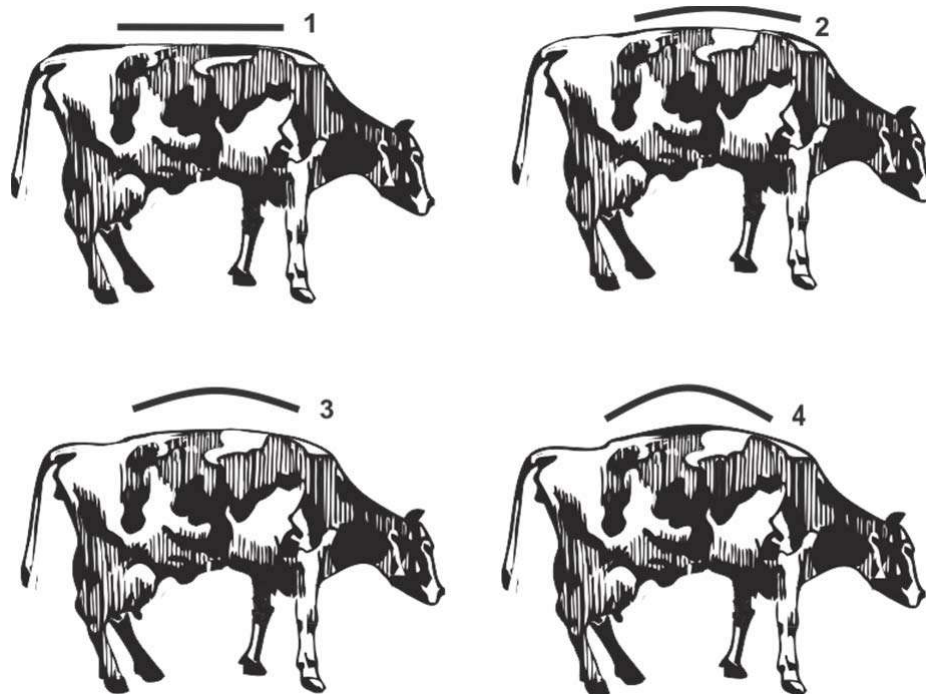


Figura 14 - Escore de locomoção de 1 a 4.

De uma maneira geral, quatro passos são descritos para efetuar o casqueamento preventivo com sucesso:

- 1) Medir a unha padrão (de menor crescimento), tomando o ponto de crescimento da parede dorsal do casco, próximo à cora do casco até a ponta da pinça (7,5cm). Cortar a ponta do casco no local marcado. Após o ajuste do comprimento, o aparo será realizado na sola, na região da pinça. A sola deve ficar no mínimo com 6mm, e entre a sola e a parede dorsal do casco, o ângulo sugerido é de 50°.
- 2) Após o corte da primeira unha (padrão), igualar o comprimento das unhas, nivelando a altura da sola da pinça.
- 3) No centro das unhas, reduzir o ponto de pressão do osso podal, abrindo uma concavidade. Isso facilita a limpeza e abre espaço para aeração do espaço interdigital. Pode-se atingir próximo de 1/3 e 2/3 da unha, para as unhas de menor e maior crescimento, respectivamente.
- 4) Balancear os talões, deixando a superfície da sola plana nas pinças, ao longo da parede e entre os talões. Isso garante distribuição adequada de peso para as unhas.

### 3.4. Período seco

O período seco é compreendido entre o final de uma lactação e o início da subsequente (ou parto), esta fase pode ser dividida em duas distintas, principalmente quanto ao manejo e alimentação, sendo estas o período de secagem e o período de transição. É importante que os animais sejam separados de acordo com a fase em que estejam passando, para possibilitar o manejo compatível a cada uma.

Importância do período seco:

- 1 - Reduzir a demanda do animal, desviando parte dos nutrientes para o crescimento fetal no final da gestação.
- 2 - Possibilitar a renovação das células epiteliais secretoras do leite.
- 3 - Adaptar a vaca à dieta do início da lactação.

Este período é visto como importante para que a vaca termine a lactação atual, e possa se recuperar para a próxima. Pensava-se que durante o período de descanso ocorria uma involução da glândula mamária, e posteriormente um crescimento para retomar sua massa inicial. Mas os resultados de pesquisa demonstram que, há na verdade um maior turnover das células epiteliais da glândula, onde as células mais velhas e senescentes são substituídas por células mais novas e sinteticamente mais ativas (Capuco et al., 2003). Para definir a data em que a vaca deve iniciar o período de descanso é preciso levar em consideração a data prevista para o parto e qual será a duração do período seco.

Segundo Holst et al. (1987), Hurley (1989) e Rejman et al. (1989), a involução das células alveolares inicia-se nas primeiras 48 horas após a secagem. Ainda de acordo com Hurley (1989) a involução mamária a nível de epitélio ocorre como um processo organizado e controlado que aparentemente resulta em perdas mínimas de células epiteliais. Um evento inicial parece ser o ponto de partida nos mecanismos intracelulares envolvidos na secreção de componentes do leite tal como a despolimerização ou inativação de microtúbulos ou outros componentes do citoesqueleto. As vesículas secretórias ligadas a célula iniciam a fusão até 48 horas após a última ordenha, resultando na formação de grandes vacúolos. Organelas intracelulares envolvidas na síntese dos componentes do leite, principalmente o retículo endoplasmático rugoso e o complexo de Golgi desaparecem com o aparecimento de estruturas auto fagocitárias. Essas estruturas auto fagocitárias estão presentes após 48 a 60 horas da última ordenha. Após 60 horas da última ordenha a maior parte das células epiteliais contem grandes vacúolos, pouco retículo endoplasmático rugoso e complexo de Golgi. Entre 14 a 21 dias de involução os

grandes vacúolos desaparecem das células e o epitélio apresenta-se em um estado de não lactação (Hurley, 1989).

### **3.5. Duração do período seco**

Tradicionalmente o período seco tem duração de sessenta dias em sistemas de produção de gado de leite intensivo, ou seja, normalmente as vacas são secas quando faltam dois meses para a data prevista do parto. Para alguns animais o período seco pode ser superior a 60 dias, visto que esses podem apresentar uma queda na produção de leite muito acentuada, resultando assim numa secagem antecipada. Normalmente isso ocorre com animais mestiços ou puro de origem zebuína, mas também podem acontecer com animais puros de origem europeia que apresentam uma genética de menor qualidade.

A duração do período seco é alvo de pesquisas já há bastante tempo, sendo que os estudos foram desenvolvidos com o intuito de avaliar o efeito da redução do período seco ou até mesmo a eliminação desta fase. Os resultados demonstram que uma redução no período de descanso pode gerar uma queda na produção de leite na lactação seguinte (Sørensen & Enevoldsen, 1991). No entanto, a intensidade da redução parece estar relacionada com outros fatores como o manejo e a sanidade, devido a variação entre os resultados. Os trabalhos mais antigos sugeriam que o período seco não poderia ser menor do que quarenta dias (Sørensen & Enevoldsen, 1991), no entanto alguns trabalhos mais recentes estudaram o impacto de menores períodos de descanso e observaram que períodos secos de trinta dias para animais em boas condições corporais e sanidade não altera a produção acumulada de leite na lactação subsequente (Annen et al., 2004; Bachman & Schairer, 2003). Apesar de existir um consenso de que o período seco ideal seja de 60 dias, vários estudos (Swanson 1965; Coppock et al. 1974) sugerem que 45 dias de período seco seriam suficientes para a involução da glândula mamária. Ainda, observam-se muitas fazendas brasileiras de alta tecnologia utilizando essa recomendação.

### **3.6. Processo de secagem**

Esta fase possibilita alguns cuidados especiais com o animal que pode auxiliar na produção da lactação seguinte, bem como reduzir os problemas de mastite. Sendo assim, o tradicional período seco de sessenta dias ainda é bem utilizado, pois a redução do período seco pode trazer consequências na produção caso não seja

realizada de maneira correta, possivelmente em casos de excelente manejo e sanidade o período seco pode ser reduzido para quarenta dias (Bachman & Schairer, 2003).

Para o processo de secagem, é importante gerar um pouco de estresse ao animal, o que acarretará em redução na produção de leite. As vacas devem ser retiradas de sua rotina normal de ordenha e levada para um local onde não tenha mais contato com as outras vacas em produção.

A dieta do animal deve ser alterada como o intuito de reduzir o aporte de nutrientes para a produção, esta mudança também causa um certo estresse ao animal. Nessa fase de secagem, a vaca deve receber uma dieta menos energética, reduzindo-se ou até mesmo retirando-se totalmente o fornecimento de alimentos concentrados. No entanto, o fornecimento de volumoso deve ser mantido, podendo este ser de pior qualidade. Não se deve restringir o consumo de água pelo animal.

O nível de produção também deve ser levado em consideração, de forma que vacas de menor produção e persistência podem passar por um processo de secagem mais abrupto, sendo totalmente ordenhadas e em seguida utilizado um antibiótico intramamário de longa duração (tratamento da vaca seca). Vacas de alta produção (10.000 L/305 dias de lactação), no entanto, devem ser ordenhadas por três dias consecutivos após estarem recebendo a dieta de pior qualidade, para que posteriormente seja ordenhada totalmente e receba o antibiótico intramamário. O uso de selantes externos ou mesmo intramamário também é recomendado neste período para evitar a entrada de patógenos pelo esfíncter do teto. Como demonstrado por Carneiro Filha et al. (2006), a utilização de selante interno pode ser tão eficiente quanto o uso do antibiótico intramamário.

Depois da última ordenha no processo de secagem é comum que o úbere se encha novamente ficando repleto, porém não se deve ordenhar novamente a vaca, pois este leite produzido gera uma pressão interna na glândula mamaria que auxilia na inibição da síntese de leite, posteriormente este leite será reabsorvido pelo animal. Entretanto, é preciso manter o animal em observação ficando atento se o úbere não está apresentando sinais de inflamação.

### **3.7. Agrupamento de vacas em lactação**

O agrupamento de animais em qualquer tipo de sistema de produção é de extrema importância, pois permite racionalizar o uso da mão-de-obra e de recursos alimentares, facilitando o manejo diário dos animais, além de proporcionar uma

redução de estresse a esses. O principal objetivo do agrupamento deverá ser sempre a redução da heterogeneidade dentro do grupo e aumento da variabilidade entre grupos, de acordo com o critério adotado. Além disso, o agrupamento deverá não interferir nas atividades normais que compõem a rotina diária dos animais, minimizar as interações sociais negativas e incentivar as interações positivas dentro do grupo (Grant & Albright, 2001).

Muitos critérios podem ser adotados em sistemas de confinamento, produção de leite, status reprodutivo, estágio de lactação, idade, condição corporal, status sanitário, peso corporal, entre outros. No entanto, os mais conhecidos, período de lactação, produção de leite no dia do controle, produção de leite no dia do controle corrigido para 4% de gordura, mérito leiteiro, e nutrientes requeridos por kg de matéria seca ingerida, conhecido como método de Cluster, serão discutidos a seguir.

O critério período de lactação consiste, basicamente, na separação de vacas em três grupos: com até 100 dias de lactação, de 101 a 200 dias de lactação e outro de 201 ao final da lactação. No entanto, um quarto grupo, de vacas recém-paridas com até 21 dias pós-parto pode ser formado. Neste período o animal está no período de transição, em fase de adaptação, apresenta alta susceptibilidade a distúrbios metabólicos, aumento expressivo dos requerimentos nutricionais, baixo CMS e consequente balanço energético negativo (BEN). O critério período de lactação apresenta-se inconveniente em casos de rebanhos heterogêneos, pois ao adotá-lo, vacas de diferentes produções de leite (diferentes exigências nutricionais) seriam agrupadas juntamente, levando à super ou subalimentação desses animais.

O critério de agrupamento por produção de leite no dia do controle (PLDC) é o critério mais largamente adotado no Brasil, e os animais são separados em grupos de baixa, média e alta produção de leite, mas como todos os critérios, apresenta suas desvantagens. Neste caso, um dos seus inconvenientes é a transferência de animais entre os grupos, podendo levar a existência de vacas vazias e prenhes em um mesmo grupo e consequente dificuldade com o manejo reprodutivo desses animais (detecção de cio, por exemplo) (Silva & Veloso, 2009). Porém, isso se torna menos problemático em rebanhos homogêneos, pois de maneira geral, a produção de leite poderá coincidir com o estágio de lactação. A razão da larga utilização deste método é devida a uma utilização aparentemente mais econômica e racional da alimentação. No entanto, utilizando-se somente este critério, uma grande variabilidade de exigências nutricionais dentro de grupo ainda pode ser observada, pois as exigências nutricionais

não dependem apenas do nível de produção, mas também da porcentagem de sólidos no leite, tamanho do animal e alteração de condição corporal deste animal (Reis et al., 2009). Este método, por exemplo, tende a inserir vacas grandes, com alto consumo e com baixo teor de gordura no grupo de alta exigência, e vice-versa. A utilização da ordem de parto como critério adicional pode controlar esse tipo de problema parcialmente (Grant & Albright, 2001).

O critério que utiliza a produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC4%) segue o mesmo procedimento do critério anterior, porém considera a correção para porcentagem de gordura no leite. Neste caso, a correção deve ser feita utilizando a fórmula adotada pelo NRC (2001):

$$\text{PLC4\%} = (0,4(\text{kg de leite/dia}) + 0,15(\% \text{ de gordura}/100)(\text{kg de leite/dia}))$$

Como a porcentagem de gordura no leite influencia as exigências nutricionais dos animais, este critério apresenta-se mais vantajoso que o anterior, que considera apenas a produção de leite.

O mérito leiteiro (ML), que também pode ser utilizado como critério, pode ser calculado da seguinte maneira:

$$\text{ML} = \text{PLC4\%}/\text{PV}0,75$$

O mérito leiteiro diz respeito à eficiência biológica dos animais, ou seja, vacas com mérito leiteiro elevado apresentam menor peso metabólico e alta produção de leite e gordura. Dentre os critérios de agrupamento, mérito leiteiro é o que permite maior homogeneidade dentro do grupo em termos de exigências nutricionais, pois a exigência nutricional depende também do tamanho do animal (Reis et al., 2009).

PLC4% e ML são critérios simples a serem adotados, mas por exigirem o uso de planilhas para a realização de cálculos tornam-se menos utilizados por parte dos produtores.

O método de Cluster, proposto por McGilliard et al. (1983), realiza o agrupamento de vacas em lactação utilizando de forma simultânea suas exigências em energia (Mcal de energia líquida/CMS) e proteína (% de PB/CMS). De forma direta, outros critérios não são considerados para o agrupamento, uma vez que esses já são utilizados para o cálculo dos requerimentos nutricionais dos animais. O método de Cluster, em termos de atendimento de exigências nutricionais, parece ser o melhor método (McGilliard et al., 1983; Williams et al., 1992), no entanto, exige uma pequena complexidade computacional para sua adequada utilização.

Na Figura 15 é demonstrado um exemplo de agrupamento de vacas de acordo com a produção de leite e dias em lactação (DEL). No exemplo, é possível observar que as vacas da fazenda foram divididas em 6 lotes: desafio, alta (produção), pós-parto, pré-parto, baixa (produção) e vaca seca. Foi realizada uma média de produção de leite por lote para que o arraçãoamento pudesse ser feito. Dessa forma, para o lote desafio, a cada 2,5 L de leite produzido é fornecido 1 kg de ração, enquanto que para os lotes de alta e baixa produção a proporção utilizada é de 1 kg de ração para cada 3 L de leite produzido. As vacas permanecem por 21 dias no loté pós-parto e recebem 6 kg de ração cada, sendo essa ração, preferencialmente aniônica. Ainda, as vacas ou novilhas prenhes são encaminhadas para o lote pré parto 21 dias antes da data prevista do parto e recebem 3 kg de ração cada, sendo que para vacas, a ração é preferencialmente aniônica. O lote de vaca seca não recebe ração no exemplo mostrado. Ainda, pode-se considerar para o loteamento o ECC das vacas. Espera-se que o ECC das vacas esteja em torno de 3 a 3,5 (no máximo), dessa forma, vacas com ECC acima de 3,5 poderiam ser alocadas em lotes onde o fornecimento de ração fosse menor, para diminuir o ECC e assim, evitar problemas metabólicos ou reprodutivos.

Lote	Dieta	Vaca	Produção (L/d)	Lote (média)	Parto Atual	DEL	DEL (média)	DG	Última inseminação	Dias DG	ECC	Concentrado/minimal
1	Desafio	3012	44,6	44	08/06/17	111	109	P	07/08/17	51	2,75	17
		3040	45,9		07/05/17	143		P	04/07/17	85	3,5	
		3017	43,9		12/07/17	77		V			3,25	
		3037	40,1		24/05/17	126		I	04/09/17		3,25	
		4016	39,8		30/07/17	59		P	06/04/17	174	3,50	
		3035	47,0		12/05/17	138		I	04/09/17		3,75	
2	Alta	2049	38,3	35	17/05/17	133	143	P	07/07/17	82	3,25	12
		4019	35,0		31/10/16	331		P	27/07/17	62	3,25	
		3023	31,7		28/05/17	122		P	04/09/17	29	3,25	
		3039	33,6		20/05/17	130		P	04/08/17	54	3,00	
		4015	36,0		26/12/16	275		P	11/07/17	78	2,50	
		1032	35,2		24/05/17	126		P	27/05/17	123	2,50	
		4009	31,5		25/06/17	94		I	14/09/17		3,00	
		2051	36,7		07/07/17	82		P	07/08/17	51	3,25	
		4034	38,4		21/06/17	98		I	22/09/17		3,75	
		2063	32,7		21/08/17	37		V			3,75	
3	Pós-parto	3003	21,0		21/09/17	6	9	V			3,00	6
		2031	15,8		21/09/17	6		V			3,75	
		2018	18,8		15/09/17	12		V			3,25	
		4040	19,0		15/09/17	12		V			3,00	
4	Pré parto	4041						P	09/01/17	261	3,25	3
		5004						P	04/01/17	266	3,00	
		5009						P	15/12/16	286	3,00	
5	Baixa	5007	24,9	22	04/05/17	146	199	P	23/06/17	96	3,75	7
		4025	27,0		24/04/17	156		I	27/07/17		3,50	
		2058	21,4		07/05/17	143		I	07/08/17		2,75	
		4004	21,5		26/04/17	154		I	15/07/17		3,50	
		3032	19,8		01/12/16	300		P	04/09/17	23	3,00	
		4007	20,0		17/04/17	163		I	14/04/17		2,50	
		3028	23,6		30/03/17	181		V	04/09/17		3,75	
		3043	23,7		28/04/17	151		I	11/04/17		3,00	
		3008	24,7		21/02/17	218		P	07/08/17	51	2,75	
		9024	18,5		10/09/16	382		I	07/08/17		3,75	
		6	Vaca seca		1028							

Figura 15 - Agrupamentos de vacas. DEL=dias em lactação; DG=diagnóstico de gestação; ECC=Escore de condição corporal.

O lote desafio pode ser usado para vacas recém paridas até o pico de produção de leite, que varia com a raça e/ou grau genético. Esse lote visa fornecer uma quantidade superior às exigências nutricionais estimadas pelo NRC (2001), com o objetivo de potencializar a produção de leite da vaca, visto que do parto até o pico, a produção de leite é crescente. Normalmente, as vacas desafiadas respondem a fornecimento extra de alimentos e aumentam a produção de leite. No entanto, em alguns casos, não há ganhos na produção, podendo assim, as vacas ficarem com ECC elevado (acima de 3,75), tornando essa tecnologia desnecessária, visto que a deposição de gordura em vacas leiteiras não é recomendada e ainda é muito onerosa. Dessa forma, ao optar por realizar o lote desafio, o responsável técnico deve estar atento à resposta produtiva da vaca e se a mesma não estiver com produção compatível ao fornecimento da dieta, a mesma deve ser suspensa. Caso o vaca no lote desafio responda com uma maior produção de leite, essa chegará com o pico de produção superior ao que chegaria sem a dieta, e assim a sua produção total tenderá a ser superior. Em alguns casos, o lote desafio pode receber uma dieta diferenciada, ou seja, haverá além de uma maior inclusão de alimentos, uma dieta com alimentos que potencializam ainda mais a produção de leite, como caroço de algodão, polpa cítrica e farelo de soja by pass, por exemplo.

Independente do critério a ser utilizado, quando possível, é recomendável a formação de um lote composto apenas por vacas primíparas, pelo menos nos primeiros 30 dias pós-parto (Grant & Albright, 1995). Esta prática garante um tratamento diferencial a estes animais, que apresentam maior exigência nutricional por ainda estarem em fase de crescimento. Quando alojadas separadas das vacas adultas, as primíparas apresentam melhor desempenho por não sofrerem com a dominância daqueles animais.

Praticamente em todos os critérios de agrupamento, em algum momento haverá necessidade de transferência de animais entre grupos. Quando uma vaca se desloca de um grupo para o outro, ela é submetida tanto à tensão social como nutricional, o que pode levar a reduções no CMS e conseqüente queda da produção de leite. Ao realizar a transferência de animais entre grupos, muitos cuidados devem ser tomados. Prenhês confirmada, nível de produção de leite e escore de condição corporal devem ser os principais critérios ao decidir-se sobre mudar uma vaca de um grupo para outro (Grant & Albright, 2001). Transferências em grupos podem ser menos prejudiciais, vacas transferidas individualmente podem sofrer agressões

físicas e ameaças até encontrar o seu lugar na estrutura social do seu novo grupo. De acordo com Schein & Fohrman (1955), cerca de uma semana é necessária para a hierarquia dominante se reestabelecer e se estabilizar após a inserção de novas vacas no grupo.

No tocante ao número e tamanho de grupos a ser formado, isso dependerá de uma série de fatores, tais quais: tamanho do rebanho, mão-de-obra, espaço de cocho e bebedouro, instalações, interações sociais, capacidade da sala de ordenha e de espera, condições ambientais, dentre outros.

É recomendável, por exemplo, que os animais não permaneçam mais de uma hora na sala de espera da ordenha e que os lotes sejam compostos por um número de animais múltiplo da capacidade da ordenhadeira.

Incrementos na produção de leite quando mais de um grupo foi formado ou de acordo com o critério adotado, foram observados (Tabela 3). À primeira vista, quanto mais grupos forem formados, maior será a homogeneidade dentro do grupo e melhor será o atendimento das exigências nutricionais, no entanto, isso nem sempre é possível ou viável e o bom senso deverá ser utilizado. Sniffen et al. (1993) revisando pesquisas que avaliaram o número ótimo de grupos sugeriram que três dietas seriam o ponto de eficiência ótima.

Quando se fala em dietas, no caso de produção de leite como critério de agrupamento, por exemplo, está se falando de três diferentes formulações para três diferentes níveis de produção, baixa, média e alta. Obviamente, em grandes rebanhos, cada grupo desses poderá apresentar subgrupos para sustentar o que já foi discutido anteriormente acerca de disponibilidade de instalações e sala de ordenha, por exemplo. Qualquer que seja o critério adotado, dentro de um grupo de animais, atenção deve ser voltada para a hierarquia social, concorrência para alimentação, água e espaço, pois isso determinará padrões de comportamento e consumo que poderão refletir na produção de leite. Grupos bem formados proporcionam aos animais melhoria do consumo, bem-estar e produtividade.

Tabela 3 - Resultados da literatura científica sobre critérios de agrupamento e número de grupos formados.

Fonte	Avaliação	Resultado
McGilliard et al. (1983)	Todos os critérios de agrupamento	Melhor: Cluster
Williams et al. (1992)	Todos os critérios de agrupamento; formação de 2 e 3 grupos	Melhores resultados: Cluster e 3 grupos
Clark et al. (1980)	PL (4%); formação de 1 e 3 grupos	Aumento de 1,41 kg de leite/dia com 3 grupos, na primeira lactação
Pecsok et al. (1992)	PL (4%); formação de 1;2;3 e 4 grupos	1 para 2: aumento na PL de 3%; 2 para 3: aumento de 2%; 3 para 4: aumento de de 1%
Phillips et al. (2001)	PL (4%); primíparas e múltiparas	Redução da PL em 3% na primeira semana, com um único grupo

PL (4%): produção de leite corrigida para 4% de gordura;  
Adaptado de Silva & Veloso (2009).

### 3.8. Frequência de ordenha

Normalmente, o produtor de leite trabalha com margem de lucro pequena para cada litro de leite produzido. Uma vez que muitas vezes é difícil identificar os gargalos dos seus custos e então diminuí-los, o que se tem buscado é o aumento do volume da sua produção, na tentativa de incrementar sua lucratividade. Alternativas de manejo fazem isso possível sem a necessidade de grandes investimentos, sendo uma delas o aumento da frequência de ordenha, que teve sua investigação iniciada ao final de 1800, segundo revisão de Wall & McFadden (2008).

É possível que vacas que são ordenhadas duas vezes por dia ao invés de uma, produza cerca de 25% a mais de leite (Dahl, 2005). Mas a aplicação mais comumente observada tem sido o aumento da frequência de ordenha de duas vezes para três vezes ao dia. Vacas ordenhadas três vezes ao dia geralmente também produzem cerca de 15% mais leite que aquelas ordenhadas duas vezes ao dia (Tabela 4). Lembrando que para se adotar a ordenha de três vezes ao dia, a vaca deve possuir um potencial de produção de leite elevado (acima de 30-35 litros/vaca/dia).

Claramente, o principal retorno do aumento da frequência de ordenha é o aumento na produção de leite. No entanto, outros efeitos devem ser considerados. Pesquisas também foram conduzidas com intuito de avaliar o efeito do aumento da

frequência de ordenha na composição do leite, e os relatos têm sido inconsistentes (McFadden & Wall, 2010), pois têm se observado nenhum efeito na composição do leite, efeitos negativos e positivos. Uma questão interessante é a observação de uma associação positiva entre o aumento da frequência de ordenha com a contagem de células somáticas (CCS) do leite (Smith et al., 2002). Um ponto que também vem sendo discutido é o efeito do desempenho reprodutivo de vacas ordenhadas mais frequentemente. Wall & McFadden (2008) observaram inconsistência nos resultados de estudos que avaliaram o desempenho reprodutivo frente ao aumento da frequência de ordenha e argumentam que há quem acredite que o baixo desempenho das vacas está associado à deficiência de manejo e não ao aumento da frequência.

Tabela 4 - Respostas da produção de leite para o aumento da frequência de ordenha de duas para três vezes ao dia em vacas leiteiras

<b>Fonte</b>	<b>Raça</b>	<b>Produção de leite (Kg/dia)</b>	<b>Paridade</b>	<b>2x vs. 3x</b>
Amos et al. (1985)	Holandês	25,6	+2	+18,5%
		21,3	1	+25,2%
Allen et al. (1986)	Holandês	24,5	+2	+13,5%
		21,1	1	+19,4%
Barnes et al. (1990)	Holandês	25,7	+2	+6%
		22,7	1	+14%
Campos et al. (1994)	Holandês	14,0	+1	+17,4%
	Jersey	7,0	+1	+6,3%
Klei et al. (1997)	Holandês	42,0	+1	+10,4%
Smith et al. (2002)	Holandês	28,5	+1	+16%

A frequência de ordenha a ser praticada em cada propriedade é singular. Silva & Veloso (2009) recomendam a prática da segunda ordenha para propriedades que possuem vacas com produções de mais de 10 kg/dia, em média. E a terceira ordenha para rebanhos com produções de mais de 30 kg/dia/vaca, normalmente rebanhos de alto potencial genético. No entanto, à tomada de decisão sobre o número de ordenhas

que será realizado, o possível impacto econômico deverá ser avaliado. O aumento na produção de leite deverá cobrir os custos adicionais que certamente surgirão com o aumento da frequência de ordenha. Custos relacionados à energia elétrica, aumento no consumo de alimentos, materiais e medicamentos para pré e pós-dipping, material de limpeza, mão-de-obra e outros, deverão ser considerados.

### **3.9. Considerações básicas sobre manejo de alimentação**

O que se tem mais praticado no mundo em termos de alimentação em confinamentos é o fornecimento da dieta em forma de ração total, ou, no inglês, TMR (Total mixed ration). Este método consiste no fornecimento de todo volumoso, concentrado energético e protéico, núcleos minerais e vitamínicos e possíveis aditivos, para fins de formulação da dieta de determinado animal, de uma forma combinada, em uma única mistura.

As vantagens associadas a este método são muitas (Lammers et al., 2003):

- Proporciona ambiente mais estável para os microrganismos ruminais;
- Diminui a incidência de problemas digestivos e metabólicos;
- Aumento de cerca de 5% na produção de leite;
- Limita a seleção por parte dos animais;
- Proporciona maior precisão do fornecimento e consumo do que foi formulado;
- Evita alimentação na sala de ordenha;
- Boa adaptação à mecanização;
- Mascara o sabor de alimentos pouco ou não palatáveis;
- Reduz o trabalho com a alimentação diária dos animais;
- Aumenta o tempo de descanso para as vacas.

Este método é indiscutivelmente vantajoso, mas ao adotá-lo alguns cuidados devem ser tomados (Lammers et al., 2003):

- Manutenção de equipamentos para produção e fornecimento da ração;
- Calibração adequada de balanças para permitir pesagem mais acurada possível;
- Formulação e fornecimento da dieta;
- Alimentação de grupos distintos;
- Em caso de utilização de feno, equipamento especial para cortá-lo pode ser necessário;
- Averiguação frequente do teor de matéria seca da silagem;
- Análise da composição química dos ingredientes.

Um dos aspectos fundamentais do conforto para as vacas é o espaço no cocho de alimentação. Em um estudo conduzido por DeVries et al. (2004) foram avaliados dois espaçamentos de cocho: 0,5 m e 1 m, sendo que os melhores resultados para produção de leite, tempo no cocho e consumo de matéria seca foram observados para os animais mantidos com espaçamento de 1 m (Tabela 5). Em termos práticos várias fazendas no Brasil utilizam um espaçamento de cocho de no mínimo 60 cm.

Tabela 5 - Espaço de cocho e consumo de matéria seca de vacas em lactação

<b>Espaço de cocho</b>	<b>PL</b>	<b>Tempo no cocho</b>	<b>CMS</b>
0,50 m	-	-	-
1 m	+	+	+

Adaptado de DeVries et al. (2004).

Hetti Arachchige et al. (2014) avaliaram três espaçamentos de cocho para vacas em lactação: 0,6, 0,75 e 1,0 m e observaram que o tempo de alimentação aumentou conforme o aumento do espaço do cocho e a frequência de alimentação diminuiu com o espaço de cocho maior. Ainda os mesmos autores avaliaram comportamentos de agressividade e submissão e concluíram que o espaço de cocho maior resulta em uma menor frequência de comportamentos agressivos e do mesmo modo comportamentos de submissão.

Outros cuidados devem ser tomados independentemente do método de fornecimento da dieta. Uma parte crítica do manejo alimentar é a formulação de dietas com precisão, a alimentação deve ser gerenciada de modo que os nutrientes fornecidos correspondam àqueles requeridos e consumidos por cada grupo do rebanho. Uma dieta formulada deve ser o mínimo possível distinta daquela fornecida e finalmente daquela consumida. Para isso, chama-se atenção para o manejo do cocho (Tabela 6). É importante verificar níveis de consumo de ração para cada grupo no rebanho para ajustar o consumo que é necessário para o nível de produção de cada grupo. Isso é possível por meio da avaliação, de forma subjetiva, das sobras nos cochos através de notas ou escore. A Tabela 6 mostra o manejo de cocho detalhando o escore de cocho para vacas leiteiras em confinamento.

Os escores de cocho de notas 0 e 1 indicam que o rebanho está subnutrido. Se as vacas estiverem consumindo os últimos 5% da quantia de alimento fornecido, significa que não estão comendo o seu máximo potencial de consumo. Nesses casos é

indicado aumentar um pouco a silagem para esses lotes, pois eles já começam apresentar subnutrição limitando a sua produção. Principalmente em lotes de alta produção e desafio essas situações não podem ocorrer em hipótese alguma, pois um mau manejo nesta fase pode comprometer toda a lactação do animal. O volumoso deve ser aumentado gradualmente para evitar desperdícios.

Tabela 6 - Escore de cocho para vacas leiteiras em confinamento

0	Sem alimento no cocho
1	Até 2,5% de sobra
2	De 2,5% a 5% de sobra
3	De 5% a 10% de sobra
4	Acima de 10% de sobra
5	Alimento intacto

Como o escore é realizado de manhã e os animais vão ser alimentados logo em seguida, um escore entre 2 e 3 já é o ideal. Quando se tem maiores sobras o alimento começa a se deteriorar e começa sempre a ter alimento estragando no meio do trato o que não é interessante. Nesses casos deve se manter o número de garfadas.

Escore de cocho de nota 4 e 5 significam sérios problemas de alimentação no rebanho. Se caso começar a passar de 10 % de sobras, é preciso ter atenção no lote, assim o número de garfadas deve ser reduzido evitando perdas e que fique à disposição dos animais alimento de baixa qualidade. Obviamente todos sabem das flutuações de consumo que normalmente os animais apresentam. O importante é utilizar o bom senso, e evitar conclusões precipitadas. Considerar que mudança de animais entre diferentes grupos de alimentação leva a mudanças bruscas no escore de cocho. Visto que se os cálculos foram feitos de maneira correta este tipo de sobras não devem ocorrer com frequência. Na figura 16 está exemplificado cada escore de cocho.

Um dos objetivos da avaliação do cocho, é evitar grandes variações no consumo diário de alimento pelos animais, além de poder contribuir para detecção de possíveis problemas refletidos no consumo, como por exemplo, acidose. O ideal é que a leitura do cocho seja realizada pela manhã e é importante que a oferta nunca deva ser aumentada em mais de 10% do trato anterior. Para fazer anotações precisas, é importante alimentar adequadamente as planilhas de leitura dos cochos: número do lote, número de animais, peso dos animais, dias naquela alimentação, etc.

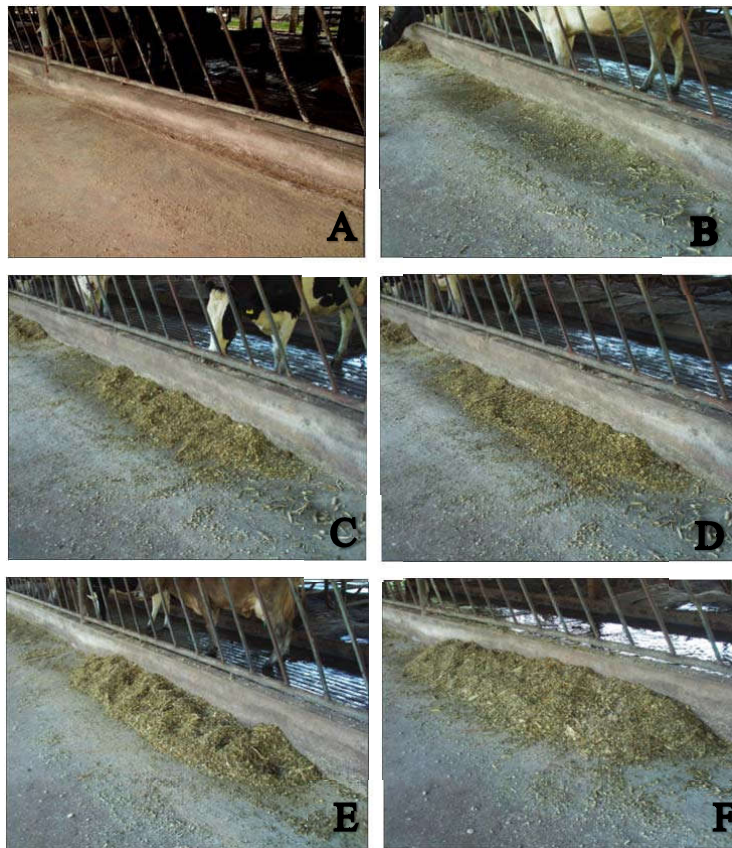


Figura 16 - Avaliação de escore de cocho: Escore 0=A; Escore 1=B; Escore 2=C; Escore 3=D; Escore 4=E; Escore 5=F.

Um ponto que requer atenção é a alimentação de vacas em grupo, que é um grande desafio. Por mais homogêneo que um grupo seja super ou subalimentação poderá ser observada. Reis et al. (2009) sugerem que se faça um desafio nutricional, feito sobre a produção média de leite do grupo. Esse desafio pode ser relativo, quando se desafia a média de produção de leite do lote em 30% (para lote bastante heterogêneo), em 20% (grupos heterogêneos) ou 10% (grupos homogêneos), ou estatístico, quando, ao estabelecer a média do lote, soma-se à média 1X ou até 3X o desvio padrão, e o resultado será a produção de leite para a qual a dieta será formulada.

### 3.10. Frequência de fornecimento de dieta

Promover um melhor CMS deve ser um dos principais objetivos do produtor quando se deseja sustentar uma dada produção de leite. À primeira vista, o fornecimento da dieta em forma de TMR pode parecer suficiente por proporcionar o equilíbrio de nutrientes que o ruminante precisa para manter uma população

microbiana estável e eficiente. No entanto, a disponibilidade do alimento ao longo do tempo e a distribuição de todo o consumo no decorrer do dia, parece contribuir ainda mais para a uma população microbiana estável (Nocek & Braund, 1985), além disso, o fornecimento de alimentos frescos é um estímulo substancial que leva as vacas a comerem (DeVries & Von Keyserlingk, 2005). Devido a isso, há sugestões que o aumento da frequência de fornecimento da dieta aumenta a produção de leite e diminui problemas metabólicos em vacas de leite. Contudo, os resultados de pesquisas que avaliaram o efeito da frequência de fornecimento da dieta sobre o desempenho de vacas leiteiras são variáveis (Tabela 7).

Phillips & Rind, 2001 e Mantysaari et al., 2006, que observaram menor CMS quando a frequência de alimentação foi aumentada, atribuíram este resultado à maior perturbação das vacas.

Tabela 7 - Efeitos observados na literatura do aumento da frequência de fornecimento da dieta em vacas de leite

<b>Fonte</b>	<b>Frequência de alimentação</b>	<b>Efeitos observados</b>
Shabi et al., 1999	2 → 4	> % proteína, gordura e lactose no leite; > CMS
Phillips & Rind, 2001	1 → 4	< PL; < CMS
Mantysaari et al., 2006	1 → 5	< CMS

CMS=Consumo de matéria seca; PL=Produção de leite.

Phillips & Rind (2001) acreditam que o aumento da frequência pode perturbar a estrutura social do grupo e Mantysaari et al. (2006) argumentaram que vacas alimentadas menos vezes ao dia apresentam comportamento mais relaxado e menos agressivo, passam mais tempo ruminando e têm uma maior oportunidade para selecionar grandes bocados da ração. O CMS é ditado pelo comportamento alimentar, que por si é modulado pelo ambiente, manejo, saúde e interações sociais dos animais. No entanto, há controvérsias de opiniões acerca das interações sociais que ocorrem de acordo com a frequência de fornecimento da dieta praticada. Contrariamente à Phillips & Rind (2001) e Mantysaari et al. (2006), DeVries et al. (2005) acreditam que baixa frequência de entrega pode resultar no aumento da concorrência entre as vacas e por isso, algumas vacas podem até modificar seu momento de alimentação para evitar

interações negativas. DeVries et al. (2005) observaram igualdade de acesso para se alimentar quando se aumentou a frequência de fornecimento da dieta, e que vacas subordinadas não foram deslocadas do cocho tanto quando alimentadas só uma vez

Uma questão importante que vem sendo discutida dentro deste assunto refere-se ao tamanho de partículas do volumoso. Partículas longas vão sendo rejeitadas, sendo observado, portanto, maior conteúdo de FDN no cocho ao longo do dia (Figura 17) e consequente diminuição do consumo de fibra fisicamente efetiva (DeVries et al., 2005; Endres et al., 2010). O que é um problema, uma vez que a diminuição do consumo de fibra fisicamente efetiva pode afetar função normal do rúmen, deslocamento de abomaso, flutuações do consumo, alterar funções do sistema imune, diminuir teor de gordura no leite e aumentar lesões de casco (Endres et al., 2010). DeVries et al. (2005), apesar de ter observado o mesmo comportamento de FDN no cocho, ou seja, aumento curvilíneo ao longo do dia, para três diferentes frequências (1x, 2x e 4x), recomendam maiores frequências de fornecimento da dieta por diminuir a seleção de partículas longas.

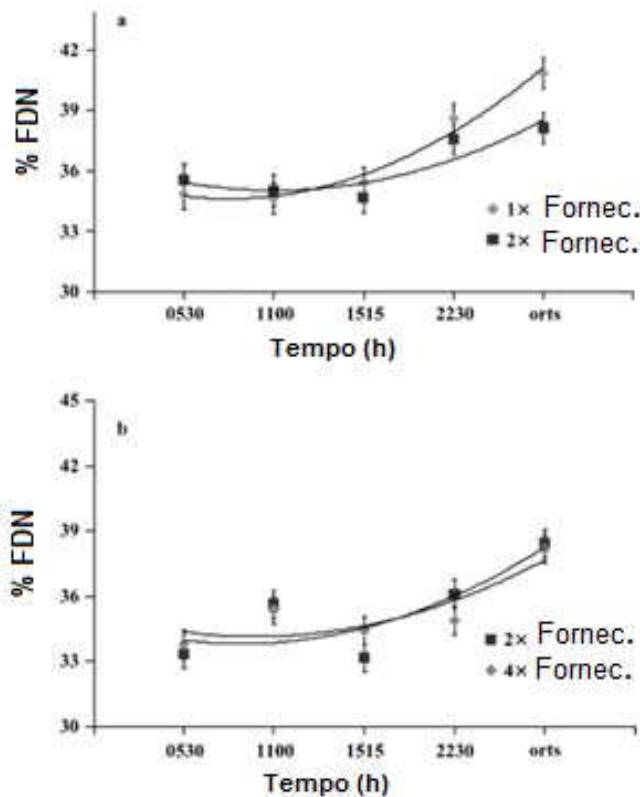


Figura 17 - Porcentagem de FDN (% da MS) no alimento presente no cocho ao longo do dia (a) Dieta fornecida uma vez vs. dieta fornecida duas vezes ao dia (b) Dieta fornecida duas vezes vs. dieta fornecida quatro vezes ao dia (Adaptado de DeVries et al., 2005).

Apesar das pesquisas e teoria, DeVries et al. (2005) comentam que o que se tem praticado é o fornecimento da dieta duas vezes ao dia, mas que há ainda produtores que fornecem apenas uma vez ao dia com intuito de reduzir custos trabalhistas. A aplicação de maiores frequências dependerá, de uma maneira geral, do custo-benefício. Diante de tantas controversas, o ideal seria que a frequência no fornecimento de dieta acompanhasse a frequência da ordenha, que em condições brasileiras são duas vezes ao dia.

### **3.11. O uso de somatotropina**

A somatotropina, hormônio do crescimento ou ainda o GH (Growth Hormone) são nomes dados ao mesmo hormônio proteico que tem sua síntese endógena feita na hipófise, pelo fato de ser um hormônio proteico torna-se necessário à presença de receptores de membrana para que sua atividade biológica seja desencadeada. Na produção de leite este hormônio é importante devido seu papel na lactogênese e Galactopoesse (Bauman, 1992).

Liberado na corrente sanguínea, uma das funções do GH é promover o crescimento do animal, por isto o nome dado a ele. Sua ação é mediada pelo IGF-1 que é produzido principalmente no fígado em resposta ao nível plasmático de GH, no entanto a sensibilidade do fígado quanto ao nível de GH circulante pode variar. Normalmente quanto maior o nível de GH no plasma maior a produção de IGF-1. Entretanto, bovinos em restrição alimentar apresentam elevados níveis de GH, porém baixos de IGF-1, isto ocorre por que o GH está envolvido também com a mobilização de reservas corporais que se faz necessário nesta condição do animal. Vacas no período de transição também apresentam este padrão hormonal (Figura 18) devido ao balanço energético negativo (BEN) (Doepel et al., 2002).

Esta variação da sensibilidade do fígado ao GH parece ser explicada pela regulação negativa na expressão gênica dos receptores de membrana deste hormônio (GHRs) nos hepatócitos (Radcliff et al., 2006), sendo que a insulina parece ser um regulador desta expressão, ou seja a hipoinsulinemia observada no BEN gera uma regulação negativa destes receptores de membrana (Butler et al., 2003). Esta menor sensibilidade do fígado ao GH, gera o chamado desacoplamento do eixo GH, este desacoplamento é reversível e após algumas semanas pós-parto o eixo retoma seu funcionamento normal, porém o tempo necessário para que ocorra esta reversão é dependente do nível nutricional que o animal é imposto (Radcliff et al., 2006).

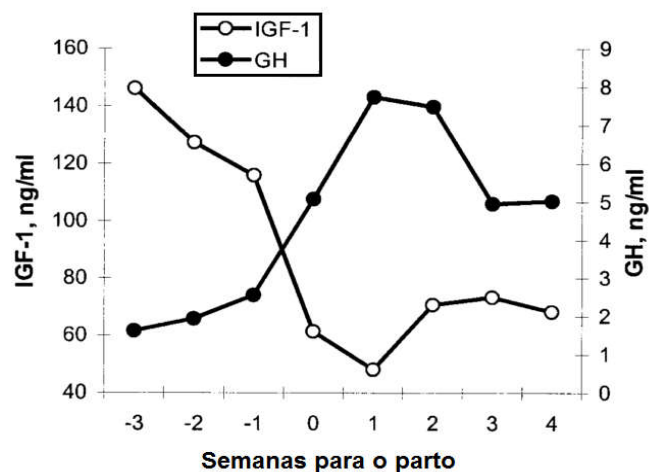


Figura 18 - Concentrações plasmáticas de GH e IGF-1 durante o período de transição. (Adaptado de Doepel et al., 2002).

Os baixos níveis de insulina e elevados de GH no início da lactação gera um padrão hormonal que estimula a mobilização das reservas corporais e ainda desvia a glicose para a glândula mamária que capta a glicose independentemente no nível de insulina (Bauman, 1992). Na Tabela 8 estão apresentados os efeitos biológicos da somatotropina de acordo com o tecido alvo.

Tabela 8 - Efeitos biológicos da somatotropina durante a lactação.

Tecido Alvo	Processo Fisiológico Alterado
Tecido Mamário	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Síntese do leite sem alterar sua composição</li> <li>↑ Captação de nutrientes para a produção de leite</li> <li>↑ Atividade das células secretoras</li> <li>↑ Manutenção das células secretoras</li> <li>↑ Fluxo sanguíneo para glândula mamária</li> </ul>
Tecido Adiposo	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Síntese de lipídeos quando em balanço positivo</li> <li>↑ Lipólise quando em balanço negativo</li> <li>↓ Captura de glicose e acetato e a oxidação de glicose</li> <li>↓ Estimulação da insulina para o metabolismo de glicose e síntese de lipídeos</li> <li>↑ Estimulação das catecolaminas para lipólise</li> <li>↓ Efeitos antilipolíticos da adenosina e prostaglandinas</li> </ul>
Fígado	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Taxa basal de gliconeogênese</li> <li>↑ Habilidade de síntese de glicose</li> <li>↓ Habilidade da insulina em inibir a gliconeogênese</li> </ul>

Continua...

Tabela 8 - Continuação

<b>Tecido Alvo</b>	<b>Processo Fisiológico Alterado</b>
Rins	↑ Produção de 1,25 Vit. D3
Intestino	↑ Absorção de Ca e P ↑ Habilidade da 1,25 Vit. D3 em estimular a ligação do Ca as proteínas de ligação ↑ Proteínas de ligação ao Ca
Músculo	↓ Captura de glicose
Efeitos Sistêmicos	↓ Oxidação de glicose ↓ Resposta da glicose para o teste de tolerância a insulina ↑ Oxidação de NEFA se em BEN ↓ Oxidação de AA e nível plasmático de uréia ↑ Nível circulante de IGF-1 e IGFBP-3 ↓ Nível circulante de IGFBP-2 ↑ Fluxo cardíaco de acordo com o aumento na produção de leite ↑ Resposta imune Não altera energia gasta para manutenção Não altera eficiência de síntese de leite ↑ Consumo de MS para dar suporte ao aumento na produção ↑ Eficiência produtiva (litro de leite/MS consumida) ↓ Perdas de nutrientes (fezes e urina/litro de leite)

### 3.11.1. Dose exógena de bST

O comportamento natural dos níveis plasmáticos destes hormônios é interessante para entender melhor quando se deve aplicar o hormônio exógeno, pois as ações na glândula mamária são mediadas pelo IGF-1. Sendo que, a sensibilidade do fígado ao GH está diretamente relacionada ao status nutricional do animal (Rausch et al., 2002), assim animais mal nutridos apresentarão baixa expressão dos GHRs e desta forma se for aplicado nestes animais uma somatotropina exógena a resposta produtiva será baixa ou nula, pois o fígado destes animais não responderá com a produção de IGF-1 podendo ainda aumentar a lipólise estendendo o BEN e reduzindo o escore de condição corporal dos animais (Moallem et al., 2000). No entanto quando bem nutridos os animais apresentam um aumento na persistência de lactação (Figura 19).

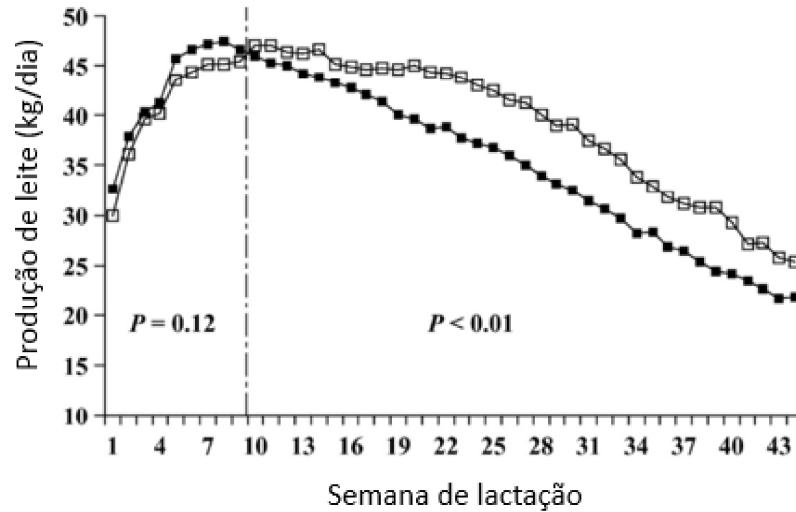


Figura 19 - Curva de lactação de vacas que receberam (quadrado aberto) ou não (quadrado fechado) injeção de bST a cada 14 dias a partir da semana 9 (Adaptado de VanBaale et al., 2005).

Com a administração exógena de bST há um incremento no consumo para compensar a maior demanda de nutrientes para suportar o aumento na produção, porém desde que a dieta não esteja limitando o consumo animal por meio da sua capacidade de ingestão (alta quantidade de fibra na dieta) não é necessário alterar a dieta (Bauman, 1992). Quanto melhor for a dieta e as condições ambientais maiores serão os incrementos produtivos obtidos pela utilização do bST (

Figura 20).

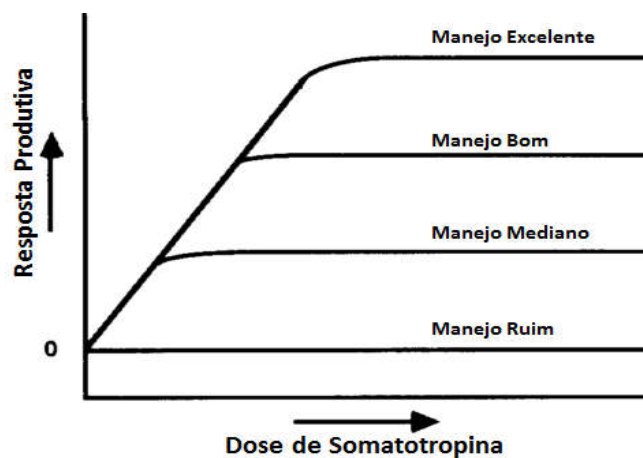


Figura 20 - Resposta produtiva de acordo com a qualidade do manejo (Adaptado de Bauman, 1992).

Quando as aplicações são realizadas após 60 dias de lactação, não há mobilização de reservas corporais, podendo não ser observado também aumento no consumo, porém neste caso os animais aumentam sua eficiência de utilização dos nutrientes para a produção (Huber et al., 1997).

Apesar da maioria dos resultados obtidos demonstrarem que não há alteração na composição do leite, em alguns casos pode ocorrer uma redução no teor de gordura (Huber et al., 1997).

Morais et al. (2017) compararam o efeito de duas diferentes formulações da somatotropina bovina (rbST) sobre a produção de leite, composição do leite (gordura e proteína), contagem de células somáticas e escore de condição corporal em fazendas de grande porte comercial. Foram testados os produtos de nome comercial Lactotroprin (Elanco) e Boostin (Intervet do Brasil Veterinária Ltda). Esses autores observaram que as vacas que receberam o Lactotroprin produziram 40,13 kg/dia enquanto que as vacas que receberam o Boostin produziram 38,81 kg/dia. No entanto não houve diferença para a gordura do leite; por outro lado a proteína do leite foi maior para os animais que receberam o Boostin. Ainda, os animais que receberam Lactotroprin tiveram uma menor variação na produção de leite ao longo das 17 aplicações com intervalo de 14 dias para cada aplicação em primíparas e múltiparas.

Um estudo recente (Silva et al., 2017) sugere o uso de rbST na fase de transição em vacas leiteiras, como alternativa para melhorar a função e saúde do fígado pelo aumento da capacidade hepática em realizar a gliconeogênese e o transporte de lipídio e ainda pela redução da inflamação do estresse oxidativo. Neste estudo foram utilizadas 166 vacas divididas em 3 tratamentos: controle (sem rbST), 87,5 mg de rbST e 125 mg de rbST, sendo esses aplicados semanalmente de -21 dias antes do parto até 28 dias pós-parto. Foram avaliadas a expressão de genes envolvidos com a gliconeogênese, βoxidação, processos inflamatórios e estresse oxidativo. Tanto a dose com 87,5 como a de 125 mg apresentaram resultados positivos no presente estudo.

### **3.11.2. Aplicações**

Como já descrito anteriormente o bST é um hormônio proteico e por isto não tem como ser incluído na dieta dos animais pois seria digerido perdendo sua atividade biológica, outro ponto importante é que este hormônio é metabolizado pelo animal e devido estas características sua administração deve ser contínua para que seu efeito

seja satisfatório. Apesar de haver um benefício em termos de ganho de peso para animais destinados a produção de carne (Cervieri et al., 2005), o manejo de aplicações torna sua utilização difícil do ponto de vista operacional para a indústria da carne. No entanto, na pecuária leiteira este manejo é facilitado, pois há um contato diário com os animais durante a ordenha que possibilita as aplicações.

A dosagem, forma e frequência de aplicação variam entre os produtos devendo ser seguidas as recomendações do fabricante, os estudos comprovam que aplicações diárias ou a cada 14 dias de uma formulação de bST de liberação lenta proporcionam o mesmo ganho produtivo (Zhao et al., 1992). Outro estudo sugere que há uma diferença na dosagem e no momento de aplicação entre as diferentes raças (Fontes et al., 1997). De forma geral, a somatotropina deve ser utilizada após o pico de lactação, assim como o pico de lactação de animais zebuínos e seu cruzamentos ocorrem mais rápido comparativamente aos taurinos, o início da aplicação de bST em zebuínos pode ser mais adiantada, outro ponto que justifica o adiantamento na utilização deste hormônio é o menor BEN apresentado por animais destas raças o que ocasiona um menor desacoplamento do eixo do GH (Grala, 2011), sendo também que as raças zebuínas necessitam dosagens menores (Fontes et al., 1997).

### **3.11.3. Contraindicações**

O bST não deve ser aplicado quando:

- Os animais estiverem em balanço energético negativo (BEN).
- Caso o manejo não esteja o mais próximo possível no ideal.
- O custo das doses é relativamente alto, então caso o manejo e as condições alimentares não esteja bom o incremento produtivo pode ser muito baixo e não compensar o custo.

## **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Dentre os fatores que contribuem para o aumento da produtividade, destaca-se o manejo estreitamente ligado às instalações bem planejadas e que fornecem bem estar aos animais, reduzindo os custos de produção devido a maior eficiência de mão-de-obra, conforto, sanidade e produtividade dos animais. O confinamento possibilita a exploração do máximo potencial genético de vacas leiteiras por ser capaz de proporcionar as condições ideais de manejo para raças mais exigentes. No entanto,

esse tipo de sistema de produção apresenta um custo elevado, e assim é preciso que os animais utilizados apresentem uma alta produtividade e persistência de lactação para que os custos fixos de produção sejam diluídos ao longo do tempo.

O bem-estar de uma vaca leiteira confinada será ditado por suas condições fisiológicas e seu ambiente físico e social. O agrupamento dos animais é uma questão importante em manejo de vacas confinadas, permitindo racionalizar o uso da mão-de-obra e de recursos alimentares, facilitando o manejo diário dos animais, reduzindo a heterogeneidade dentro do grupo, além de proporcionar uma redução de estresse a esses. É importante que os animais sejam separados de acordo com a fase em que estejam passando, para possibilitar o manejo compatível a cada uma. Dessa forma, o entendimento do manejo de vacas confinadas é de suma importância para alinharmos as questões de bem-estar-animal e produtividade, potencializando a produção, sem comprometer a saúde e longevidade dos animais.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, D. B.; DEPETERS, E. J.; LABEN, R. C. Three times a day milking: effects on milk production, reproductive efficiency, and udder health. *Journal of Dairy Science*, 69: 1441-1446. 1986.

AMOS, H. E.; KISER, T.; LOEWENSTEIN, M. Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 68: 732-739. 1985.

ANNEN, E.L.; COLLER, R.J.; MCGUIRE, M.A.; VICINI, J.L. (2004). Effects of dry period length on milk yield and mammary epithelial cells. *Journal of Dairy Science*. 87, 66-76.

BACHMAN, K. C.; SCHAIRER, M. L. (2003). Invited review: Bovine studies on optimal lengths of dry periods. *Journal of Dairy Science*, 86, 3027–3037.

BARBERG, A E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A; RENEAU, J. K. (2007). Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *Journal of dairy science*, 90(3), 1575–83.

BARNES, M. A.; PEARSON, R. E.; LUKES-WILSON, A. J. 1990. Effects of milking frequency and selection for milk yield on productive efficiency of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 73:1603-1611.

BAUMAN, D.E. Bovine somatotropin: review of an emerging animal technology. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 3433-3451, 1992.

BERRY, S.L.; COOK. N.B. 2005. Locomotion Scoring of Dairy Cattle. Disponível em:

[http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/6lame/New5point\\_locomotionscore\\_guide.pdf](http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/6lame/New5point_locomotionscore_guide.pdf) . Acessado em 01/06/2013.

BEWLEY, J.M. 2008. Improving Cow Comfort Through Proper Neck Rail Placement. Kentucky Dairy Notes. (September-October). Disponível em: [http://afsdairy.ca.uky.edu/files/extension/facilities/Improving\\_Cow\\_Comfort\\_through\\_Proper\\_Neck\\_Rail\\_Placement.pdf](http://afsdairy.ca.uky.edu/files/extension/facilities/Improving_Cow_Comfort_through_Proper_Neck_Rail_Placement.pdf) . Acessado em 01/06/2013.

BEWLEY, J.M. 2010. Observing Dairy Cows in Freestalls: Stop, Watch, Listen, Think, Change. Kentucky Dairy Notes. (April). Disponível em: [http://afsdairy.ca.uky.edu/files/extension/facilities/Observing\\_Dairy\\_Cattle\\_in\\_Freestalls.pdf](http://afsdairy.ca.uky.edu/files/extension/facilities/Observing_Dairy_Cattle_in_Freestalls.pdf) . Acessado em: 01/06/2013.

BEWLEY, J.M. 2011. Do your cows have enough room to rest in your freestalls? Kentucky Dairy Notes. (February). Disponível em: Bewley, J.M. 2011. Do your cows have enough room to rest in your freestalls? Kentucky Dairy Notes. (February). Acessado em: 01/06/2013.

BUTLER, S. T.; MARR, A. L.; PELTON, S. H.; RADCLIFF, R. P.; LUCY, M. C.; BUTLER, W. R. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. *Journal of Endocrinology*, v. 176, n. 2, p. 205-217, 2003.

CAMPOS, M. S., WILCOX, C. J.; HEAD, H. H.; WEBB, D. W.; HAYEN, J. Effects on production of milking three times daily on first lactation Holsteins and Jerseys in Florida. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 770-773, 1994.

CARNEIRO FILHA D.M.V.; CARNEIRO E.W.; LUCIANO A.; WOLFF C.; PORTES V.; VAZ A.K. 2006. Efeito do uso de um selante interno de tetos na profilaxia de novas infecções intramamárias durante o período seco e no pós-parto. *Acta Scientiae Veterinariae*. 34: 111-118.

CERVIERI, R.C.; ARRIGONI, M.D.B.; CHARDULO, L.A.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.; MARTINS, C.L. Peso vivo final, ganho de peso, características de carcaças, concentração plasmáticas de IGF-I e hormônios tireoidianos de bezerros mestiços Angus-Nelore, recebendo somatotropina bovina recombinante (rBST) até a desmama. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2009-2019, 2005.

CLARK, P.W.; RICKETTS, R. E.; BELYEA, R. L.; KRAUSE, G. F. Feeding and Managing Dairy Cows in Three versus One Production Group. *Journal of Dairy Science*, Vol. 63, Issue 8, p1299-1308. 1980.

COOK, N. B.; REINEMANN, D. J. A tool box for assessing cow, udder and teat hygiene." 46th Annual Meeting of the National Mastitis Council. San Antonio, Texas. Disponível em: <http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/toolbox-for-assessing-cow-udder-and-teat-hygiene.pdf> . Acessado em: 11/05/2013.

COPPOCK, C. E.; EVERETT, R. W.; NATZKE, R. P.; AINSLIE, H. R. Effect of Dry Period Length on Holstein Milk Production and Selected Disorders at Parturition. *Journal of Dairy Science*, v. 57. p 712-718. 1974.

DAHL, G.E. Frequent milking in early lactation: considerations for implementation. In: Florida Dairy Production Conference, 42., 2005, Gainesville. Disponível em: [dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2005/Dahl1.pdf](http://dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2005/Dahl1.pdf). Acessado em: 11/05/2013.

DEVRIES, T. J.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; BEAUCHEMIN, K. A. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88.10 (2005): 3553-3562.

DEVRIES, T. J.; VON KEYSERLINGK M. A. G; WEARY, D. M. Effect of feeding Space on the Inter-Cow Distance, Aggression, and Feeding Behavior of Free-Stall Housed Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 87. p1432-1438. 2004.

DOEPEL, L.; LAPIERRE, H.; KENNELLY, J. J. 2002. Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. *Journal of Dairy Science* 85:2315–2334.

ENDRES, M. I.; ESPEJO, L. A. Feeding management and characteristics of rations for high-producing dairy cows in freestall herds. *Journal of Dairy Science*, 93.2 (2010): 822-829.

FISHER, A.D.; STEWART, M.; VERKERK, G. A.; MORROW, C. J.; MATTHEWS, L. R. The effects of surface type on lying behaviour and stress responses of dairy cows during periodic weather-induced removal from pasture. *Applied Animal Behaviour Science*. 81:1-11. 2003.

FONTES Jr., C.; MESEROLE, V.K.; MATTOS, W. et al. Response of brazilian crossbred cows to varying doses of bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 3234-3240, 1997.

GRALA, T. M.; LUCY, M. C.; PHYN, C. V. C.; SHEAHAN, A. J.; LEE, J. M.; ROCHE, J. R. Somatotropic axis and concentrate supplementation in grazing dairy cows of genetically diverse origin. *Journal of Dairy Science*, v. 94, p. 303-315, 2011.

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 84: E156-E163. 2001.

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 73.9: 2791-2803. 1995.

GRAVES, R.; MCFARLAND, D.; TYSON, J.; WILSON, T. Design Considerations for Dairy Cattle Free Stalls. 2005. Disponível em: <http://www.extension.org/pages/11015/design-considerations-for-dairy-cattle-free-stalls>. Acessado em 01/06/2013.

HALE, S. A.; CAPUCO, A. V.; ERDMAN, R. A. Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *Journal of Dairy Science* 86.6: 2061-2071. 2003.

HETTI ARACHCHIGE, A. D.; FISHER, A. D.; WALES, W. J.; AULDIST, M. J.; HANNAH, M. C.; JONGMAN, E. C. Space allowance and barriers influence cow competition for mixed rations fed on a feed-pad between bouts of grazing. *Journal of Dairy Science*, v. 97. p 3578-3588. 2014.

- HOGAN, J. S., SMITH, K. L., HOBLET, K. H., TODHUNTER, D. A., SCHOENBERGER, P. S., HUESTON, W. D., PRITCHARD, D. E., et al. (1989). Bacterial Counts in Bedding Materials Used on Nine Commercial Dairies. *Journal of Dairy Science*, 72(1), 250–258.
- HOLST, B. D.; HURLEY, W. L.; NELSON, D. R. Involution of the Bovine Mammary Gland: Histological and Ultrastructural Changes. *Journal of Dairy Science*, v. 70. p 935-944. 1987.
- HUBER, J.T.; WU. Z.; FONTES JR., C. et al. Administration of recombinant bovine somatotropin to dairy cows for four consecutive lactations. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2355-2360, 1997.
- HURLEY, W. L. Mammary Gland Function During Involution. *Journal of Dairy Science*, v.72, p1637-1646. 1989.
- KLEI, L. R.; LYNCH, J. M.; BARBANO, D. M.; OLTENACU, P. A.; LEDNOR, A. J.; BANDLER, D. K. Influence of milking three times a day on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 80: 427-436. 1997.
- LAMMERS, B. P.; JUD HEINRICHS, A.; VIRGINIA, A. I. Use of total mixed rations (TMR) for dairy cows. *Dairy Cattle Feeding and Management*. Departement of Dairy and Animal Science. The Pensilvania State University. 2003.
- MANTYSAARI, P.; KHALILI, H.; SARIOLA, J. Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89.11: 4312-4320. 2006.
- MCFADDEN, T.B.; WALL, E.H. Managing Milking Frequency. *WCDS Advances in Dairy Technology* (2010) Volume 22: 35-47. Disponível em: <http://www.wcds.ca/proc/2010/Manuscripts/p035-047McFadden.pdf> . Acessado em 11/05/2013.
- MCGILLIARD, M.L; SWISHER, J.M.; JAMES, R.E. Grouping lacting cows by Nutritional Requirements for Feeding. *Journal of Dairy Science*, v.66, p. 1084-1093, 1983.
- MOALLEM, U.; FOLMAN, Y.; SKLAN, D. Effects of Somatotropin and Dietary Calcium Soaps of Fatty Acids in Early Lactation on Milk Production, Dry Matter Intake, and Energy Balance of High-yielding Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p 2085-2094, 2000.
- MORAIS, J. P. G.; CRUZ, A. P. S.; MINAMI, N. S.; VERONESE, L. P.; DEL VALLE, T. A.; ARAMINI, J. Lactation performance of Holstein cows treated with 2 formulations of recombinant bovine somatotropin in a large commercial dairy herd in Brasil. *Journal of Dairy Science*, v.100. p 5945-5956. 2017.
- MUNKSGAARD, L.; JENSEN, M. B.; PEDERSEN, L. J.; HANSEN, S. W.; MATTHEWS, L. Quantifying behavioural priorities—Effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 92:3–14. 2005.
- National Research Council - NRC. Nutrient requeriments of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NOCEK, J. E.; BRAUND, D. G. Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate, and milk yield in first lactation. *Journal of Dairy Science* 68.9: 2238-2247. 1985.

PECSOK, S. R., et al. Estimating production benefits through simulation of group and individual feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 75.6: 1604-1615. 1992.

PHILLIPS, C. J. C.; RIND, M. I. The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84.9: 1979-1987. 2001.

RADCLIFF R. P.; MCCORMACK B. L.; KEISLER D. H.; CROOKER B. A.; LUCY M. C. Partial feed restriction decreases growth hormone receptor 1A mRNA expression in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2006. v89 p 611-9.

RAUSCH, M.I.; TRIPP, M.W.; GOVONI, K.E.; ZANG, W.; WEBER, W.J.; CROOKER, B.A.; HOAGLAND, T.A.; ZINN, S.A. The influence of level of feeding on growth and serum insulin-like growth factor I and insulin-like growth factor-binding proteins in growing beef cattle supplied with somatotropin. *Journal of Animal Science* v.80, p.94–100, 2002.

REIS, R.B.; SOUSA, B.M.; OLIVEIRA, M.A. Sistemas de alimentação para vacas de alta produção. In: Gonçalves, L.C.; Borges, I.; Ferreira, P.D.S.F. (Eds). *Alimentação de gado de leite*. Belo Horizonte (2009), 412p.

REITER, T.A.; BEWLEY, J. M. 2011. Prevention of Hoof Disorders Using Footbaths. *Kentucky Dairy Notes* (August). Disponível em <http://afsdairy.ca.uky.edu/index.php?q=extension/facilities/footbath> . Acessado em: 01/06/2013.

REJMAN, J. J.; HURLEY, W. L.; BAHR, J. M. Enzyme-Linked Immunosorbent Assays of Bovine Lactoferrin and a 39-Kilodalton Protein Found in Mammary Secretions During. *Journal of Dairy Science* v. 72 p555-560. 1989.

ROCHE, J.R.; FRIGGENS, N.C.; KAY, J.K.; FISHER, M.W.; STAFFORD, K.J.; BERRY, D.P. Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.5769–5801, 2009.

RUUD, L. E.; BØE, K. E.; OSTERÅS, O. (2010). Risk factors for dirty dairy cows in Norwegian freestall systems. *Journal of Dairy Science*, 93(11), 5216–24.

SANT'ANNA, A C.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. (2011). The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 3835–44.

SCHEIN, M.W.; FOHRMAN, M. H. Social dominance relationships in a herd of dairy cattle. *The British Journal of Animal Behaviour*. 3:45-50. 1955.

SCHREINER, D. A.; RUEGG, P. L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of dairy science*, 86(11), 3460–5.

SCHNITZER, U. 1971. Abliegen, Liegestellungen und Aufstehen beim Rind im Hinblick auf die Entwicklung von Stalleinrichtungen für Milchvieh. *KTBL-Bauschrift*, Heft 10.

SHABI, Z., et al. Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82.6: 1252-1260. 1999.

SILVA, J.C.P.; VELOSO, C.M. Manejo de vacas leiteiras em sistema de confinamento. In: Silva, J.C.P.; Oliveira, A.S.; Veloso, C.M. (Eds). *Manejo e Administração na Bovinocultura Leiteira*. Viçosa, MG (Suprema gráfica e editora), 2009. 482 p.

SILVA, P. R. B.; WEBER, W. J.; CROOKER, B. A.; COLLIER, R. J.; THATCHER, W. W.; CHEBEL, R. C. Hepatic mRNA expression for genes related to somatotropic axis, glucose and lipid metabolisms, and inflammatory response of periparturient dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science* v. 100. p 3983-3999. 2017.

SMITH, J. W., ELY, L. O.; GRAVES, W. M.; GILSON, W. D. Effect of milking frequency on DHI performance measures. *Journal of Dairy Science*, 85: 3526-3533. 2002.

SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: Strategies to account for variability. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.3160-3178, 1993.

SØRENSEN, J. T.; ENEVOLDSEN C. Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *Journal of Dairy Science*, 74. p. 1277-1283. 1991.

SWANSON, E. W. Comparing Continuous Milking with Sixty-Day Dry Periods in Successive Lactations. *Journal of Dairy Science*, v. 48. p 1205-1209. 1965.

VANBAALE, M. J.; LEDWUTH, D. R.; THOMPSON, J. M., BURGOS, R.; COLLIER, R. J.; BAUMGARD, L. H. Effect of Increased Milking Frequency in Early Lactation With or Without Recombinant Bovine Somatotropin. *Journal of Dairy Science*., v. 88, p. 3905-3912, 2005.

VAN GASTELEN, S.; WESTERLAAN, B.; HOUWERS, D. J.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M. (2011). A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal of dairy science*, 94(10), 4878–88.

WALL, E. H.; MCFADDEN, T. B. Use it or lose it: Enhancing milk production efficiency by frequent milking of dairy cows. *Journal of Animal Science* 86.13 suppl.: 27-36. 2008.

WILLIAMS, C.B.; OLTENACU, P.A. Evaluation of Criteria used to group Lactating cows using a dairy production model. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.155-160, 1992.

WILSON, D. J.; GROHN, Y. T.; BENNETT, G. J.; GONZÁLEZ, R. N.; SCHUKKEN, Y. H.; SPATZ, J. (2008). Milk production change following clinical mastitis and reproductive performance compared among J5 vaccinated and control dairy cattle. *Journal of dairy science*, 91(10), 3869–79. doi:10.3168/jds.2008-1405.

ZHAO, X.; BURTON, J.H; MC BRIDE, B.W. Lactation, health and reproduction of dairy cows receiving daily injectable or substaisted-release, *Journal of Dairy Science*, v.75, p.3122–3130, 1992.

## **CAPÍTULO 4**

### **MANEJO DE VACAS EM PASTEJO**

Virginia Lucia Neves Brandão (v.nevesbrandao@ufl.edu)  
Marcos Inácio Marcondes (marcos.marcondes@ufv.br)  
Polyana Pizzi Rotta (polyana.rotta@ufv.br)

#### **1. INTRODUÇÃO**

O aumento da produção e a melhoria da qualidade e da produtividade do leite são um desafio técnico, econômico, social e político nos dias atuais, em virtude da crescente demanda mundial. Dessa forma, há uma permanente busca por programas de produção de forragens e sistemas de alimentação eficientes, mais compatíveis com as condições ambientais e que demandem menos mão-de-obra e investimentos. Nesse sentido, o sistema de produção de leite a pasto requer algumas premissas para que o produtor obtenha sucesso, já que a alimentação é o componente mais oneroso no custo de produção e representa mais da metade dos gastos totais (Aguiar et al., 2009).

A margem de lucro dessa atividade é estreita, mesmo para produtores eficientes. Diversos estudos têm evidenciado que o Brasil possui as melhores características para dominar o mercado exportador de lácteos (Aguiar et al., 2009). A disponibilidade de áreas agricultáveis, a abundância de água doce e as tecnologias disponíveis são fatores determinantes, que põem o Brasil como destaque. Contudo, em diversos fóruns do setor, o tema referente à qualidade do leite e a garantia de

sanidade são introduzidos como barreiras para o País alcançar esse patamar (Zügel et al., 2007).

Historicamente, a pecuária brasileira tem se caracterizado pelo baixo desempenho produtivo, principalmente relacionado à frágil estrutura de seu suporte alimentar e à sazonalidade da produção forrageira, aliadas ao baixo padrão genético de seus rebanhos e aos problemas sanitários, reprodutivos e gerenciais. Por outro lado, existe um grande número de tecnologias disponíveis voltadas à formação e manejo de pastagens adaptadas às diversas regiões do País.

As pastagens de gramíneas forrageiras tropicais, quando bem manejadas, reduzem a necessidade de suplementação dos animais. O grande potencial produtivo dessas forrageiras demonstra que os altos custos da maioria dos produtores brasileiros de leite são injustificáveis. Entretanto, a grande maioria dos produtores brasileiros, principalmente os de criações mais intensivas, está com seus custos perigosamente próximos dos preços de venda (Benedetti, 2004).

A produtividade animal em pastagens é basicamente determinada por dois componentes básicos: produção animal (produção de leite, ganho de peso) e capacidade de suporte (número de animais por unidade de área). A produção animal é função do CMS, da qualidade da forragem e do potencial genético do animal, enquanto a capacidade de suporte é função do potencial de produção de matéria seca da forrageira, da eficiência de colheita e do manejo empregado (Boin, 1986).

Pode-se diagnosticar que a produção de leite a pasto é viável, mas não há espaço para amadorismo, principalmente no que se refere às frequentes decisões de manejo. De todas as tecnologias disponíveis, a produção de leite a pasto é a mais complexa, havendo necessidade de entendimento e manipulação correta da complicada interação: solo, planta, clima, animal e ação do homem.

As informações a seguir mostram que a utilização do sistema intensivo de produção de leite a pasto é uma estratégia de fácil implementação, desde que o produtor tenha um acompanhamento técnico e investimento capaz de assegurar maior oferta de forragem de bom valor nutritivo e de menor custo, aplicável na maioria das fazendas produtoras de leite no Brasil. O crescente número de produtores que passa a adotar esta tecnologia indica que a pecuária se torna mais competitiva, contribuindo para antecipar a idade ao primeiro parto; reduzindo o intervalo de partos; aumentando a produção de leite e de animais para venda e, sobretudo, aumentando a renda dos produtores.

Assim, a escolha pelo sistema de criação de vacas em pastejo certamente é de menor custo, quando comparada ao sistema de confinamento, no entanto somente será bem-sucedida se houver rígido controle e atenção a todos os detalhes e particularidades que o sistema pasto exige.

## 2. PRINCIPAIS GRAMÍNEAS

### 2.1. Composição Bromatológica

O valor nutritivo das plantas é caracterizado pela sua composição bromatológica e a interação dessa composição com o consumo pelo animal. Na avaliação da composição bromatológica podem-se determinar teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e lignina, sendo estes os principais nutrientes avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Teores de PB, FDN, FDA e Lignina em algumas gramíneas.

Gramíneas	Composição (% na MS)			
	PB	FDN	FDA	Lignina
B. Brizantha cv. Xaraés <sup>1</sup>	12,81	64,87	38,69	5,16
B. Brizantha cv. Marandu <sup>1</sup>	14,31	65,39	39,27	4,81
B. decumbens <sup>2</sup>	7,69	68,95	38,07	3,32
B. humidicola <sup>1</sup>	14,42	68,41	37,67	4,16
Tifton 85 <sup>3</sup>	11,40	68,98	31,64	3,31
Capim bermuda <sup>3</sup>	12,16	73,35	35,78	6,13
Capim elefante <sup>4</sup>	8,60	71,10	43,60	3,30
Panicum maximum cv. Tanzânia <sup>3</sup>	9,55	72,22	41,59	5,72
Panicum maximum cv. Mombaça <sup>3</sup>	10,74	70,22	38,50	5,30

Fonte: <sup>1</sup>Pereira et al., 2008; <sup>2</sup>Velasco, 2011; <sup>3</sup>CQbal 3.0; <sup>4</sup>Carvalho et al., 2008;

## 2.2. Gênero *Brachiaria*

Esse gênero teve papel extremamente importante no Brasil a partir da década de 1960, quando seu uso passou a ser largamente disseminado. Viabilizou a pecuária de corte nos solos ácidos e de baixa fertilidade, predominantes na região dos Cerrados, e constitui, ainda hoje, a base das pastagens cultivadas brasileiras. Além disso, propiciou o desenvolvimento de expressiva indústria de sementes de plantas forrageiras, colocando o Brasil como o maior exportador desse insumo para o mundo tropical (Valle et al., 2000). As principais cultivares e/ou espécies em uso no Brasil são *B. decumbens*, *B. brizantha* cultivares Marandu, Xaraés (MG-5), Piatã, *B. humidicola* e *B. Ruziziensis* e podem utilizadas tanto em pastejo intermitente quanto contínuo.

A *B. decumbens* é a representante mais utilizada deste gênero no Brasil, embora atualmente a semente mais vendida seja da *B. brizantha* cv. Marandu, ainda existem extensas áreas formadas com essa forrageira em diferentes regiões. É bastante utilizada em áreas muito inclinadas, pois auxilia na prevenção do processo de erosão do solo. Possui boa resposta a adubação e, apesar de sua produtividade ser menor do que das demais braquiárias como a Marandu, ela pode ser utilizada para categorias menos exigentes e aproveitar áreas pouco exploradas da fazenda. Se bem manejada apresenta bons resultados de produtividade e desempenho animal. Essa forrageira tem uso bastante versátil, podendo ainda, ser utilizada em sistemas silvipastoris e diferimento de pastagens.

A *B. brizantha*, cultivar Marandu, é forrageira mais vendida nos últimos anos (ABRASEM). Essa forrageira foi melhorada pela Embrapa – Gado de Corte e lançada comercialmente em 1984. Suas principais melhorias em relação a *B. decumbens* são a maior produtividade total de matéria seca, maior relação lâmina:colmo e tolerância à cigarrinha das pastagens.

Poucos estudos foram conduzidos no Brasil com vacas leiteiras em sistemas de pastagem com *brachiaria*. Gomide et al. (2001) trabalharam com vacas mestiças (Holandesa x Gir) com DEL médio de 116 em pastagem de *brachiaria decumbens* e observaram um CMS de 12,4 kg/vaca e uma produção de 11 kg/vaca/dia.

## 2.3. Gênero *Panicum*

*Panicum maximum* Jacq. é uma das espécies de plantas forrageiras mais importantes para a produção de bovinos nas regiões de clima tropical e subtropical.

A cultivar Colonião foi muito difundida no passado e é a de introdução mais antiga no Brasil. A demanda por sementes dessa cultivar praticamente desapareceu em anos recentes, em virtude de lançamentos de novas cultivares mais produtivas. Outras cultivares, como Sempre Verde, Guiné e Guinezinho também estão quase extintas, em razão, principalmente, do menor potencial de produção, da susceptibilidade à cigarrinha e do florescimento precoce.

O uso e o interesse por plantas pertencentes ao gênero *Panicum*, no entanto, têm crescido nos últimos anos, especialmente devido à grande difusão de uso das cultivares Mombaça e Tanzânia. Essas cultivares por possuírem alto potencial de crescimento são indicadas somente para pastejo rotativo, não sendo recomendado seu uso em pastejo contínuo. Nesse contexto, essas cultivares possuem destaque devido ao conjunto de características favoráveis ao sistema produtivo que possuem, tais como:

- Grande potencial de produção de matéria seca por unidade de área;
- Facilidade de estabelecimento;
- Elevado valor nutritivo;
- Elevada resposta à adubação;
- Resistência moderada à cigarrinha das pastagens;
- Boa relação folha: colmo (em média 80% de folha)
- Ampla adaptabilidade;

No entanto, uma característica muito importante a ser considerada é o porte da forrageira adotada, pois este deve ser adequado à categoria animal que irá consumi-lo. Assim, para vacas em lactação a escolha entre Mombaça ou Tanzânia não representa um entrave quanto ao porte da forrageira, mas ao considerar uma categoria animal como novilhas desmamadas, que possuem em média 70 a 80 kg de peso vivo e, 75 a 85 cm de altura, a utilização de Mombaça torna-se praticamente inviável, uma vez que a altura das plantas preconizada no pré-pastejo desta cultivar é de 90 cm e as novilhas nessa idade não teriam altura suficiente para conseguir pastear adequadamente uma forrageira tão alta.

Nesse contexto, há duas opções de manejo a serem empregadas: adotar altura de entrada do Mombaça mais baixa do que 90 cm (para as novilhas) de forma que a altura do pasto facilite a apreensão da forragem; escolher outra cultivar de porte mais baixo, como por exemplo o Tanzânia (altura de entrada é de 70 cm), ou até mesmo

substituir por outras espécies pertencentes a gêneros de porte mais baixo tais como *Brachiaria* ou *Cydonon*.

As cultivares Tanzânia e Mombaça diferem, basicamente, quanto a produtividade. Sendo que características como relação lâmina:colmo e porcentagem de lâmina são muito semelhantes (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação entre variáveis de produtividade de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Tanzânia

<b>Característica</b>	<b>Tanzânia</b>	<b>Mombaça</b>
Produção de massa verde (kg.ha <sup>-1</sup> )	132.000	165.00
Produção de massa seca folha (kg.ha <sup>-1</sup> )	26.000	33.000
% Folha	80	82
Estacionalidade (%)	89,5	89

Adaptado de Jank et al. (2010).

Assim, a escolha entre essas duas forrageiras deve considerar o conhecimento e experiência do produtor em manejar pastagens, pois ambas apresentam baixa flexibilidade de manejo, mas o Mombaça, por ser de maior porte, é menos flexível e intolerante aos possíveis erros de manejo. Contudo, ressalta-se a importância e a grande necessidade de acompanhamento técnico a fim de maximizar a produtividade e qualidade das pastagens.

Hack et al. (2007) avaliaram duas alturas de pré e pós-pastejo na produção de leite do Capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), em duas épocas. As alturas avaliadas foram baixa e alta: pré-pastejo de 90 e 140 cm e pós-pastejo de 40 e 90 cm, respectivamente. Esses autores observaram que a produção média de leite foi superior para a estrutura baixa (90 cm) (Tabela 3). A produção de leite em pastagem de capim Mombaça diminuiu a medida em que diminui a relação lâmina:colmo, sendo que esta diminui com a maior altura da pastagem. A produção de leite de vacas submetidas ao pastejo exclusivo em capim Mombaça depende fundamentalmente da oferta de lâminas verdes, quando a qualidade das mesmas é semelhante para estruturas diferentes.

Tabela 3 - Produção média de leite por vaca, em duas alturas de capim Mombaça em dois meses

Época de Avaliação	Altura	
	Baixa	Alta
Janeiro	15,7	12,1
Fevereiro	12,3	9,5
Média	14,0	10,8

Adaptado de Hack et al. (2007).

#### 2.4. Gênero *Cynodon*

O gênero *Cynodon* é mais um recurso forrageiro para as regiões tropicais e subtropicais. Existem duas espécies principais: *C. dactylon* (L.) Pers. (capim bermuda), e *C. nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* (capim-estrela). No Brasil, as áreas de pastagens com o gênero *Cynodon* são mais representativas na região Sul do Brasil enquanto os gêneros *Panicum* e *Brachiaria* são mais representativos nas outras regiões. Dentro dos cultivares do gênero *Cynodon* destacam-se: Coastcross, Tifton 44, Tifton 68, Tifton 85, Florico, Florona, Vaqueiro e Jiggs.

Dore (2006) e Randuz (2005) observaram que a cultivar Jiggs apresentou superioridade em relação às características nutritivas em relação a outras cultivares do gênero *Cynodon*. Em média a cultivar Jiggs apresentou um teor de proteína de 18% e FDN de 58%, mostrando-se assim uma gramínea de excelente qualidade para vacas em lactação.

Suas principais características são: estolonífera, com colmos finos, folhas estreitas e elevado teor de proteína (Vilela e Alvim, 1998). Nas condições brasileiras, essa cultivar têm apresentado, sob adubação, elevada produção de forragem de boa qualidade, sendo usada tanto na forma de pastejo (intermitente ou contínuo) como na forma de feno.

O maior uso dessas forrageiras é na forma de feno ou pastejo. No entanto, no Brasil, os produtores ainda encontram certa dificuldade em manejar essas gramíneas na forma de pastejo. Isso porque apresentam elevada produtividade, mas possuem pequena flexibilidade de manejo. O maior entrave é a resistência em adotar o manejo de altura como critério no pastejo rotativo, ou mesmo no contínuo. Essas são forrageiras de porte baixo e, em média, sua altura de entrada é de 18 a 20 cm.

A Empraba gado de leite tem recomendado a utilização de 1 dia de ocupação e 32 dias de descanso no período seco e, 25 dias no período das águas. Em pastagem da cultivar *C. nlemfuensis* cv. Coast-cross bem adubada, irrigada e suplementada com 3 kg de concentrado, Vilela e Alvim (1996) conseguiram uma capacidade de suporte em torno de 5 vacas/ha e produção média de 17 kg/vaca/dia. Esses resultados foram obtidos com vacas Holandesas durante 40 semanas.

Vilela et al. (1993), em experimento comparando a produção de leite de vacas confinadas recebendo silagem de milho com vacas em pastagem de Coastcross encontrou produção de 20,8 kg leite/vaca por dia em vacas recebendo 3 quilos de concentrado em pastejo de Coastcross (Tabela 4).

É importante ressaltar que nesse experimento o potencial do pasto estava muito aquém do seu real, pois os autores adotaram pastejo fixo com período de descanso de 30 dias, o que causou perdas na qualidade e na produtividade da forrageira.

Tabela 4 - Produção de leite e consumo de matéria seca de vacas confinadas x pastejo

Período de avaliação	CMS (kg.vaca-1.dia)				Leite (kg.vaca-1.dia)	
	Confinamento		Pastagem		Confinamento	Pasto
	Silagem	Concentrado	Pasto	Concentrado		
1 a 2	7,8	9,5	11	3,0	25	20,8
13 a 26	8,1	6,6	11,3	3,0	20,6	17,1
27 a 40	12,4	3,9	13,4	3,0	16,6	12,1
Média	9,4	6,7	11,9	3,0	20,6	16,6

Adaptado de Vilela et al. (1993).

Vacas cruzadas (Holandês x Zebú) em pastagem de capim estrela (*Cynodon nlemfuensis*) contendo 13,3% de PB no início da lactação com suplementação produziram cerca de 15 L/dia (Medeiros et al., 2010). Dessa forma pode se observar que mesmo com suplementação vacas cruzadas em pasto com *Cynodon* apresentam uma produção de leite moderada.

Batistel et al. (2012) avaliaram diferentes ofertas de forragem em pastagem de estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) sobre a produção de leite de vacas mestiças (Holandês × Gir) e observaram que o aumento da oferta não refletiu em incremento na produção de leite em função do manejo empregado para obtenção

das ofertas e estágio de crescimento das plantas, concluindo assim que oferta de forragem acima de 10% em *Cynodon nlemfuensis* não resultam em aumento da produção de leite.

## 2.5. Gênero *Pennisetum*

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) é uma gramínea triploíde, de origem africana. Apresenta grande número de cultivares, mas os utilizados são: Camerron, Napier, Roxo, Paraíso, Pioneiro e Anão. Exige solos de média e alta fertilidade, é sensível ao frio e não tolera solos encharcados. O principal atributo desta forrageira é sua alta produção de forragem quando manejada de forma adequada, respeitando sua exigência em fertilidade e em condições não limitantes de água.

Danes et al. (2013) avaliaram efeito de níveis de proteína bruta na dieta de vacas mestiças (Holandês x Jersey) mantidas em pastagem de capim elefante, os tratamentos consistiram em controle a base de milho com 8,7 % de PB e dois níveis de PB (13,4 e 18,1%) com inclusão farelo de soja. A suplementação com 8,7% de PB no concentrado resultou em uma dieta com níveis entre 15,3 e 15,7% de PB na matéria seca. Esses autores concluíram que um concentrado contendo 8,7% de PB para vacas produzindo em média 20 L/dia é suficiente para atender as exigências nutricionais não sendo necessária a inclusão de mais PB na dieta.

## 2.6. Considerações finais sobre as principais gramíneas

Existe um número muito grande de espécies e cultivares de plantas forrageiras no mercado. A escolha deve considerar uma série de particularidades que cada sistema ou propriedade contém, assim deve-se ter em mente que não existe uma forrageira ideal. Muitas vezes estratégias adequadas de manejo geram melhores resultados do que a substituição (sem critérios) de forrageiras mais antigas por outras mais novas que prometem verdadeiros “milagres”.

Cada forrageira tem seu manejo correto, variando conforme suas características morfológicas e fisiológicas. Assim, aplicar o mesmo manejo para gramíneas diferentes irá causar sua sub ou super-utilização. Fukumoto et al. (2010) avaliou os capins Tanzânia, Marandu e Estrela, com 30 dias de descanso e 3 dias de ocupação dos piquetes. Como foi aplicado o mesmo manejo a três forrageiras

completamente diferentes, o experimento obteve a equivocada conclusão de que os três capins produzem a mesma quantidade de matéria seca, tem a mesma composição bromatológica (Tabela 5) e que as vacas alimentadas com os três capins produziram a mesma quantidade de leite (Figura 1). É notório que forrageiras de características morfológicas e bromatológicas tão diferentes não deveriam produzir os mesmos resultados, mas ao adotar o mesmo manejo para as três forrageiras, não possibilitou que elas expressassem seu potencial produtivo.

Tabela 5 - Composição nutricional de amostras de pastejos simulado em pastagens de gramíneas tropicais manejadas em lotação rotacionada

Item (%)	Gramínea			
	Tanzânia	Estrela	Marandu	EPM <sup>1</sup>
Matéria seca	19,0b	23,0a	21,6 <sup>a</sup>	1,4
PB	12,9a	14,4a	10,0b	0,8
FDN	70,0ab	71,3a	68,0b	1,1
FDA	39,9a	36,4b	36,8b	0,8
Lignina	4,7a	5,5a	4,7 <sup>a</sup>	0,6
EE	1,5a	1,7a	1,6 <sup>a</sup>	0,2
Cinza	12,0a	9,0b	9,7b	0,5
Digestibilidade in vitro	56,1b	58,8ab	60,0a	1,9

<sup>1</sup>Erro padrão da média. Adaptado de Fukumoto et al. (2010).

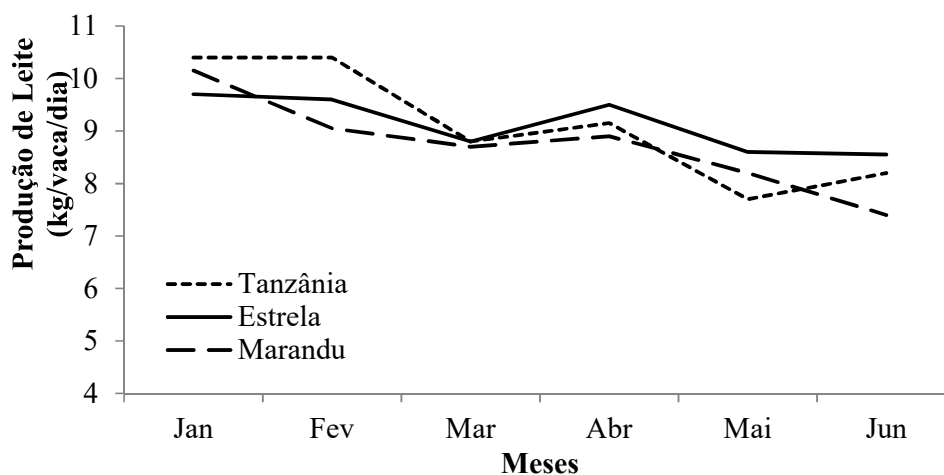


Figura 1 - Produção média de leite, corrigida para 4% de gordura, em pastagens de gramíneas tropicais manejadas em lotação rotacionada (Adaptado de Fukumoto et al., 2010).

### **3. ADUBAÇÃO DE PASTAGENS**

#### **3.1. Introdução**

A disponibilidade de fósforo e a elevada acidez dos solos brasileiros são limitantes para o crescimento e produtividade das culturas. Isso se deve ao caráter oxidado dos solos, que tem como característica elevada adsorção de fósforo. As pesquisas têm demonstrado que a utilização de corretivos e fertilizantes nas pastagens é de fundamental importância para corrigir as limitações dos solos, elevando a capacidade suporte e diminuindo seu processo de degradação o que torna o sistema mais sustentável (Cantarutti et al., 2004).

Grande parte do rebanho bovino brasileiro é criado em áreas que são naturalmente de baixa fertilidade e, ou, foram exauridas pelo uso de pastagens ou outras culturas. A adubação em conjunto com outras estratégias de manejo é de fundamental importância para que a exploração pecuária seja econômica e não cause danos significativos ao meio ambiente, pois os fertilizantes e calcários são responsáveis por ganhos de mais de 50% de produtividade, cabendo o restante aos outros fatores de produção, tais como controle de pragas e tratamentos culturais (Cantarutti et al., 2002). Esses fatos justificam o recurso investido nessas práticas.

Ademais, a fertilidade do solo é um importante fator na longevidade da pastagem, pois há necessidade de repor os nutrientes exportados pelas plantas. Nesse contexto, quanto maior a produtividade da pastagem, maior a quantidade de adubo que deverá ser aplicado.

#### **3.2. Adubação nitrogenada**

O nitrogênio (N) é constituinte essencial das proteínas e interfere diretamente no processo fotossintético (Andrade et al., 2000), por isso, é determinante de produtividade. Ele desempenha papel de acelerador do processo de fotossíntese e de modificador da estrutura do pasto. Esse nutriente é capaz de aumentar as taxas de alongamento de colmo e folhas, acelerando todo o metabolismo da planta. Nesse contexto, é capaz de alterar a estrutura do pasto, pois aumenta a eficiência fotossintética e a sua produção de matéria seca.

No entanto, a adubação nitrogenada influencia não só a produtividade forrageira, mas também sua qualidade, em virtude do aumento na concentração de

nitrogênio nas folhas. Assim, quando aplicado em grande quantidade, pode aumentar o teor de proteína da folha e demais componentes.

Gramíneas tropicais são bastante responsivas à adubação nitrogenada (Tabela 6).

Essa resposta é crescente e linear para doses mais baixas de nitrogênio (Moreira et al., 2009; Souza et al., 2009), no entanto, há um limite nesse padrão de resposta, que ocorre quando a concentração de N é muito elevada, podendo causar intoxicação das plantas ou até mesmo sua morte.

Canto (2003) e Lugão (2001) utilizaram elevadas doses de N (até 600 kg/ha) e encontraram resposta quadrática de produtividade de MS das plantas (Figura 2). Sendo o ponto de máxima da curva de produtividade encontrado próximo a 600 kg/ha. A partir desse ponto a planta chega a um máximo de sua capacidade de absorção e transformação dos nutrientes em MS (Canto, 2003).

As doses utilizadas de N para forrageiras do gênero *Brachiaria* variam em torno de 100 a 250 kg/ha e para os gêneros *Pennisetum* e *Cynodon* pode variar de 250 a 350 kg/ha em sistema de pasjeto rotativo. Em forrageiras do gênero *Panicum* a dose de N recomendada é acima de 350 kg/ha quando o manejo utilizado é o super intensivo. Já em sistema de pastejo contínuo a dose de N recomendada é de 50 a 100 kg/ha para a maioria das forrageiras. Dessa forma, é importante ressaltar que, apesar do estudo anteriormente citado ter utilizado doses muito acima do recomendado, esse teve apenas o intuito de avaliar a resposta da planta em função da adubação, não sendo economicamente viável na maioria das situações.

Tabela 6 - Resposta a doses de nitrogênio de *Brachiaria decumbens* nas águas

<b>Forageira</b>	<b>Doses de N (kg/ha)</b>	<b>Produção Máxima (kg/ha/ano)</b>	<b>Método de desfolha</b>	<b>Resposta</b>
B. decumbens ano 1 <sup>1</sup>	75, 150, 225, 300	8.446,04	Pastejo contínuo	Aumento linear
B. decumbens ano 2 <sup>1</sup>	75, 150, 225, 300	9.761,60	Pastejo contínuo	Aumento linear
B. decumbens ano 1 <sup>2</sup>	0, 100, 200, 300	15.112,10	Pastejo rotativo	Aumento linear
B. decumbens ano 2 <sup>2</sup>	0, 100, 200, 300	12.181,50	Pastejo rotativo	Aumento linear

Fonte: <sup>1</sup>Moreira et al., 2009. <sup>2</sup>Viana et al., 2011

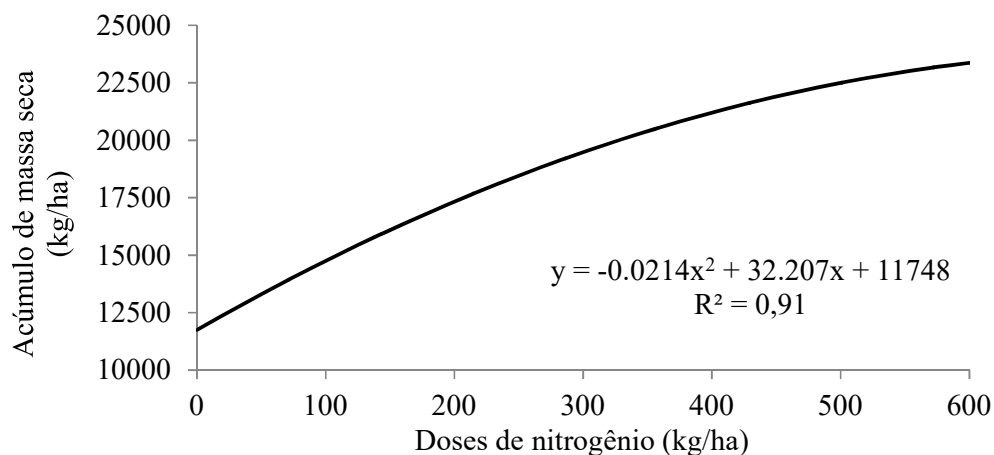


Figura 2 - Acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio. Região Noroeste do Paraná, nos anos de 2000 e 2001 (Adaptado de Canto, 2003).

Assim, alguns experimentos indicam que o ponto de máxima resposta para Tanzânia seria entre 500 e 600 kg de N/ha (Figura 2, Canto, 2003; Lugão, 2001) e que a eficiência de absorção de N decresce linearmente conforme aumenta a quantidade de N aplicado (Figura 3). O efeito na absorção de N pode ser explicado pelo fato de que à medida que aumenta a dose de adubo aplicado, maiores são as perdas por volatilização, além de a própria planta diminuir sua reciclagem de nutrientes, fazendo com que fique menos eficiente em transformar N em MS. Nesse caso, o incremento no acúmulo da matéria seca com doses de N acima de 300 kg/ha não é economicamente viável, pois o ganho extra, em produtividade não compensa os custos com adubação.

É importante ressaltar que experimentos realizados a campo, com bovinos em pastejo, com doses de N acima de 400 kg são escassos na literatura, assim ainda não é bem definido, para outras forrageiras, o ponto a partir de onde a produtividade de MS passa a decair em função da dose de N. Outro detalhe é que a maioria dos experimentos com doses mais elevadas de N (acima de 800 kg/ha) são realizados em vasos mantidos em casa de vegetação (ambiente totalmente controlado), onde há limitação de crescimento de raiz e o corte é feito de forma mecânica, que são condições muito diferentes das de campo e podem gerar respostas diferentes.

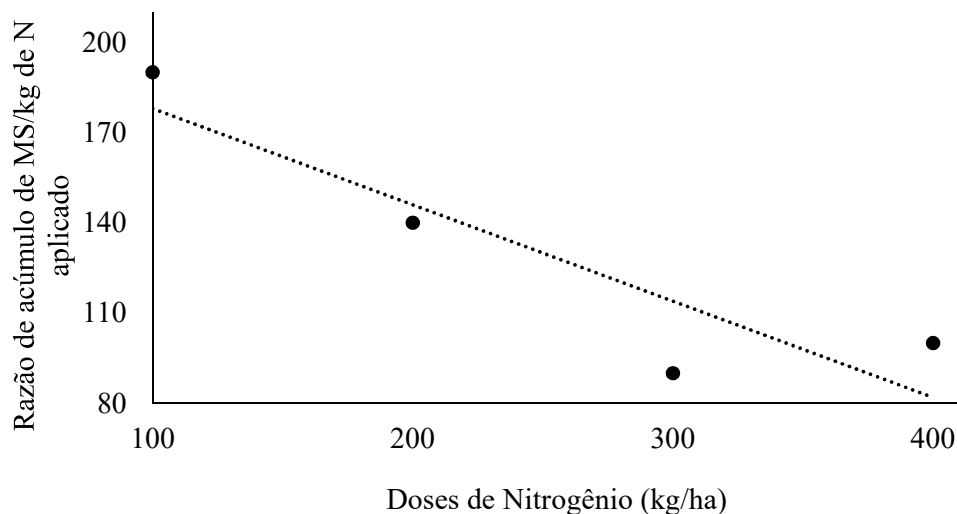


Figura 3 - Eficiência agrônômica de nitrogênio, expressa pela razão acúmulo de matéria seca/ kg de nitrogênio aplicado (Adapatado de Canto et al., 2013)

Adicionalmente, a fonte e a época de aplicação de N, o método de manejo do pastejo, a textura do solo, as condições de fertilidade no solo e os demais fatores ambientais, podem atuar e influenciar na eficiência de absorção de N e alterar a produtividade de forragem. Essas são as razões prováveis pelas quais os efeitos de adubações de N em pastos tropicais na eficiência agrônômica de N são pouco entendidos. Por outro lado, com adubações nitrogenadas mais altas, o N residual no solo é maior, porém a eficiência de absorção de N no pasto pode reduzir e podem causar na solo redução no pH, acentuar a acidez e reduzir a disponibilidade de nutrientes, sobretudo de macronutrientes (Mathews et al., 2004; Silveira et al., 2007).

A adubação nitrogenada pode ser utilizada como peça chave no manejo de pastagens e pode causar aumento da rentabilidade da atividade, pois quando a planta se desenvolve em ambiente que não é limitante em água e nos demais nutrientes, há aumento da produtividade, conforme aumenta as doses de nitrogênio aplicado.

No entanto, o uso de nitrogênio como estímulo ao crescimento das forrageiras pode elevar os níveis de perdas se a colheita não for realizada corretamente, ou se não houver elevação da carga animal para pastejo. A produção intensiva de forragem ainda pode provocar níveis de exigências em nutrientes mais elevados no tempo e em quantidade, devido às maiores exportações de nutrientes das áreas de pastagens, através do produto animal (Corsi, 1994). Assim, a adubação nitrogenada pode ser usada estrategicamente aumentando sua quantidade quando precisar manter mais

animais na mesma área, ou reduzindo sua quantidade quando não tiver animal suficiente para consumir a forragem produzida.

### 3.3. Adubação potássica

O potássio (K) é o cátion em maior concentração nas plantas. É um nutriente com relevantes funções fisiológicas e metabólicas, como a ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados e absorção de nitrogênio. Esse nutriente sofre grande lixiviação nos solos altamente intemperizados e profundos, assim, não se acumulam de maneira significativa nos solos (Prezotti et al., 1988). Por isso não se espera encontrar respostas residuais por longos períodos, devendo sua recomendação de adubação basear-se no nível crítico do solo (Figura 4).

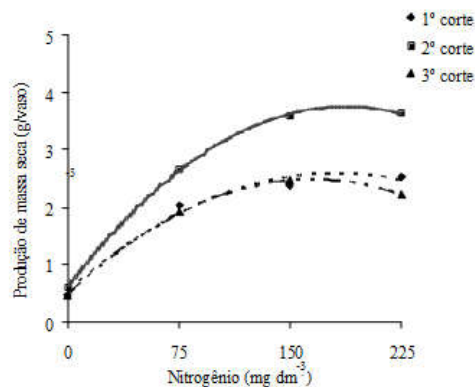


Figura 1 - Produção de massa seca (g/vaso) em função das doses de nitrogênio (mg dm<sup>-3</sup>), nos três cortes.

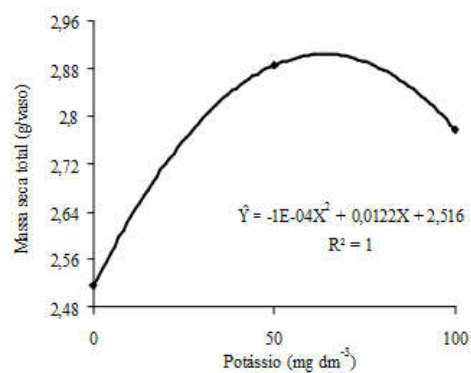


Figura 2 - Produção de massa seca (g/vaso) em função das doses de potássio (mg dm<sup>-3</sup>), no 2º corte.

Figura 4 - Produção de massa seca (g/vaso) em função das doses de N e K. (Adaptado de Prezotti et al., 1988).

### 3.4. Adubação fosfatada

A adubação fosfatada tem sido um dos fatores mais estudados para pastagens. Isso devido à pobreza generalizada dos solos tropicais e ao seu caráter de dreno de fósforo em virtude da elevada adsorção deste elemento.

O fósforo é de fundamental importância principalmente no estágio inicial de desenvolvimento das plantas (Figura 5), pois há intensa atividade meristemática, devido ao desenvolvimento do sistema radicular, perfilhamento e emissão de estolões. Esse elemento está presente na estrutura dos ácidos nucleicos e por isso é essencial para divisão celular (Cantarutti et al., 2002). Portanto, o nível crítico de

fósforo no solo na fase de estabelecimento do pasto é elevado, mesmo para forrageiras menos exigentes como, por exemplo, a *Brachiaria decumbens*.

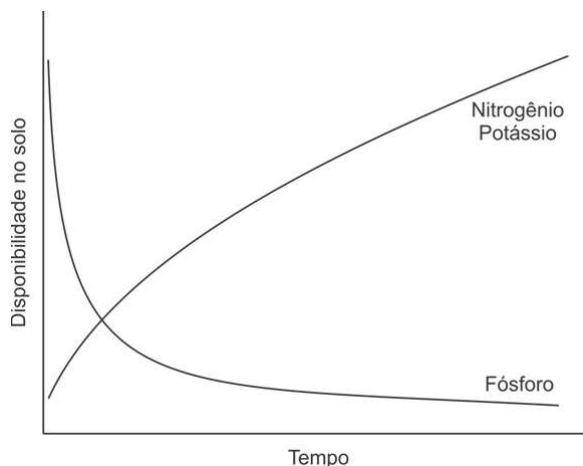


Figura 5 - Variação da disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio no solo, para plantas forrageiras, de acordo com a idade do pasto (Adaptado de Cantarutti et al., 2002)

A tolerância à baixa disponibilidade de fósforo no solo é uma das características utilizadas para seleção nos programas de melhoramento de forrageiras, sendo esta característica utilizada como estratégia de manejo da adubação fosfatada em pastagens. Essa adaptação fundamenta-se na maior eficiência de aquisição, na menor demanda, na maior eficiência de reciclagem interna (remobilização) e de utilização do fósforo (Rao, 2001). Maior eficiência da aquisição é condicionada por um sistema radicular extenso, com grande proporção de raízes finas e pelos radiculares longos, que são características inerentes a plantas adaptadas aos solos ácidos. Além disso, mecanismos fisiológicos de absorção mais eficientes, a capacidade de disponibilizar formas orgânicas ou inorgânicas de fósforo menos lábeis e o estabelecimento de associações micorrízicas eficientes também contribuem para aumento da eficiência de aquisição (Cantarutti et al., 2004).

A menor demanda de P é relacionada com plantas de menores taxas de crescimento sob deficiência desse nutriente e ainda pela maior eficiência no uso do mesmo. Isso porque essas plantas apresentam maior remobilização de P, sendo uma importante estratégia de adaptação e mecanismo para compensar flutuações no suprimento externo, assegurando o crescimento contínuo do sistema radicular (Marschner et al., 1997).

Em sistemas de exploração mais intensivos, é importante o uso de forrageiras que sejam responsivas ao aumento das doses de fertilizantes aplicadas (Rao, 2001), a

fim de otimizar o uso das áreas, aumentando a produtividade por hectare. Nesse contexto, para que o P aplicado na adubação consiga difundir-se e atingir as raízes das plantas para atender sua demanda é preciso que altas doses sejam aplicadas (Cantarutti et al., 2004). Além disso, na fase de estabelecimento do pasto, a fonte de P deve ser solúvel ou fosfatos naturais reativos.

A quantidade de fosforo a ser aplicada vai depender a análise de solo e do desempenho esperado da forrageira. Assim para Minas gerais, recomenda-se utilizar a 5ª aproximação para consultar a quantidade de nutrientes que será aplicado.

### **3.5. Manejo de adubação**

A adubação deve sempre ser feita em condições ideais de umidade e temperatura, com a função de reduzir ao máximo possível a perdas por volatilização. Além disso, é importante que os nutrientes sejam devolvidos ao solo, sendo nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) os principais minerais necessários para adubação de manutenção das pastagens. Recomenda-se que 30% da adubação de manutenção sejam feita com NPK, preferencialmente na forma 20-05-20, de forma que além de nitrogênio, seja também aplicado potássio e algum fósforo. As demais adubações podem ser feitas com ureia como forma de repor o nitrogênio que o mineral mais limitante para produtividade das pastagens.

Em pastejo contínuo, recomenda-se que se estabeleça a quantidade de adubo a ser aplicada na área a partir da análise de solo e nível tecnológico a ser empregado, e a partir disso fracione em doses a serem distribuídas durante a estação das chuvas, sempre quando as condições de umidade e temperatura estejam adequadas.

Em pastejo intermitente, é recomendado que a adubação de manutenção seja fraciona e aplicada após a saída dos animais de cada piquete, ou seja, após cada ciclo de pastejo, imediatamente após a saída dos animais. Cada forrageira tem produtividade diferente e, conseqüentemente, diferente número de ciclos. Assim, é preciso estimar aproximadamente quantos ciclos por ano a forrageira adotada é capaz de fazer e dividir a adubação de forma que todo o adubo seja aplicado na estação das águas.

Na Figura 6 há um exemplo de quantos ciclos e sua duração ao longo do ano de *Brachiaria Brizantha* (sendo que cada mudança de cor representa um ciclo novo de pastejo), considerando um ano de regime de chuvas normal (por volta de 1.400 mm/ano) e concentrado nos meses de outubro a março. Pode-se notar que conforme a

quantidade de chuva diminui, o tempo para dar um ciclo de pastejo aumenta, podendo chegar a até 70 dias na época da seca, refletindo diretamente na adubação. Assim, nesse exemplo, para aplicar 200kg/ha de N, com total de 13 ciclos no ano, sendo 10 deles no período das chuvas, deve-se portanto aplicar 20 kgN/ha em cada ciclo de pastejo, apenas na época chuvosa do ano.

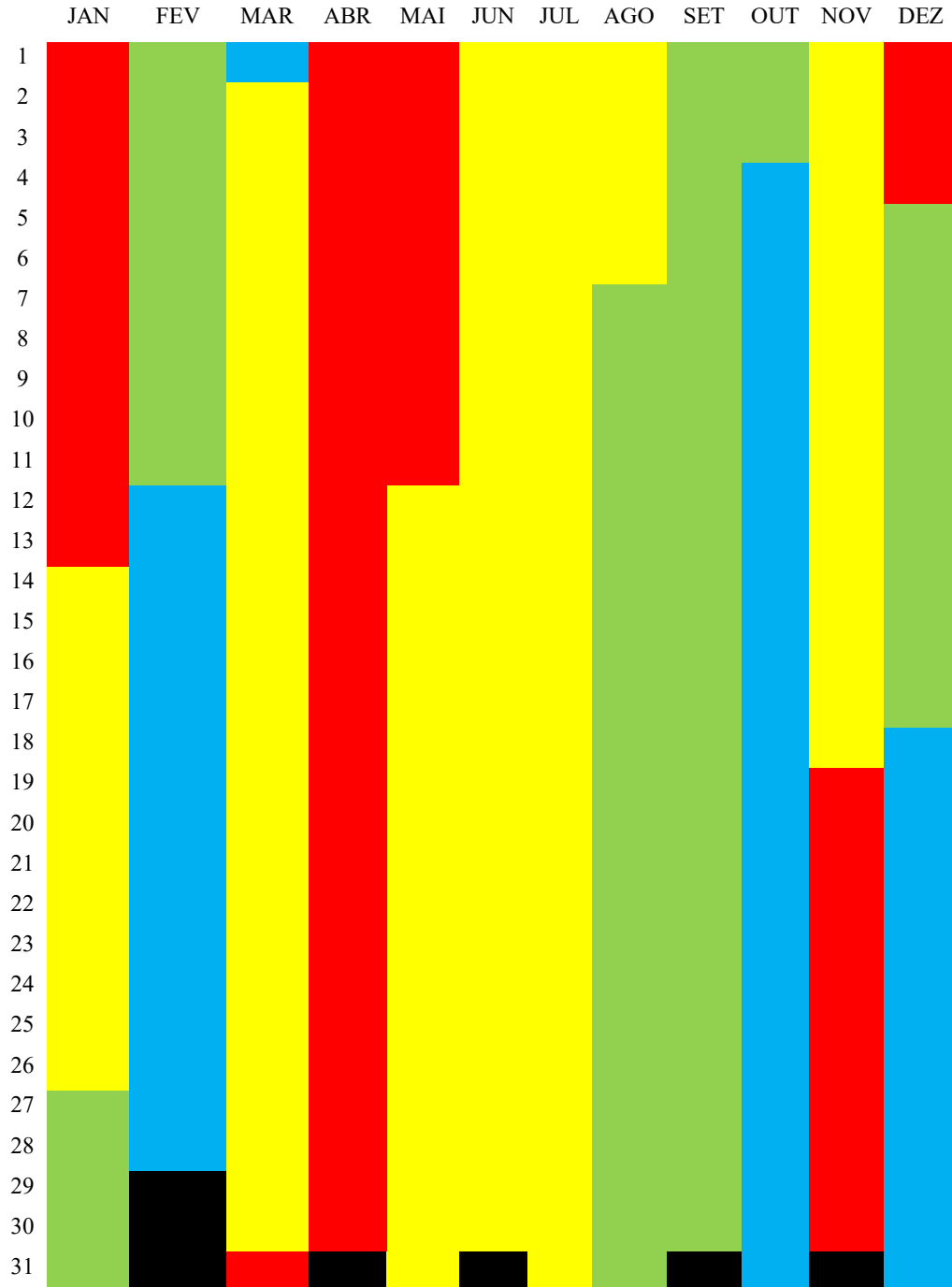


Figura 6 - Esquematização dos ciclos de pastejo em Braquiária brizantha em regime sequeiro, com aproximadamente 13 ciclos em um ano.

## 4. MÉTODOS DE PASTEJO

### 4.1. Pastejo contínuo

O método de pastejo é o procedimento de alocação do rebanho na pastagem. Dentro de um sistema de pastejo podem ser utilizados um ou mais métodos de pastejo. Os métodos de pastejo mais usuais são a lotação contínua e a rotativa. De fato, quando disponibilizamos para o rebanho toda a área de pastagem ou apenas um piquete a cada momento, estamos manipulando a lotação (rebanho) e não o pastejo. Este último será apenas consequência do manejo adotado.

A lotação contínua é o método de pastejo em que o rebanho tem acesso irrestrito e ininterrupto a toda a pastagem, durante toda a estação de pastejo. Para gado de leite, esse tipo de pastejo é indicado para categorias menos exigentes, como novilhas e vacas secas. Isso porque nesse método a produtividade do pasto é menor, assim como o controle de sua qualidade. Pastos de lotação contínua em fazendas leiteiras geralmente são caracterizados por áreas onde o manejo é menos intenso. No entanto, esse método é de grande utilidade, uma vez que permite a utilização de áreas que não seriam aproveitadas para plantio de culturas ou mesmo de forrageiras apropriadas para pastejo intermitente. Além disso, permite uso de áreas mais inclinadas (morros) e necessita de menor investimento em estrutura (como praças de alimentação, sombra, etc) quando comparada ao pastejo rotativos.

Embora o pastejo com lotação contínua refere-se às pastagens utilizadas ininterruptamente durante o ano, isto não significa que os animais pastejam de forma contínua as mesmas plantas. Observa-se uma rotatividade natural dentro do piquete. A pastagem pode, ainda, ser utilizada sob carga fixa, quando o número de animais que a utilizam durante todo este tempo for constante e, sob carga variável, quando o número de animais varia durante o ano, de acordo com a disponibilidade de forragem. No Brasil, existe um conceito que a pecuária apresenta baixos índices de produtividade porque o produtor utiliza o sistema de lotação contínua. Os problemas surgem mais em função da utilização de cargas fixas do que pelo método utilizado. Decorrente disto, a pastagem é manejada acima ou abaixo da capacidade de suporte ao longo do ano, em função da flutuação na produção de forragem de forma sazonal. Em uma situação teórica, pode-se ter um ajuste na lotação ao longo do ano, mantendo a pastagem na sua capacidade de suporte, contudo o mais prático e viável é

buscar alternativas de forrageamento aos animais pela diversificação de pastagens, procurando manter uma oferta mais equilibrada ao longo do ano.

Atualmente, preconiza-se o manejo de controle da altura das plantas como critério para aumentar ou diminuir a carga animal em pastos de lotação contínua. Essa altura varia conforme a espécie e, ou cultivar adotada.

#### **4.2. Pastejo rotativo ou interminente**

A lotação rotativa pode ser definida como o método de pastejo que usa períodos recorrentes de descanso e de pastejo entre duas ou mais subdivisões (piquetes) numa pastagem durante a estação de pastejo. É o método de pastejo mais utilizado na atualidade nos sistemas de criação de vacas em pastejo, pois possibilita intensificação e maximização do uso da área. É importante adotar uma forrageira de alta produtividade e qualidade, sendo as mais indicadas Mombaça, Tanzânia, Marandu, Coastcross, Tifton 85, Tifton 65 ou Capim-elefante, entre outras. Há muitas vantagens em adotar esse sistema, como a possibilidade de fracionar as atividades de manejo e manutenção do pasto, como controle de plantas daninhas e adubação, conforme o número de piquetes. Assim, ao invés de adubar uma área de 10 hectares, por exemplo, pode adubar um piquete de 1 hectare por dia. No entanto, por ser mais sofisticado, há necessidade do emprego de tecnologias essenciais para o bom funcionamento do sistema e é fundamental o acompanhamento de um técnico especializado.

Vários fatores devem ser considerados na implantação. A começar pela área a ser destinada ao pastejo rotativo, que deve ser preferencialmente destinada a vacas em lactação, ser o mais próximo possível da sala de ordenha e conter praças de alimentação com bebedouro, cocho e sombra. É importante escolher uma forrageira que seja adaptada ao relevo da área destinada, assim, plantas de crescimento cespitoso (que forme touceiras) geralmente não são indicadas para áreas inclinadas como morros, enquanto que forrageiras de crescimento decumbente ou estolonífero, por cobrir a superfície do solo, são ideias para áreas mais inclinadas.

O primeiro ponto a observar é a localização dos piquetes em relação à sala de ordenha; quanto mais próxima a área de pastejo estiver da sala de ordenha, melhor. O ideal é que a sala de ordenha esteja localizada em posição central em relação aos piquetes, mas isso nem sempre é possível. Como regra básica, considera-se que a

distância entre o piquete mais distante e a sala de ordenha não exceda 500 m. É desejável que vacas se exercitem, mas que não percorram distância maior do que 500 m para serem ordenhadas ou para beber água. Se as vacas andarem muito, consumirão energia que poderia ser utilizada para a produção de leite.

Segundo o NRC (2001), uma vaca de leite gasta 0,00045 Mcal/kg de peso vivo para cada km caminhado em superfície plana e sem lama. Tomando-se como exemplo uma vaca de 600 kg, pastejando um piquete que se encontra a 1 km da sala de ordenha, com duas ordenhas diárias, temos um caminhar total de 4 km por dia. Nesse caso, há um gasto diário de 1,08 Mcal ( $600 \times 4 \times 0,00045$ ). As exigências médias do NRC (2001) para produção de um litro de leite (3,5% de gordura, para vacas da raça holandesa) são de 0,7 Mcal. Dessa forma, ao dividirmos a energia gasta com o caminhar pela exigência para produção de leite ( $1,08 / 0,7$ ) temos uma provável redução na produção de leite para a vaca desse exemplo de 1,54 litros/dia. Numa lactação de 305 dias, o decréscimo pode chegar a 470 litros ( $1,54 \times 305$ ).

Cabe lembrar que, no exemplo anterior, considerou-se um terreno plano. Em superfícies declivosas, o gasto energético com caminhar das vacas é ainda maior, e os efeitos sobre a produção de leite são mais pronunciados.

D'Hour et al. (1994) encontraram queda na produção de leite média de 1,9 kg/dia para vacas que andaram 12,8 km antes da ordenha, sendo esse efeito mais pronunciado em vacas da raça holandesa, quando comparadas à outras raças nativas francesas. Coulon et al. (1998) observaram redução de 1,3 a 2,1 kg/dia no CMS e 1,7 a 2,5 kg/dia na produção de leite quando vacas das raças Montbeliardes e Tarentaises (raças francesas) caminharam 9,6 km/dia. Os autores ainda observaram um efeito residual por 10 dias no decréscimo na produção de leite em função do longo caminhar das vacas.

Além disso, é de grande importância a escolha do período de ocupação de cada piquete, assim como o critério de entrada dos animais. Para vacas em lactação, diversos experimentos provaram que o ideal é um dia de ocupação, isso porque, nessa condição, os animais consomem o estrato superior do dossel forrageiro, onde há maior quantidade de folhas, que é o componente de melhor valor nutritivo das plantas. Cóser et al. (1999), testou 1, 3 e 5 dias de ocupação dos piquetes por vacas em lactação e observou que houve queda do teor de proteína (Figura 7), digestibilidade da matéria seca (Figura 8) e conseqüentemente queda da produção de leite (Figura 9) conforme aumentou-se o período de ocupação.

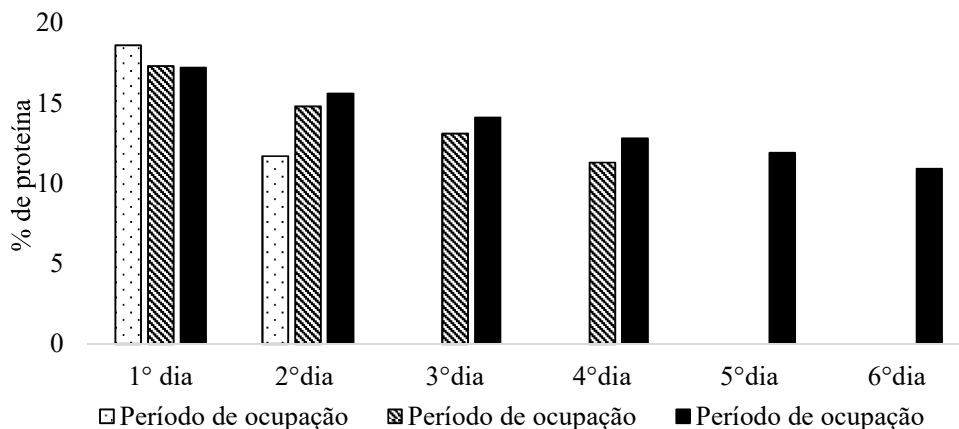


Figura 7 - Teores médios de Proteína Bruta de folhas verdes em pastagens de Capim-elefante submetidas a diferentes períodos de ocupação durante a época chuvosa (Adaptado de Cóser et al., 1999).

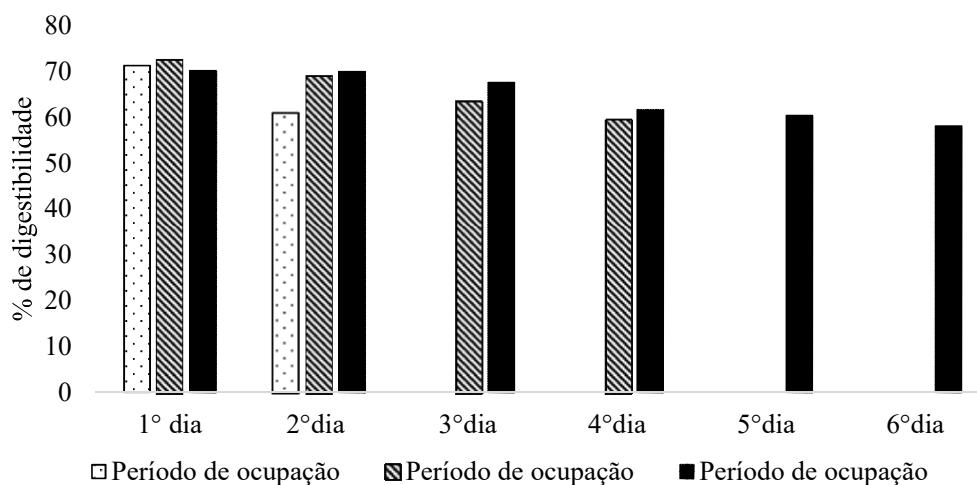


Figura 8 - Teores médios da Digestibilidade in Vitro da MS (em porcentagem) de folhas verdes em pastagens de capim-elefante submetidas a diferentes períodos de ocupação durante a época chuvosa (Adaptado de Cóser et al., 1999).

Na Figura 9 é possível notar que as vacas pertencentes ao tratamento de um dia de período de ocupação apresentam pequena oscilação da sua produção diária de leite, enquanto que as vacas pertencentes ao tratamento de 5 dias de ocupação há picos de alta e de baixa produção. Essa oscilação na produção de leite é extremamente prejudicial ao sistema, pois afeta negativamente a persistência da lactação da vaca e a produção total da sua lactação será consideravelmente mais baixa quando comparada a uma vaca de 1 dia de período de ocupação. Esse efeito

ocorre independentemente do nível de produção de produção da vaca, sendo ela de alta ou baixa produção, o efeito deletério na lactação será o mesmo, mudando apenas sua magnitude.

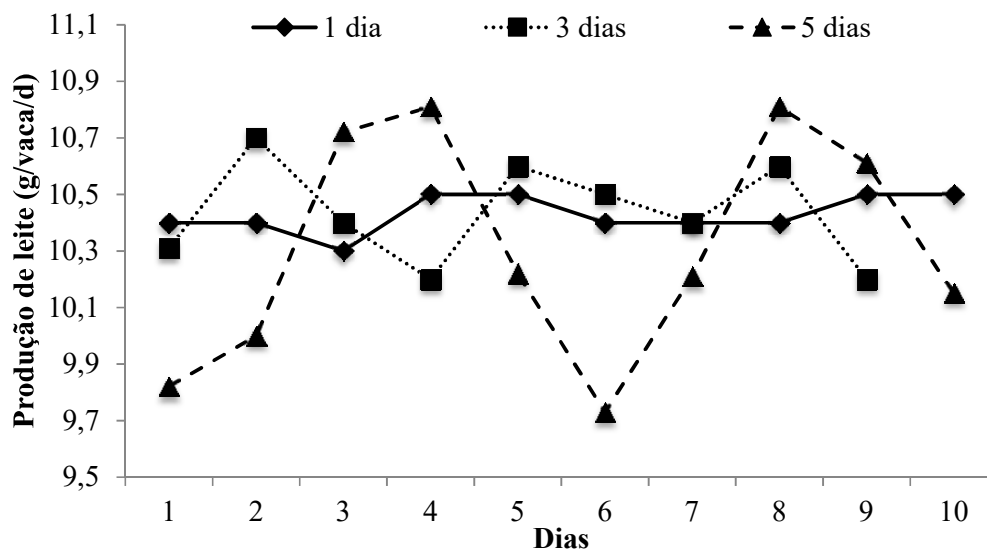


Figura 9 - Variação diária na produção de leite de vacas em pastagens de capim-elefante manejada com períodos de 1, 3 e 5 dias, durante dez dias, no período chuvoso de 1991/1992 (Adaptado de Cóser et al., 1999).

Em sistema de produção de leite baseado no uso de pastagem, no trabalho de Corsi (1976) foi avaliada produções de leite em função de diferentes taxas de lotações. Esse autor relatou o aumento na produção de leite por área através do aumento na taxa de lotação ou do rendimento por animal (Tabela 7).

Tabela 7 - Taxa de lotação (vaca/ha/ano) e produção de leite (kg/dia) na produção de leite/ha/ano

Vaca em lactação/ha/ano	kg/dia/Vaca em lactação			
	5	10	20	30
0,5	912	1825	3650	5475
1,0	1825	3650	7300	10950
2,0	3650	7300	14600	21900
3,0	5475	10950	21900	32850
4,0	7300	14600	29200	38800
5,0	9125	18250	36500	54750
8,0	14600	29200	58400	87600

Adaptado por Corsi (1976).

O manejo adequado de forrageiras está intimamente ligado às avaliações freqüentes na pastagem e aos ajustes na taxa de lotação, de modo que se evite o sub ou super pastejo. A taxa de lotação em uma pressão de pastejo ótima, durante um período de tempo definido, no qual se obtém máxima produção por área, sem causar a degradação da pastagem é a capacidade de suporte de determinada forrageira (Mott, 1960). O uso de taxa de lotação ligeiramente acima da capacidade de suporte da pastagem maximiza a produção por unidade de área, mas taxas de lotação mais altas resultam em diminuição da produção por hectare por não compensarem a acentuada redução na produção por animal. Deste modo, a melhor taxa de ocupação seria aquela que propicie maior produção por área e que mantenha uma boa taxa de rebrota da forrageira.

Sollenberger and Vanzant (2010) afirmaram que devido ao efeito primordial da intensidade de pastejo sobre a produtividade, valor nutritivo, composição botânica e persistência do pasto, o planejamento do manejo do pastejo deve priorizar a escolha da adequada taxa de lotação ou altura do pasto.

Clipes et al. (2006) avaliou três diferentes períodos de ocupação (1, 2 e 3 dias) de Capim-elefante e de Panicum maximum cv. Mombaça e observou que a fração C da proteína, que é a fração indigestível, e a fração B3, que é a fração digestível com menor velocidade de digestão, aumentam conforme aumenta o período de ocupação dos piquetes para ambas as forrageiras (Figura 10), reduzindo frações mais digestíveis da proteína. No entanto, esse efeito foi mais pronunciado para o Mombaça do que para o Capim-elefante. Nesse experimento, o Mombaça teve 36 dias de descanso e Capim-elefante teve 42 dias de descanso.

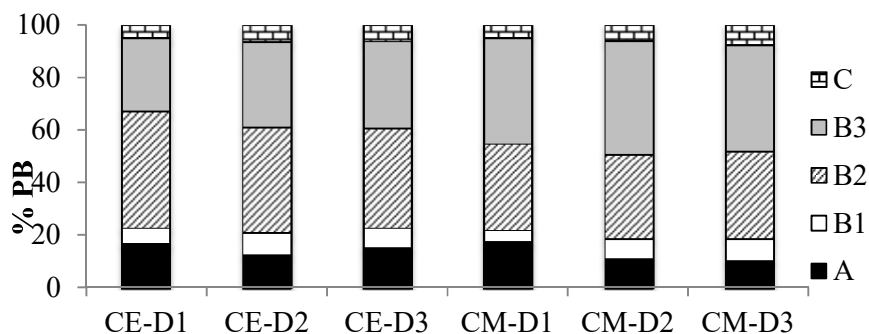


Figura 10 - Teores médios dos compostos nitrogenados, como porcentagem da proteína bruta (%PB), de acordo com as gramíneas capim-elefante (CE) e capim-Mombaça (CM) e período de ocupação dos piquetes (D), sendo 1, 2 e 3 o período de ocupação correspondente (Adaptado de Clipes et al., 2006).

A discrepância da qualidade nutricional da dieta quando o período de ocupação é de 1 ou 5 dias geralmente é muito grande (Figura 11), no entanto, ao se comparar maiores períodos de ocupação, o poder de seletividade dos animais passa a ser muito expressivo, fazendo com que esse efeito seja tamponado. Como exemplo, Fonseca et al. (1998) comparou 3, 5 e 7 dias de período de ocupação e observou que os teores de proteína e FDN se alteram pouco ao longo desse período (Figura 11). Assim, para animais que não estão em lactação, como novilhas ou vacas secas, outra estratégia de pastejo pode ser traçada. É importante destacar que o aumento da seletividade implica, obrigatoriamente, em maior tempo de pastejo por dia, e isso pode reduzir drasticamente a produção de leite de animais em lactação, uma vez que o maior limitante para a produção de leite a pasto não é a qualidade do material colhido, mas a capacidade de pastejo dos mesmos.

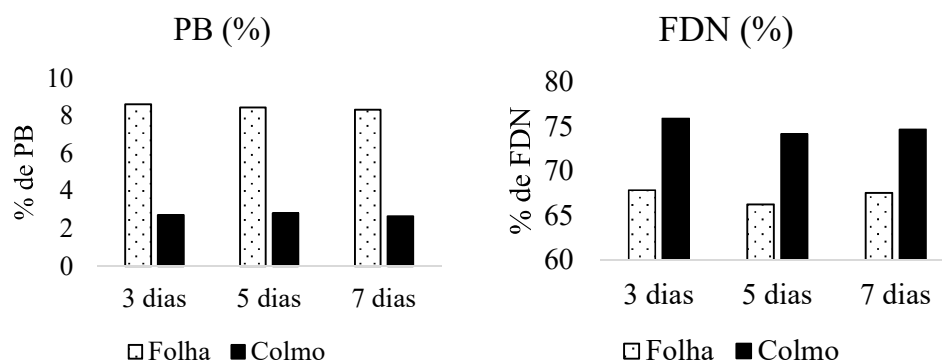


Figura 11 - Teores médios (em porcentagem) de Proteína Bruta e de Fibra em Detergente Neutro na matéria seca de folha e colmo de capim-elefante por ciclo de pastejos (Adaptado de Fonseca et al., 1998)

Há possibilidade de fundir os dois métodos de pastejo (contínuo e rotativo), conforme a necessidade de cada sistema. Assim, para categoria menos exigente como novilhas em crescimento, podem-se dividir grandes áreas em três ou quatro piquetes, de forma a rotacionar as áreas com período de ocupação maior do que o usual no pastejo rotativo comum, como de 7 a 10 dias, uma vez que, a partir de 3 dias de ocupação, o valor nutricional da forragem ingerida pelos animais é relativamente constante em função da seletividade (Figura 11).

Para esse método, é importante que a forrageira utilizada seja tolerante ao pastejo contínuo, como, por exemplo, forrageiras do gênero *Brachiaria* ou *Cynodon*. A vantagem de adotar esse método é possibilitar a maximização do uso de áreas

pouco aproveitadas nas fazendas e intensificar seu uso. Essa estratégia não deve ser empregada para vacas em lactação, conforme já discutido anteriormente.

### **4.3. Critérios para interrupção da rebrotação**

#### **4.3.1. Dias fixos**

Uma estratégia de desfolhação dos pastos no método de pastejo rotativo, ainda muito utilizada por produtores menos informados, é a de dias fixos de descanso. Nesse manejo, os piquetes são submetidos a períodos alternados de pastejo e descansos fixos, definidos cronologicamente. Esse critério possui uma série de limitações, no entanto sua única vantagem é a facilidade para controlar e definir a entrada e saída dos animais nos piquetes. A definição do período de descanso com base na idade cronológica do pasto desconsidera que a condição morfofisiológica das forrageiras varia com as condições de clima e ambiente.

Além disso, recomendações feitas com base em dias do calendário podem causar acúmulo excessivo de colmos e de forragem morta, baixo valor nutritivo e baixa eficiência de pastejo (Da Silva e Nascimento Jr., 2007). Ademais, por não considerar a taxa de crescimento da forrageira, esse critério de manejo pode ocasionar a degradação das pastagens a médio e longo prazo (Dias-Filho, 2005).

Pedreira et al. (2007), avaliaram Capim-xaraés sob três critérios de manejo em pastejo rotativos: 95% de interceptação luminosa, 100% de interceptação luminosa e 28 dias. Os autores observaram que, quando o capim foi manejado com 28 dias, houve maior acúmulo de colmo e forragem morta, restringindo as possibilidades de ganho em eficiência do sistema de pastejo. Assim, concluíram que o manejo que apresentou os melhores resultados foi o de 95% de interceptação luminosa (os conceitos de interceptação luminosa serão discutidos no próximo tópico) e o de piores resultados foi o de 28 dias.

Em experimento comparando quatro cultivares de *Brachiaria* (Brandão, 2015 – dados não publicados), onde as forrageiras foram manejadas com de 95% de interceptação luminosa ou 28 dias de período de descanso, observou-se que, quando as forrageiras foram manejadas com intervalo de dias fixos, a qualidade das forrageiras foi pior durante praticamente todo o período experimental, apresentando menor teor de proteína bruta (Figura 12) e maior fibra em detergente neutro (FDN – Figura 13). Os teores de FDN foram muito próximos entre os dois manejos nos

primeiros ciclos de pastejo (início do experimento). No entanto, em decorrência de mudanças climáticas ao longo do ano, os valores entre os manejos foram se modificando. O manejo de interceptação luminosa foi mais consistente, pois apresentou menor variação da FDN ao longo do ano, enquanto que o manejo de dias fixos apresentou grandes oscilações em seu teor, sendo maior FDN na época seca do ano e menor durante a época das águas.

Diversos experimentos demonstram que a produção de MS de pastos manejados com dias fixos pode ser igual ou até maior do que a de pastos manejados com 95% de interceptação luminosa. No entanto, a qualidade das forrageiras manejadas sob 95% de interceptação é melhor, pois produzem maior quantidade lâminas foliares e menos colmo e forragem morta, além de maiores teores de PB e menores teores de FDN e FDNi (Da Silva e Nascimento Jr., 2007; Pedreira et al., 2007; Brandão, 2015).

Portanto, o momento certo de interrupção da rebrotação em lotação intermitente deve ser aquele onde, além de promover maior produtividade, ocorre melhor valor nutritivo da forragem. Para obter esse ponto é necessário respeitar o tempo fisiológico das plantas e, por isso, o critério de dias fixos é pouco eficiente, causando sub-pastejo na época de crescimento favorável das forrageiras e super-pastejo na época da seca.

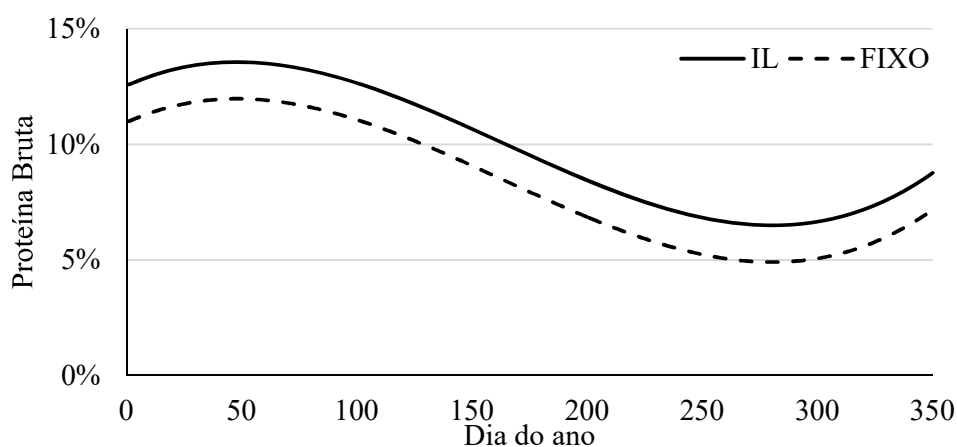


Figura 12 - Teor de proteína bruta ao longo do ano das quatro forrageiras em função dos dias do ano, submetidas a dois critérios de interrupção da rebrotação, onde 0 representa o primeiro dia do experimento e o 350 o último (Brandão, 2015).

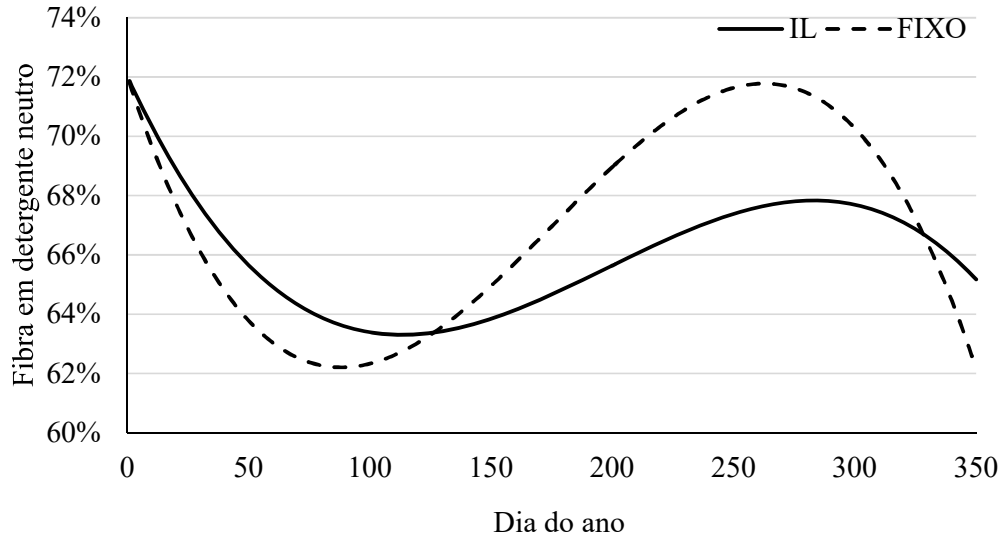


Figura 13 - Teor fibra em detergente neutro (FDN) ao longo do ano das quatro forrageiras em função dos dias do ano, submetidas a dois critérios de interrupção da rebrotação, onde 0 representa o primeiro dia do experimento e o 350 o último (Brandão, 2015).

#### 4.3.2. Interceptação luminosa

Parsons et al. (1983) estudando azevém perene, demonstraram que a condição ideal para interrupção do processo de rebrotação é aquela em que o dossel atinge 95% de interceptação da luz (95% de IL). Nessa condição, ocorre balanço ótimo entre os processos de fotossíntese, respiração, crescimento e senescência (Figura 14). Esse princípio também se mostrou válido para plantas forrageiras de clima tropical, levando-se em consideração as limitações fisiológicas e de ambiente inerentes em cada condição (Pinto et al., 2001).

A partir do ponto em que 95% da luz incidente é interceptada pelas plantas forrageiras, há redução na taxa de acúmulo de forragem e, devido ao maior auto-sombreamento, há maior acúmulo de forragem morta e de alongamento de colmo (Figura 14). A análise integrada desses fatores demonstra que essas alterações causam prejuízo no consumo animal, por alterar negativamente a estrutura do dossel.

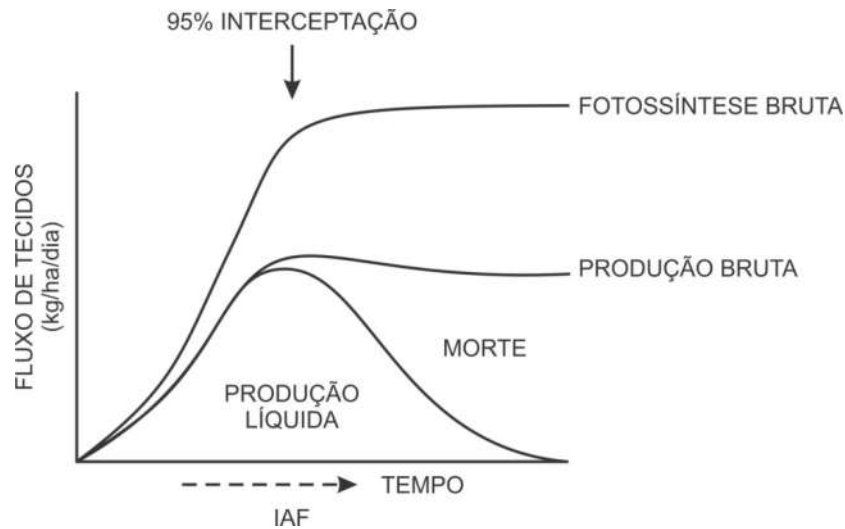


Figura 14 - Variações nas taxas de fotossíntese bruta, perdas respiratórias, senescência e acúmulo de forragem durante a restauração do IAF (Índice de área foliar) do piquete (Adaptado de Parsons et al., 1983).

Devido às variações climáticas ao longo do tempo e características específicas de cada região, o tempo para que 95% da IL sejam alcançados não é cronologicamente fixo, pois depende de fatores do meio como luz, temperatura e precipitação que se modificam ao longo das estações do ano e da disponibilidade de nutrientes, notadamente o nitrogênio (Martuscello et al., 2006; Fagundes et al., 2006) e da altura pós-pastejo.

Sob essa nova perspectiva, diversos trabalhos revelaram, ainda, que cada espécie e, ou, cultivar apresenta um estágio ideal para a interrupção da rebrotação. Apesar das diferenças morfológicas entre as diversas gramíneas, as avaliações da dinâmica do acúmulo de forragem durante o período de rebrotação revelaram que, independente da espécie e, ou, cultivar, 95% da interceptação luminosa é o ponto ideal de colheita ou entrada dos animais. Como a mensuração das porcentagens de interceptação luminosa são caras e complexas, a partir da correlação do estágio ideal de colheita com a altura do dossel forrageiro foi possível criar alturas ideais para entrada e saída dos animais, o que possibilita a aplicação dessa tecnologia no campo (Tabela 8). Nesse contexto, o controle da altura do pasto é uma estratégia simples e eficiente, capaz de acabar com o mito de que não é possível ter elevada produção de leite com gado exclusivamente criado a pasto, como fonte de volumoso.

Tabela 8 - Alturas de entrada e saída recomendadas através de 95% de IL para diversas forrageiras

Capim	Altura do pasto (cm)		Referências
	Pré-pastejo	Pós-pastejo	
Aruana	30	15	Zanini et al. (2012)
Massai	55	15 a 30	Barbosa et al. (2010)
Mombaça	90	30 a 50	Carnevalli et al. (2006)
Tanzânia	70	25 a 50	Barbosa et al. (2007)
Marandu	25	10 a 15	Trindade et al. (2007)
Xaraés	30	15 a 20	Pedreira et al. (2007)
Cameroon	100	40 a 50	Voltolini et al. (2010)
Andropógon	50	27 a 34	Souza (2009)
Decumbens	20	5 a 10	Braga et al. (2008)
Mulato (I)	30	15 a 20	Silveira (2010)
Piatã	30	15	Brandão (2015)
Tifton e Costcross	20-30	10 a 12	Teixeira e Oliveira (2009)

Quando o pasto é manejado com altura acima dos 95% de IL apresenta menor densidade populacional de perfilhos, menor relação lâmina/colmo e maior quantidade de forragem morta. Isso porque esse ambiente propicia acentuada competição pela luz entre os perfilhos, que necessitam se alongar demasiadamente em busca de luz. Para isso, há maior deposição de lignina nos colmos e, como consequência, há redução da qualidade da forragem.

A lignina é um composto fenólico que os ruminantes não são capazes de digerir. Assim, sua presença em elevada quantidade causa problemas de enchimento do rúmex, pois diminui a taxa de passagem e limita o consumo. Nesse contexto, devem-se manejar as pastagens visando minimizar a quantidade de estruturas muito lignificadas (colmos e forragem morta) e aumentar a quantidade de estruturas e alta digestibilidade (folhas verdes). Portanto, não basta oferecer quantidade adequada de matéria seca para os animais, ela deve ser potencialmente digestível. Para isso, o foco do manejo das pastagens deve deixar de ser o de produzir forragem em quantidade e deve passar a ser o produzir pasto com qualidade. Para isso, a adoção de

estratégias relativamente simples de manejo (como controle de altura das plantas) representa grande evolução do conhecimento acerca do sistema pasto.

#### 4.4. Altura de saída (resíduo)

Enquanto a altura de entrada é um parâmetro fixo e determinado para cada espécie e cultivar, a altura de resíduo (altura de saída) é relativamente flexível e manipulável conforme o sistema adotado. O resíduo pode ser ajustado conforme as necessidades individuais de cada sistema, podendo ser mais baixo ou mais alto conforme a estratégia adotada. A consequência do uso de altura de resíduo mais baixo é o maior tempo que precisará ser despendido para o acesso dos animais aquela pastagem, o que pode ser uma vantagem quando a forragem estiver em abundância na fazenda.

Souza et al. (2013), avaliaram a taxa de crescimento de folha e taxa de acúmulo de forragem por dia de capim-elefante cv. Napier, sob três alturas pós-pastejo (resíduo): 30, 50, 70 cm. Sendo que 30 cm representa um pastejo muito pesado e intenso, 50 cm pastejo normal e 70 cm pastejo leniente (leve). Os autores observaram que, quanto maior a altura de resíduo, maior a taxa de crescimento de folha e maior o acúmulo de forragem (Figura 15). Isso porque há maior área foliar, capaz de realizar fotossíntese e rapidamente as plantas atingem novamente a condição de pré-pastejo.

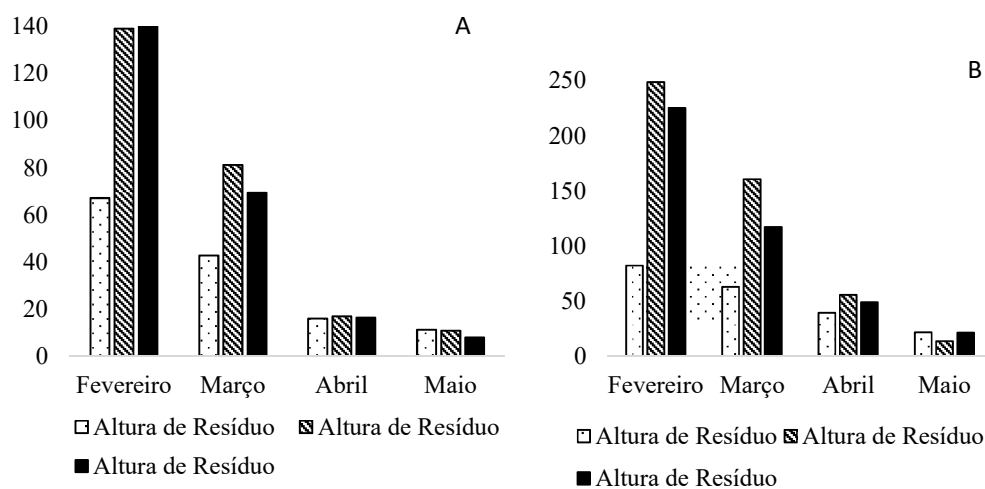


Figura 15 - Taxa de crescimento de Folha (A) e taxa de acúmulo de Capim-elefante cv. Napier (B), em relação à altura de resíduo 30, 50 e 70 cm. (Adaptado de Souza et al., 2013).

Assim, a manipulação da altura de resíduo pode ser usada estrategicamente, conforme a necessidade do sistema, ou seja, quando há necessidade que os animais voltem rapidamente aos piquetes, pode-se usar maior altura de resíduo e o contrário também é verdade. No entanto, é preciso atentar ao fato que, ao mudar a altura de saída, altera-se também a quantidade de forragem que os animais irão ingerir, então é preciso fazer ajustes na taxa de lotação.

## **5. MANEJO DOS LOTES**

Tão importante quanto a escolha da forrageira mais adequada ao sistema e do método de pastejo, é estabelecer como será o manejo dos lotes. O manejo dos lotes é bem flexível, variando conforme cada sistema e até mesmo ao longo de um ano. Vários fatores devem ser levados em consideração, como o número de piquetes, quantidade de animais de diferentes categorias, disponibilidade de forragem, disponibilidade de mão-de-obra, praças de alimentação, entre outros.

Caso se opte por trabalhar com mais de um lote de animais rodando no sistema. É preciso analisar quais categorias devem fazer parte do lote de ponteira e do lote de raspador (também chamados de primeiro e segundo pasteador). O lote ponteiro deve conter os animais que se deseja o melhor desempenho, pois eles terão acesso a forragem de melhor qualidade. Assim, em sistemas exclusivos a pasto é indicado que este lote seja composto pelas vacas em lactação ou, ainda, pelas vacas de maior produção. Enquanto que, em sistemas de criação mista, onde as vacas em lactação ficam confinadas e outras categorias ficam no pasto, no lote ponteira devem estar os animais que se espera melhor desempenho, como as novilhas. O segundo pasteador, ou lote raspador, deve conter os animais que não necessitam de aporte energético muito elevado como, por exemplo, vacas secas, uma vez que sua exigência é mais baixa do que de vacas em lactação.

Durante a época das águas, é comum haver sobra de pasto caso as condições climáticas estejam favoráveis. Nesse momento, o uso de mais de um lote pode ser uma ferramenta fundamental, de forma a não permitir que a forragem produzida seja desperdiçada, resultando muitas vezes na necessidade de roçar os pastos que passarem do momento de ideal de entrada dos animais. Ações estratégicas são necessárias para evitar perdas no sistema, deve-se então utilizar os demais animais da propriedade que estavam consumindo forragens de pior qualidade e coloca-los nos

piquetes de forma a melhorar a eficiência de pastejo. Categorias como vacas secas e novilhas são sempre estratégicas nesses momentos, podendo ser usados como animais de equilíbrio, consumindo o excedente que as vacas em lactação não conseguem.

É fundamental que os animais tenham acesso a sombra, água e cocho de sal e suplemento. Assim, é imprescindível a construção de praças de alimentação, que devem ser localizadas de forma que facilite o manejo como um todo. Por exemplo, na seca provavelmente será necessária suplementação volumosa e concentrada dos animais, então as praças devem permitir o acesso por trator ou carroça. Além disso, todos os piquetes devem ter acesso a praça. Um detalhe importante, quando se trabalha com mais de um lote de animais no pasto, é a necessidade de construir mais de uma praça de alimentação por conjunto de piquetes, para permitir acesso separado de ambos os lotes à praças de alimentação.

## 6. CICLOS DE PASTEJO

Há uma variação natural da sazonalidade entre as gramíneas utilizadas em sistemas de produção de leite. As forrageiras do gênero *Brachiaria*, por exemplo, tem sazonalidade média de 80%, enquanto que aquelas do gênero *Panicum* apresentam sazonalidade média de 90%, podendo chegar a 93% (Fonseca e Martuscelo, 2010). Apesar de produzir menor quantidade de matéria seca, as braquiárias são capazes de produzir maior quantidade durante a época da seca e o reflexo disso na produção animal é extremamente importante, pois à medida que a disponibilidade de pasto diminui, há necessidade de iniciar suplementação volumosa de forma a sempre atender as exigências das vacas (Tabela 9).

A produtividade dos pastos é altamente dependente de temperatura e chuva. Na Figura 16 pode-se observar como a produção de matéria seca diminui conforme diminui a temperatura e pluviosidade. Em sistemas de leite, a venda de animais durante a estação seca não é uma opção viável nem lucrativa, então é necessário suprir a diferença de volumoso que o pasto passa não ser mais capaz de produzir. No entanto, esse efeito é mais pronunciado em forrageiras de estacionalidade maior, como é o caso do Mombaça, onde senescência dos tecidos chega a ser maior do que seu crescimento, gerando produção negativa de matéria seca.

Portanto, tem-se um binômio a ser estudado. As braquiárias produzem menos matéria seca (suportam menor taxa de lotação), porém são menos sazonais, enquanto que as forrageiras do gênero *Panicum* produzem mais na época das águas (maior taxa de lotação), porém são mais sazonais.

Para facilitar o entendimento, supondo que uma vaca de produção média de 13 kg leite/dia consome em média 12 kg de MS/dia. Em janeiro seria possível manter 8 vacas em pastagem de Piatã (Tabela 9). Entretanto, em julho é possível manter três vacas nessa mesma pastagem. Na tabela 9, há ainda uma simulação da quantidade de volumoso suplementar (silagem de milho ou capim-elefante) necessária para conseguir manter, aproximadamente, o mesmo número de vacas na área durante o ano todo.

Assim, para uma pastagem de Piatã, considerando que seria possível manter em média 7 vacas/ha ano, há menor necessidade de suplementação volumosa.

O crescimento das forrageiras varia ao longo do ano, conforme mudam as condições climáticas, especialmente de temperatura e pluviosidade. Assim, há necessidade de ajuste da quantidade de animais conforme a produtividade do pasto aumenta ou diminui.

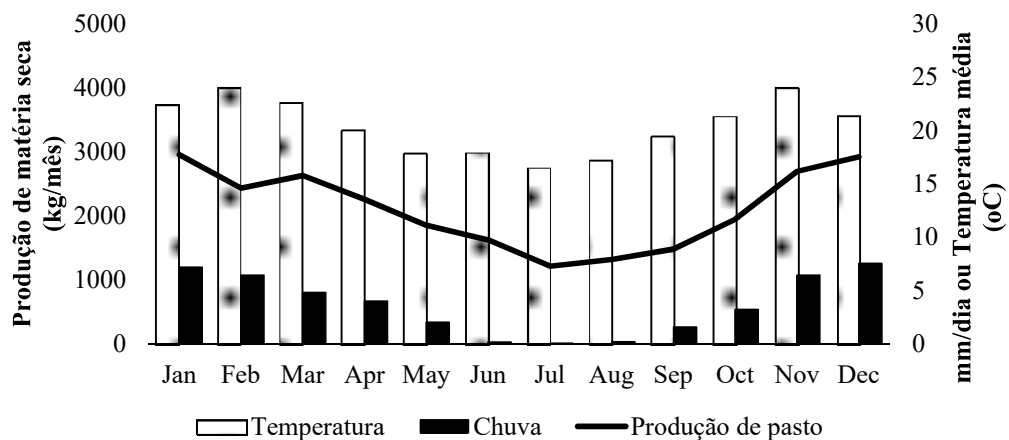


Figura 16 - Distribuição da produção de *B. brizantha* cv. Piatã ao longo do ano (Brandão, 2013 dados não publicados).

Tabela 9 - Simulação de produção de matéria seca por dia (PMS/dia), quantidade de vacas que o pasto (B. brizantha cv. Piatã) suportaria por hectare (Brandão, 2013 – dados não publicados) e volumoso suplementar considerando manejo anual médio de 7 vacas por hectare

<b>Volumoso Suplementar (kg MN)</b>				
<b>Mês</b>	<b>PMS/dia</b>	<b>Número de vacas</b>	<b>Silagem de Milho ou Cana-de-açúcar picada (in natura)</b>	<b>Capim elefante</b>
Janeiro	98,5	8	-	-
Fevereiro	81,1	7	-	-
Março	87,7	7	-	-
Abril	75,2	6	34,3	60,00
Maió	61,7	5	68,6	120,00
Junho	54,1	5	68,6	120,00
Julho	40,3	3	137,2	240,00
Agosto	43,9	4	102,9	180,00
Setembro	49,3	4	102,9	180,00
Outubro	64,9	5	68,6	120,00
Novembro	89,7	7	-	-
Dezembro	97,3	8	-	-

Além das épocas de águas e seca, tem-se ainda que considerar o período de transição entre as estações. Assim, considerando os dados da simulação anterior (consumo de 12 kg de MS e produção 13 kg leite/dia), em pastagem de Piatã, nas águas é possível manter 8 vacas, na transição águas – seca 6 vacas, na seca 4 vacas e na transição seca – águas 6 vacas. O entendimento da disponibilidade de pasto ao longo do ano é essencial para o sucesso da atividade, pois só assim será possível fazer planejamento de volumosos de forma precisa e eficiente.

## **7. DIMENSIONAMENTO DE PIQUETES**

Após, escolher a forrageira mais adequada ao sistema, selecionar a área da fazenda que será destinada aos piquetes, escolher o método de pastejo, será

necessário dimensionar a área dos piquetes. Para facilitar o entendimento, um exemplo é mostrado a seguir.

Dados:

- 10 vacas
- Peso médio: 550 kg
- Produção de leite média: 15 kg (esse valor sugerido de produção de leite é colocado como exemplo para estimativa apenas do consumo de pasto do animal, portanto para que o mesmo atinja esse nível de produção seria necessária suplementação de concentrado para atender as exigências de NDT total do animal).
- Período de ocupação dos piquetes: 1 dia
- Forrageira: Brachiaria brizantha cv. Marandu
- Consumo de MS: 1,2% PV em FDN
- FDN Marandu = 65%
- Sazonalidade = 80%
- Eficiência de Pastejo<sup>1</sup> = 75%

Cálculos:

CMS: 1,2% PV em FDN = 6,6 kg FDN/vaca/dia

10 vacas x 6,6 x 180 dias (águas) = 11.880 kg FDN águas

Considerando que o capim Marandu possui 65% de FDN:

1.000 kg Marandu --- 650 kg FDN

X----- 11.880 kg FDN      X = 18.276,92 kg MS de Marandu

Produtividade do Marandu: 25 Ton MS/ha/ano (Tabela 10)

Considerando 80% de sazonalidade = 25.000 × 80% = 20.000 kgMS/ha águas

25.000 × 20% = 5.000 kgMS/ha secas

Considerando uma eficiência de pastejo de 75%:

Disponibilidade para consumo = 20.000,00 × 75% = 15.000,00 kgMS/ha águas

---

<sup>1</sup> A eficiência de pastejo varia de 50 a 90%. O principal fator que a afeta é a habilidade e experiência do manejador. Quanto maior for essa habilidade, maior será a eficiência de pastejo. Outros fatores também podem afetá-la, como o tamanho dos piquetes e a presença de bebedouros.

1 ha ----- 15.000 kgMS de Marandu (produção)  
 Y ----- 18.276,92 kgMS de Marandu (necessidade dos animais)  
 Y=1,218 ha ou 12.180m<sup>2</sup> área total para manejas as 10 vacas  
 Tamanho do piquete:  
 Adotando-se 262 piquetes: 12.180/26 ≈ 468 m<sup>2</sup> por piquete

Tabela 10 - Valores de referência de produção de matéria seca (MS) das principais espécies forrageiras tropicais

<b>Espécie forrageira</b>	<b>Valores de referência (Ton Ms/ha/ano)</b>
Capim brachiarão ( <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu)	20 a 25
Capim braquiária ( <i>Brachiaria decumbens</i> )	15 a 20
Capim coastcross ( <i>Cynodon dactylon</i> )	15 a 20
Capim elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	30 a 50
Capim humidícola ( <i>Brachiaria humidicola</i> )	10 a 15
Capim mombaça ( <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça)	30 a 40
Capim tanzânia ( <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia)	20 a 30
Tifton ( <i>Cynodon</i> sp.)	15 a 20

Adaptado de Oliveira (2006).

## 8. CONSUMO DE PASTO

Há grande variação nas metodologias de estimação de consumo. Ainda não existe um consenso na literatura quanto ao melhor método de estimação de consumo de pasto. Existem vários fatores que afetam a resposta e o consumo dos animais em pastejo, assim, a quantidade de concentrado consumido e a qualidade da forragem exercem grande efeito sob o consumo dos animais, dificultando a elaboração de equações eficientes.

Alguns autores (Santos et al., 2011; NRC, 2001; Minson, 1990; Allden e Whitaker, 1970) geraram equações de predição de consumo de animais a pasto. No

<sup>2</sup> A adoção de 26 piquetes para esse sistema é explicado pelo fato da Marandu, precisar em média de 26 dias para atingir a altura de entrada durante as épocas de transições (tanto águas-seca quanto seca-águas). Assim, durante a época das águas seria necessário rodar 2 lotes de animais, pois o tempo médio para atingir a altura de entrada nesse período é de aproximadamente 13 dias. Portanto, nas transições é possível rodar um lote de animais, enquanto que nas águas, 2 lotes. O número de piquetes adotado nos cálculos serve como um guia para iniciar o manejo, quando o sistema for implantado certamente haverá necessidade de ajustes.

entanto, esses autores utilizam variáveis de extrema complexidade e ao comparar o consumo estimado pelo modelo e o observado na prática, percebe-se que grande desvio em relação aos valores, fazendo com que essas equações não sejam adequadas para estimar o consumo. Além disso, o nível de suplementação e o estágio fisiológico do animal exercem influência no consumo. Além disso, deve-se também considerar o efeito de repleção ruminal de cada forragem, que varia conforme a qualidade da fibra presente no volumoso. Fatores físicos e metabólicos atuam conjuntamente, mesmo quando as forragens utilizadas são consideradas de baixa qualidade (Detmann et al., 2009; 2014). A construção de produtos animais não se dá a partir do material ingerido, mas sim a partir do material digerido, que será metabolizado. A otimização da produção a pasto exige que se avalie o equilíbrio entre consumo, digestão e metabolismo. Assim, o consumo de pasto deve ser sempre analisado e entendido considerando-se múltiplos fatores simultaneamente.

Para cálculos de dimensionamento de piquetes e de ração, utilizam-se estimativas empíricas e mais práticas tais como: consumo pasto = 1,2% de FDN (vindo da forragem) ou consumo pasto = 2% do peso vivo. Contudo, ressalta-se que as estimativas são utilizadas apenas como forma de dimensionamento e planejamento, e ajustes sempre serão necessários de acordo com variáveis climáticas, categoria animal, produção animal, qualidade do manejador, entre outros.

Benedetti et al., 2008 avaliaram o consumo de alimentos e a produção de leite de vacas mestiças pastejando em piquetes de capim Napier (*Pennisetum purpureum*) (NAP), *Brachiaria decumbens* (BRA) e Colônia (*Panicum maximum*) (COL) e suplementadas com 4 kg de concentrado. Calcularam a produção fecal e o consumo de alimentos com o auxílio do Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e da digestibilidade *in vitro*. Em seus resultados o consumo diário de MS foi semelhante entre as forragens (18kg/vaca), as quais representaram 2,72%; 2,84% e 2,96% do peso vivo para o NAP, BRA e COL, respectivamente. O consumo por unidade de tamanho metabólico (g MS/kg 0,75) foi de 130 para o NAP, 135 para a BRA e 145 para o COL. O consumo de BRA resultou em menor produção de leite (14,4 Kg) em comparação ao NAP (15,5 kg) e COL (16,1 kg). E verificaram que os capins NAP, BRA e COL apresentam-se como boas alternativas para a produção de leite a pasto.

## 9. SUPLEMENTAÇÃO

A produção de leite exclusivamente à pasto é uma realidade em grande parte das propriedades brasileiras. Apesar de constituírem-se num sistema de produção onde a margem líquida de lucro é mais alta (por litro de leite produzido), os valores de produção alcançados normalmente estão abaixo da potencialidade da propriedade, fazendo com que o fornecimento estratégico de alimento suplementar possa melhorar os rendimentos do produtor, por meio da melhor utilização da pastagem, complementando as frações nutricionais que se encontram desbalanceadas no pasto, com o objetivo de atender as exigências nutricionais das vacas, melhorando a utilização do alimento.

Dessa forma, nos itens a seguir, serão discutidos os aspectos principais a respeito da suplementação de vacas lactantes em pastejo, sendo feitas importantes considerações e recomendações a respeito da suplementação.

### **9.1. Consumo de matéria seca (CMS)**

O primeiro passo para que se possa fazer recomendação adequada de suplementação para vacas leiteiras em pastejo é conhecer o CMS das mesmas, ou seja, a capacidade de consumo de alimentos.

Existem várias teorias sobre como é regulado o CMS em ruminantes (Forbes, 1995). Basicamente, são três os fatores que afetam o CMS por vacas em lactação, sendo: 1) as exigências nutricionais da vaca; 2) a saciedade física, correspondente aos fatores associados ao enchimento do tubo digestivo e; 3) restrições comportamentais, relacionadas ao potencial da pastagem e à interação entre fatores que afetam o comportamento animal.

O baixo CMS foi identificado como sendo um dos principais limitantes da produção de leite por vacas de alta produção em sistema de pastejo (Kolver et al., 1998). Esse baixo consumo pode ocorrer em virtude da baixa qualidade da forragem, ou simplesmente porque, para consumir a quantidade necessária para saciar suas exigências, a vaca deveria ficar um tempo muito grande pastejando por dia, ou seja, ela não tem capacidade de pastejo necessária para colher toda forragem requerida. Portanto, ferramentas de maximização do CMS por vacas lactantes em pastejo devem ser busca constante dos profissionais envolvidos no processo. Para isso, a adoção de técnicas básicas, como o fornecimento suplementar de alimento é essencial.

Pesquisas realizadas nos Estados Unidos (Phillips e Leaver, 1985), com vacas da raça Holandesa criadas em pastagens de clima temperado, sugerem que vacas leiteiras de alta produção podem ter consumo máximo de matéria seca de 3,25% do peso vivo consumindo somente pasto, mas que este valor pode ser aumentado com a utilização da suplementação. Em condições brasileiras, sugere-se que o valor máximo obtido fique abaixo do valor de 3% do peso vivo sugerido para pastagens temperadas, pois as forragens tropicais apresentam maior teor de FDN e tendem a potencializar o efeito de enchimento ruminal.

No Brasil, de maneira geral, os bovinos leiteiros que recebem alimentos concentrados na dieta consomem de 1,8 a 2,0% do seu peso vivo em matéria seca de pastos tropicais (capins dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum*, *Cynodon* e *Andropogon*). Nas mesmas condições, para silagem de milho e pastos de clima temperado (aveia, azevém), o consumo pode chegar a 2,5% do peso vivo em matéria seca, em razão da superioridade da qualidade da forragem (Oliveira, 2006).

Um erro muitas vezes cometido na prática é a extrapolação das informações apresentadas pelo NRC (2001) para vacas lactantes, criadas em condições brasileiras, a pasto. A Figura 17 simula a predição de CMS em pasto de *B. Decumbens* com suplementação de 1 kg de concentrado para 3 L de leite. O suplemento foi composto por: 24% soja, 68,5% milho, 2% uréia e 24% proteína bruta. A comparação apresentada na Figura 17 mostra que há grande variação no valor de CMS estimado para vacas lactantes em pastejo, em condições brasileiras, quando estimado pelo NRC (2001) e CNCPS (Fox et al., 1995).

No Brasil, Santos et al. (2011) realizaram uma avaliação do CMS de vacas leiteiras cruzadas (F1 Holandês x Guzerá, F1 Holandês x Gir e F1 Holandês x Nelore), em sistema de pastejo, produzindo curvas de CMS das vacas em função do tempo de lactação. Uma equação conjunta foi construída por esses autores para estimar o CMS de vacas lactantes a pasto e é apresentada abaixo:

$$\text{CMS (kg/dia)} = 0,6089 \times \text{PLG} + 0,0244 \times \text{PV}^{0,75} \times (1 - e^{-0,292 \times (\text{SL} + 5,777)})$$

em que: PLG = produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/dia), PV = peso vivo (kg) e SL = semana de lactação.

A equação de Santos et al. (2011) é uma reparametrização da equação do NRC (2001), para vacas lactantes:

$$\text{CMS (kg/dia)} = 0,372 \times \text{PLG} + 0,0968 \times \text{PV} \times 0,75 \times (1 - e^{-0,192 \times (\text{SL} + 3,67)})$$

em que: PLG = produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/dia), PV = peso vivo (kg) e SL = semana de lactação.

Ressalta-se que a equação de Santos et al. (2011) foi determinada a partir de animais de baixo potencial e com baixa utilização de concentrados. Assim, é possível que a mesma subestime a capacidade de consumo de animais com alto potencial de pastejo (animais Girolando), que possuam alto potencial de produção de leite. Assim, recomenda-se que seja dada preferência a equação de Santos et al. (2011) para estimar o CMS de vacas lactantes de baixo potencial de produção, manejadas a pasto, utilizando-se a equação do NRC (2001) para sistemas mais intensivos e/ou com vacas de alta produção.

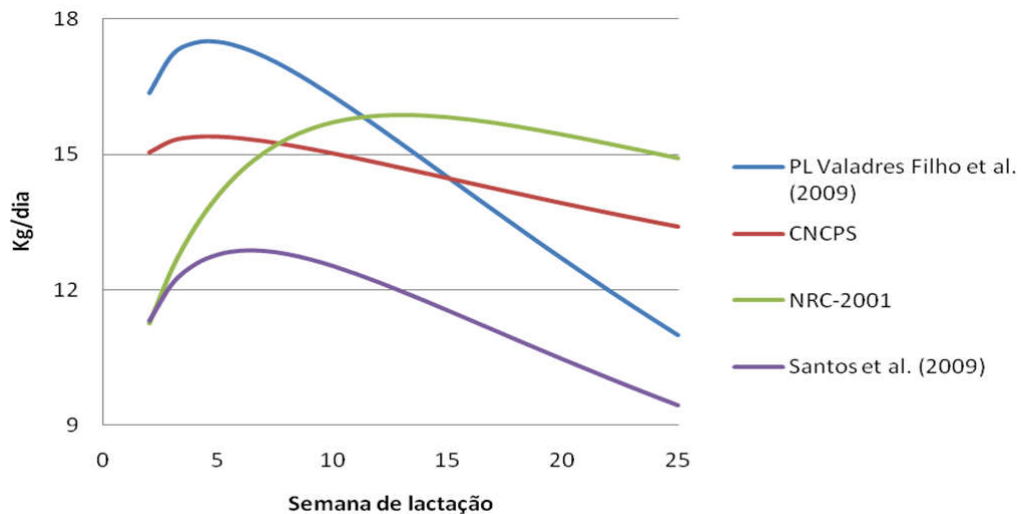


Figura 17 - Simulação da previsão de CMS (kg/dia) estimados pelos modelos CNCPS, NRC-2001 e Santos et al. (2003), além da produção de leite (kg/dia) estimada por Valadares Filho et al. (2009) em função da semana de lactação. OBS.: Vaca com peso corporal de 550 kg.

## 9.2. Suplementação concentrada

A resposta da suplementação de vacas leiteiras a concentrados depende do potencial de produção do animal e da qualidade da forragem utilizada.

Embora os benefícios da suplementação concentrada sejam bem conhecidos, no Brasil, uma parte dos sistemas de produção de leite a pasto não adota essa prática como rotina, ficando a suplementação restrita à períodos de bom preço do leite ou baixo custo do concentrado.

A prática mais comum adotada por produtores de leite em pastagens é a suplementação de 1 kg de concentrado para cada 3 kg de leite produzido pela vaca. Essa prática surgiu de recomendações da Embrapa Gado de Leite, em sistemas de produção de leite a pasto sob pastagens de capim elefante, e se tornou comum em todo país. No entanto, deve-se ressaltar que essa prática deve ser utilizada com cautela, pois dependendo do potencial produtivo da forrageira, pode-se utilizar uma menor ou maior quantidade de concentrado. Normalmente, as vacas confinadas na Região Sul, por exemplo, recebem uma quantidade menor de concentrado, pois as forrageiras são de excelente qualidade. Por outro lado, regiões onde o uso da cana-de-açúcar é maior, o uso de uma quantidade maior de concentrado se faz necessário. Dessa forma, deve-se avaliar a forrageira utilizada e realizar os cálculos de exigência para que a dieta possa atender o animal de forma a termos uma produção sustentável.

Existem poucas pesquisas no Brasil para avaliar as respostas produtivas de bovinos de leite à suplementação com concentrado. De acordo com Vilela et al. (1980) e Deresz e Matos (1996), a resposta à utilização de concentrados na suplementação de vacas leiteiras em pastagem varia de 0,50 a 0,90 kg de leite/kg de concentrado no período de chuva e de 0,80 a 0,95 no período de seca.

A participação do concentrado na dieta de vacas em lactação assume maior ou menor importância de acordo com o potencial de produção de leite do animal e do estágio da lactação. Cowan (1996) afirma que o limite de produção de leite de vacas em pastagens tropicais sem recorrer ao uso de concentrados não excede a 4.500 kg/lactação, e tem a qualidade e disponibilidade do pasto como determinantes desse limite.

A maioria das pesquisas realizadas com o objetivo de avaliar a resposta na produção de leite à suplementação com concentrados durante a lactação são trabalhos de curta duração, e algumas vezes ensaios rotativos. Neste caso, só é avaliada a resposta imediata. Porém, no gado leiteiro uma interpretação desse tipo não é suficiente, pois a vaca em lactação leva várias semanas para se adaptar completamente a uma mudança de alimentação. Além disso, o efeito da alimentação pode ter implicações durante toda a lactação e em lactações subsequentes (Broster, 1976), além de fortes efeitos nos índices reprodutivos dos animais.

A provável melhoria das respostas à suplementação ao longo do tempo está relacionada ao mérito genético da vaca. Segundo Semmelman (2007), o principal fator que determina uma diminuição da taxa de substituição (kg de forragem

consumida a menos por kg de concentrado consumido a mais) e, conseqüentemente, uma melhoria na eficiência de suplementação é o aumento da exigência energética, que se eleva com a melhoria do mérito genético. Desta forma, é fundamental que se quantifique a partir de que ponto se torna desvantajoso o fornecimento de alimentos concentrados nos diferentes tipos de pastagem quando pastejadas por vacas de elevado potencial de produção.

A magnitude de resposta, em termos de produção de leite, ao uso de concentrados depende entre outros fatores do nível de oferta de forragem. Cowan et al. (1996) trabalhando com alta taxa de lotação (4 vacas/ha) em pastagens tropicais, constataram que uma resposta consistentemente alta (1,03 kg leite/kg concentrado) foi obtida com o uso de 0 a 6 kg/vaca/dia de concentrado. Quando foi oferecido um nível ad libitum de pastagem, Davison et al. (1991) encontraram uma baixa resposta à suplementação com concentrados (0,2 kg/kg). Sob condição de pastejo, geralmente ocorre substituição de parte do consumo de forragem pelo consumo do concentrado. Este efeito é proporcional à oferta de pasto (Stockdale e Trigg, 1985) e ao nível de suplementação (Faverdin et al., 1991). McLachlan et al. (1994) encontraram uma taxa de substituição de 0,43 (kg de MS de forragem/kg de MS de concentrado) com o fornecimento de 4 kg de concentrado/dia e 0,7 para o fornecimento de 8 kg/dia de concentrado. Os autores observaram ainda que o fornecimento de concentrado duas vezes por dia provocou uma taxa de substituição de 0,55, enquanto a distribuição uma vez por dia elevou a mesma para 0,71.

### **9.2.1 Níveis de suplementação**

Os níveis de suplementação estão relacionados com a eficiência de pastejo, oferta de forragem por vaca/dia, consumo realizado, taxa de substituição e quantidade do concentrado (Peyraud, 2001).

McLachlan et al. (1994) estudaram níveis de suplementação com concentrado contendo 15% de PB para 40 vacas Holandêsas em pastagens tropicais. Foram fornecidos 0, 2, 4, 6 e 8 kg de concentrado/vaca/dia, distribuídos uma ou duas vezes ao dia. O período experimental foi de 250 dias para as vacas alimentadas uma vez ao dia e de 150 dias para aquelas alimentadas duas vezes ao dia. Em 250 dias de lactação a produção de leite de vacas suplementadas uma vez ao dia aumentou de 12,8 kg/dia sem suplemento para 20 kg/dia quando foi incluído 8 kg/dia de

concentrado, ou seja, 1,11 kg de concentrado por litro de leite produzido. A produção total de leite aumentou de 3.046 kg para 4.465 kg, para os níveis de 0 a 8 kg/vaca/dia de concentrado, respectivamente. A produção de leite aumentou linearmente ( $P < 0,01$ ) com o aumento do nível de concentrado. Entretanto, a produção de leite corrigida a 4% de gordura aumentou até o nível de 4 kg de concentrado, não havendo aumento significativo com níveis maiores de concentrado, indicando que a produção de leite dos animais pode ter sido limitada pelo mérito genético dos animais, mascarando alguns resultados.

A maioria dos trabalhos presentes na literatura subestima o verdadeiro potencial de produtividade do pasto, pois o manejo é realizado de maneira incorreta. Isso ocorre por diversas razões, entre elas pelo fato de muitas vezes utilizarem animais de baixo potencial genético ou fornecerem baixo níveis de concentrado, não atentando para o correto balanceamento dos nutrientes da dieta. Resultados práticos indicam que não é raro encontrar animais produzindo mais de 25 kg em sistemas a pasto bem manejado, com utilização de níveis de concentrado semelhantes àqueles aplicados em sistemas de confinamento. Portanto, a suplementação concentrada de animais em pastejo deve focar sempre no bom manejo do pasto e no atendimento das exigências nutricionais dos animais.

### **9.3. Efeitos**

Não restam dúvidas da necessidade de suplementar as vacas durante o ano todo, uma vez que a forragem não é capaz de fornecer energia nem proteína suficientes para vaca produzir leite e manter suas funções reprodutivas. No entanto, a associação pasto mais suplemento pode causar diferentes efeitos no consumo animal, sendo os principais: aditivo, associativo e substitutivo, além dos desdobramentos desses efeitos.

O efeito de substituição ocorre quando o animal mantém o consumo total de MS, substituindo parte do consumo de forragem por concentrado (Figura 18). Esse efeito somente irá ocorrer quando houver erro no balanceamento dos nutrientes da dieta. Por exemplo, se um animal está consumindo pasto manejado corretamente, com teores normais de proteína (em torno de 10% de PB) e se fornece suplemento apenas energético (com proteína apenas oriunda da fonte energética), ocorrerá o

efeito de substituição do pasto pelo concentrado, sem aumento do consumo total, pois o ambiente ruminal estará deficitário em proteína e não energia.

Esse efeito é comumente encontrado em novilhas que recebem apenas suplementação energética durante a fase de desenvolvimento, como consequência desse efeito a novilha fica com porte menor, mais baixa e com menor desenvolvimento muscular e ósseo do que outras que foram suplementadas com proteínas, por exemplo. Essa novilha está com excesso de energia na dieta e falta de proteína, o que pode deixá-la com o escore bom, porém com desenvolvimento atrasado, o que acarretará em pior idade ao primeiro parto.

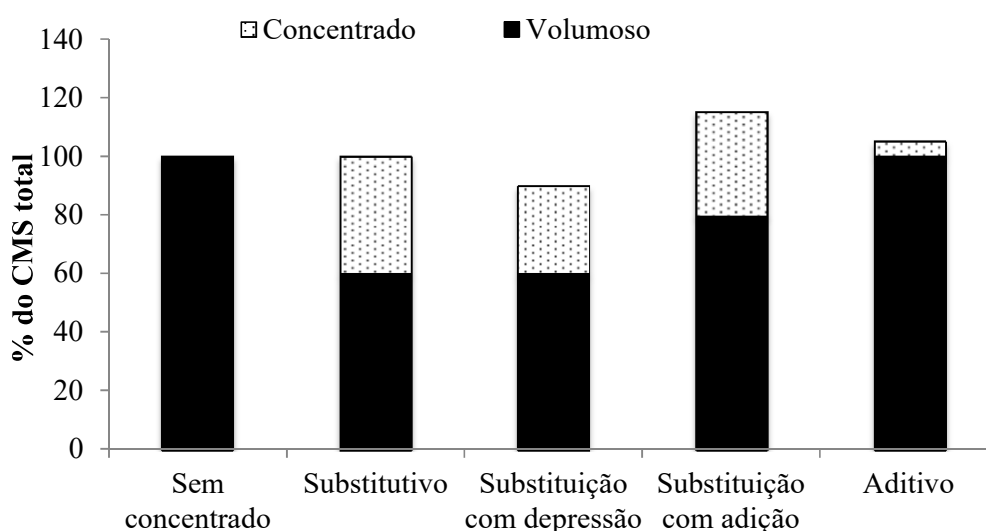


Figura 18 - Efeitos do consumo de concentrado sob o consumo de matéria seca total.

O efeito de substituição com depressão do consumo somente ocorre quando há algum erro de manejo, pois nele há redução do consumo total de MS. Uma ocasião que isso poderia acontecer seria quando há fornecimento de grande quantidade de concentrado, sem fracionar seu fornecimento ou quando não é bem misturado a forragem, isso pode causar acentuada queda de pH ruminal, levando o animal a entrar em acidose e, conseqüentemente, uma depressão no seu consumo total.

O efeito de substituição de parte do consumo de pasto por concentrado, porém com aumento do consumo total é o efeito mais comum em vacas em lactação (Figura 18). Isso porque vacas em sistemas de pastejo estão, na maioria das vezes, no seu limite de consumo, uma vez que em pastos bem manejados o que limita o

consumo da vaca é a sua capacidade de pastejo. Assim, ao receber concentrado, a vaca precisará substituir parte do seu consumo de pasto por concentrado, o que causará a substituição. O concentrado aumenta a taxa de passagem e melhora o ambiente ruminal, gerando aumento no consumo total. A substituição de parte do consumo de pasto por suplemento não causa problemas na produção da vaca, pois ao fazer isso ela aumenta o aporte de nutrientes e, possivelmente, a produção de leite. Além disso, ao diminuir o consumo de pasto, há possibilidade de se aumentar a taxa de lotação da área, fazendo com que se possa trabalhar com maior número de animais por área, intensificando ainda mais o uso da área. Nesse caso, há um aumento de produtividade por área e por animal, explorando ao máximo o potencial do uso da terra.

O efeito associativo com estímulo ocorre quando o animal recebe concentrado e aumenta o consumo total de MS, devido a melhoria do ambiente ruminal e ao consumo de concentrado em si. Esse efeito dificilmente acontecerá com vacas que são minimamente alimentadas, sendo mais comum esse efeito em novilhas que estão pastejando pastos de baixa qualidade, normalmente na época seca do ano. Isso porque quando a forragem disponível é de muito baixa qualidade, ela não fornece energia nem proteína suficientes para os microrganismos ruminais crescerem e degradarem a fibra dietética. Assim, o funcionamento do rúmen e a digestão da fibra são prejudicados e o dificulta ainda mais o aproveitamento da forragem ingerida. Ao suplementar esse animal que está em déficit, os microrganismos ruminais voltam a crescer em taxas normais, o que aumenta o consumo total de MS e melhora o desempenho.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a adoção de manejo estratégico das pastagens é possível elevar consideravelmente a sua produtividade e manter a sustentabilidade do sistema de produção. O uso de adubação implica no refinamento maior desse manejo, a fim de aumentar a eficiência do sistema.

Na condução de qualquer sistema deve ser respeitada a variação na taxa de crescimento da forrageira, adequando a taxa de lotação ao acúmulo de forragem promovido por esse crescimento. A definição das variáveis de manejo mencionadas deve ter uma certa flexibilidade para ser ajustado de acordo com as peculiaridades de

cada forrageira, condições edafoclimáticas da região e intensidade do sistema de produção.

O mesmo raciocínio deve ser empregado na elaboração e fornecimento de concentrado para vacas em pastejo. Assim, como diferentes gramíneas possuem diferentes composições bromatológicas e, além disso, a composição varia ao longo das estações do ano, a quantidade de concentrado assim como o teor de seus nutrientes, devem ser também alterados conforme as estações do ano e a espécie de gramínea utilizada.

Neste contexto, todo esforço deve ser feito para produção e uso de volumosos (em abundância e de boa qualidade), notadamente relacionados a pastagens, o que poderá reduzir excessivas despesas com rações concentradas e mão de obra.

## 11. REFERÊNCIAS

ALLDEN, W.G., WHITTAKER, I.A.M. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agric. Res.*, 21: 755-766, 1970

AGUIAR, E.M.; MEDEIROS, H.R.; RANGEL, A.H.N. Produção de leite a pasto. In: BRITO, A.S.; NOBRE, F.V.; FONSECA, J.R.R. (org.) *Bovinocultura leiteira: informações técnicas e de gestão*. Natal: SEBRAE/RN, 2009.

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ V., MARTINS, C.E.; SOUZA, D.P.H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

BATISTEL, F.; SOUZA, J.; TICIANI, E.; BALDIN, M.; DRESCH, R.; FERNANDES, D.; OLIVEIRA, D. E. Diferentes ofertas de forragem e a produção de leite em vacas mestiças Holandês x Gir. *Ciência Rural* v. 42. P 870-874. 2012.

BENEDETTI, E.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. S. Consumo de alimentos e produção de leite de vacas mestiças mantidas em diferentes pastagens tropicais. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 3, p. 578-589. 2008.

BENEDETTI, E. Sistema de produção de gado de leite a pasto. In: *Curso de Pós-graduação lato sensu em Manejo da Pastagem, Módulo 15*: Uberaba: FAZU, 2004, 104p.

BARBOSA, R. A; NASCIMENTO, D. JR.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES, R. A. A. JR. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BARBOSA R. A.; ROSA P. R.; LIMA G. O. (2010) Capim-massai manejado em diferentes combinações de intensidade e frequência de corte. Disponível em: <www.sbz.org.br>. Acessado em: 16 de agosto de 2017.

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). Calagem e Adubação de Pastagens. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e Fósforo, 1986. p. 383-419.

BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Crescimento de folhas e hastes durante a rebrotação de *Brachiaria decumbens* sob efeito de intensidade e frequência de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

BRANDÃO, V.L.N. Produção e valor nutritivo de forrageiras do gênero *Brachiaria* submetidas a frequências de pastejo fixa ou variável. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. 59 p. 2015.

BROSTER, W.H. Plane of nutrition of the dairy cow. In: SWAN, H.; BROSTER, W.H. Principles of cattle production. London: Butterworths, 1976. P.271-285

CANTARUTTI, R. B.; FONSECA, D. M.; SANTOS, H. Q., et al. Adubação de pastagens- uma análise crítica. In: OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M., et al. (Ed). Simpósio sobre o manejo estratégico da pastagem - SIMFOR.ed. Viçosa-MG: Suprema Gráfica e Editora - LTDA, 2002. 43-84

CANTARUTTI, R. B.; NOVAIS, R. F.; SANTOS, H. Q. Calagem e adubação fosfatada de pastagens - mitos e verdades. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M., et al. (Ed). II Simpósio sobre o manejo estratégico da pastagem - II SIMFOR.ed. Viçosa-MG: Suprema Gráfica e Editora LTDA, 2004. 1-24

CANTO, M. W.; HOESCHL, A. R.; BONA FILHO, A.; MORAES, A.; GASPARINO, E. Características do pasto e eficiência agrônômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.4, p.682-688, abr, 2013.

CANTO, M.W. Dinâmica de crescimento e produção animal em capim Tanzânia adubado com doses de nitrogênio. 2003. 194f. Tese (Doutorado em Agronomia) Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, PR.

CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, v. 40, p. 165 - 176, 2006.

CARVALHO G.G.P., GARCIA R., PIRES A.J.V., PEREIRA O.G., FERNANDES F.E.P., CARVALHO B.M.A. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol.60 no.1, 2008.

CLIPES, R.C.; SILVA, J.F.C.; DETMANN, E.; VÁSQUEZ, H.M. Composição químico-bromatológica da forragem durante o período de ocupação em pastagens de

capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e capim-mombaça (*Panicum maximum*, Jacq) sob manejo rotacionados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.868-876, 2006.

CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). *Pastagens: fundamentos da exploração racional*. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. P.121-153.

CORSI, M. Espécies forrageiras para pastagens. In: *Simpósio sobre o manejo de pastagens*, 3. Piracicaba, 1976. *Anais...* Piracicaba, SP: ESALQ, USP, 1976. P. 5-36.

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M. Efeito de diferentes períodos de ocupação da pastagem de capim elefante sobre a produção de leite. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.5, p.861-866, 1999.

COULON, J. B.; PRADEL, P.; COCHARD, T.; POUTREL, B. Effect of extreme walking conditions for dairy cows on milk yield, chemical composition, and somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.994-1003, 1998.

COWAN, R. T. Milk production from grazing systems in northern Australia. In: *SIMPÓSIO INTERNACIONAL O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL*, 1995, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996. p. 41-54.

DANES, M. A. C.; CHAGAS, L. J.; PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. *Journal of Dairy Science*, v.96. p 407-419. 2013.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 44., 2007, Lavras. *Anais...* Lavras: SBZ, 2007. p.121-138

DAVISON, T. M.; WILLIAM, D.; ORR, W.N.; LISLE, A. T. Responses in milk yield from feeding grain and meat-and-bone meal to cows grazing tropical pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Melbourne. v. 31, p.159-163, 1991.

DERESZ, F.; MATOS, L.L. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês Zebu. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 33., 1996, Fortaleza. *Anais...* Sociedade Brasileira de Zootecnia, n.1, 1996. p.166-168.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, C.B.; SOUZA, M.A.; LAZZARINI, I.; DETMANN, K.S.C. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. *Livestock Science*, v.126, p.136-146, 2009.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; HUHTANEN, P. Nutritional aspects applied to grazing cattle in tropics: a review based on Brazilian results. *Semina Ciências Agrárias*, v.35, p.2829-2854, 2014.

D'HOOR, P.; HAUWUY, A.; COULON, J. B., et al. Walking and dairy cattle performance. *Annales de Zootechnie*, v.43, n.4, p.369-378, 1994.

DIAS-FILHO, M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 2. ed. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

DORE, R. T. Comparing bermudagrass and bahiagrass cultivars at diferente stages of harvest for dry matter yield and nutriente contente. 79 p. Dissertation (Master of Science) – Louisiana State University, Louisiana, 2006.

FAGUNDES, J.L; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO, D. JR.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliada nas quatro estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35 ,n.1 , p.25-294, 2006.

FAVERDIN, P.; DULPHY, J.P.; COULON, J.B. ; VÉRITÉ, R. ; GAREL, J. P. ; ROUEL, J. ; MARQUIS, B. Substitution of roughage by concentrate for dairy cows. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v.27, p.137-156, 1991.

FONSECA, D. M.; SALGADO, L. T.; QUEIROZ, D. S.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; BONJOUR, S. C. M. Produção de Leite em Pastagem de Capim-Elefante sob Diferentes Períodos de Ocupação dos Piquetes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.5, p.848-856, 1998.

FONSECA, D.M; MARTUSCELOLO, J.A. Plantas Forrageiras.Viçosa, Editora UFV, 2010. 537p.

FORBES, J. M. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. Oxford, UK:CABI, 1995. p.

FOX, D. G.; BARRY, M. C.; PITT, R. E.; ROSELER, D. K.; STONE, W. C. Application of the Cornell net carbohydrate and protein model for cattle consuming forage. *Journal of Animal Science*, v.73, p.267-277, 1995.

FUKUMOTO N. M., DAMASCENO J. C., DERESZ F., MARTINS C. E., CÓSER A. C., SANTOS G. T. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.7, p.1548-1557, 2010.

GOMIDE, J.A.; WENDLING, I.J.; BRAS, S.P.; QUADROS, H. B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejadas sob duas ofertas diárias de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.

HACK, E. C.; FILHO, A. B.; MORAES, A.; CARVALHO,, C. F.; MARTINICHEN, D.; PEREIRA, T. N. Características estruturais e produção de leite em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetidos a diferentes alturas de pastejo. *Ciência Rural* vol.37, 2007.

JANK, L.; MARTUSCELO, J.A.; EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. Plantas forrageiras. Editores FONSECA, D.M.; MARTUSCELO, J.A. Viçosa: Editora UFV, 2010, cap. 5, pp 166-196.

KOLVER, E. S.; MULLER, L. D.; BARRY, M. C.; PENNO, J. W. Evaluation and application of the Cornell Net Carbohydrate and protein system for dairy cows fed diets based on pasture. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2029-2039, 1998.

LUGÃO, S M B. Produção de forragem e desempenho animal em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998) adubadas com nitrogênio na Região Noroeste do Paraná. Jaboticabal, 2001. 151 f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Produção Animal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista.

MARSCHNER, H.; KIRKBY, E.A.; ENGELS, C. Importance of cycling and recycling of mineral nutrients within plants for growth and development. *Plant Biology*, 110: 256-273, 1997.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO, D. JR.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MATHEWS, B.W.; MIYASAKA, S. C. Mineral nutrition of C4 forage grasses. In: MOSER, L.E. et al. Warm-Season (C4) Grasses. Madison: American society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2004. Cap.7, p.217-265.

McLACHLAN, B.P.; EHRLICH, W.K.; COWAN, T.R.; DAVISON, T. M.; SILVER, B. A.; ORR, W. N. Effect of level of concentrate fed once or twice daily on the milk production of cows grazing tropical pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.34, n.3, p.301-306, 1994.

MEDEIROS, S. R.; OLIVEIRA, D. E.; AROEIRA, L. J. M.; MCGUIRE, M. A.; BAUMAN, D. E.; LANNA, D. P. D. Effects of dietary supplementation of rumen-protected conjugated linoleic acid to grazing cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.93, p.1126-1137, 2010.

MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press. 483p.

MOREIRA, L.M.; MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; RIBEIRO, J. I. JR. Perfilhamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.9, p.1675-1684, 2009.

MOTT, G.O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., Reading, 1960. British Grassland Association, 1960. p.606-611.

NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 362p.

- OLIVEIRA, P.P.A. Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros em sistemas de pastejo rotacionado. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006, 4p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico nº 65).
- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLETT, B.; STILES, W. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. *Journal of Applied Ecology*, v.20, p.127-139. 1983.
- PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; DA SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.2, p.281-287, fev. 2007.
- PEREIRA, R. C.; RIBEIRO, K. G.; ODILON, G. P.; RIGUEIRA, J. P. S.; SILVA, J. L.; SANTOS, J. M. Composição químico-bromatológica em cultivares de *Brachiaria*. II Simpósio Internacional Savanas Tropicais e IX Simpósio Nacional Cerrado. ParlaMundi, Brasília, DF. 2008.
- PEYRAUD, J.L. Complementary supplementation of grazing dairy cows. [http://www.rhhall.ie/print/Issue2\\_2001.html](http://www.rhhall.ie/print/Issue2_2001.html), 2001
- PHILLIPS CJC, JD LEAVER. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 2. Offering grass silage in early and late season. *Grass Forage Sci* 40, 193-199, 1985.
- PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. *Scientia Agricola*, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
- PREZOTTI, L.C.; DEFELIPO, B.V.; ALVARES, V.; V.H et al. 1988. Nível crítico de potássio no solo para produção de mudas de eucalipto. *Revista Brasileira do solo*, 12 (1): 65-70.
- RANDUZ, E. A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de equinos. 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- RAO, I.M. Adapting tropical forages to low-fertility soils. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001 São Pedro, Brasil. Proceedings... São Pedro, Brasil, 2001. (Theme 6-2; CD-ROM)
- SANTOS, S.A.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; RUAS, J. R. M.; PRADOS, L. F.; MARIZ, L. D. S. Feed intake, milk production and weight change curves for lactating F1 crossbred Holstein x Zebu cows under grazing conditions. *Journal of Animal Scienc*, 2011.
- SEMMELMAN, C.E.N. Suplementação nutricional em sistemas de produção de leite a pasto. 2007, 142p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.
- SILVEIRA, M.C.T. Estrutura do dossel, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo. 2010. 134 p.

Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2010.

SILVEIRA, M.L. et al. Response of Coastal Bermudagrass yield and nutrient uptake efficiency to nitrogen sources. *Agronomy Journal*, v.99, p.707-714, 2007.

SOLLENBERGER, L. E.; VANZANT, E. Grazing management under subtropical conditions. In: PEREIRA, O. G. et al. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5., Viçosa, 2010. Viçosa: UFV, 2010. p. 41-68.

SOUZA, A.C.B.; CAMPOS, T.; SFORÇA, D.A. et al. Microsatellite markers in *Panicum maximum* Jacq. (Poaceae): a study for the genetic diversity, germplasm conservation and breeding. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS, 2009, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2009.

SOUZA, B.M.L. Morfogênese e características estruturais dos capins andropógon e xaraés submetidos a três alturas de corte. 2009. 132p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) – UFV, Viçosa – MG, 2009.

SOUZA, B. M. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MONTEIRO, H. C. F.; DA SILVA S. C.; VILELA H. H.; SILVEIRA M. C. T.; RODRIGUES, C. S.; SBRISSIA, A. F. Dynamics of forage accumulation in Elephant grass subjected to rotational grazing intensities. *R. Bras. Zootec.*, v.42, n.9, p.629-638, 2013.

STOCKDALE, C.R.; TRIGG, T.E. Effect of pasture allowance and level of concentrate feeding on the productivity of dairy cows in late lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.25, n.4, p.739-744, 1985.

TEIXEIRA, R. M. A.; OLIVEIRA, A. S. Manejo de vacas leiteiras em pastejo. In: Peixoto, J. C. P. M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M. (Org.). Manejo e administração na bovinocultura leiteira. Suprema Gráfica e Editora, Viçosa – MG, 2009.

TRINDADE, J. K.; SILVA, S. C.; SOUZA, S. J. JR.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C. V.; GUARDA, V. D. A.; CARVALHO, P. C. F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capimmarandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, Distrito Federal, v. 42, n. 6, p. 883- 890, 2007.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA, V. R. JR.; CAPELLE, E. R. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em 15 de Agosto de 2017.

VALADARES FILHO, S.C.; SANTOS, S. A.; RUAS, J. R. M., et al. Diferentes modelos matemáticos no estudo de curvas de lactação de Vacas F1 Holandês-Zebu. In: 46ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá-PR. Anais... Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17. Piracicaba, 2000. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2000, p.21-64.

VELASCO, F. O. Valor nutricional da *Brachiaria decumbens* em três idades. Tese apresentada ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia. p. 56. 2011.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; MACÊDO, G. A. R.; CANTARUTTI, R. B.; MASCARENHAS, M. H. T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.7, p.1497-1503, 2011.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15., 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998, p.23-83.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; LOPES, R.S. et al. Efeito da suplementação concentrada sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite, por vacas em pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.9, n.2, p.214-232, 1980.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; PIRES, M.F.A.; CÓSER, A.C.; CAMPOS, O.F. de; LIZIEIRE, R.S.; RESENDE, J.C.; ASSIS, A.G. Comparação entre o sistema de pastejo em coast-cross (*Cynodon dactylon*, L.) e o sistema de confinamento para vacas de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro,. Anais...1993. Rio de Janeiro. 1993.

VILELA, D.; ALVIM, M. J. Produção de leite em pastagem de *Cynodon dactylon* (L.) Pres, cv. Coast-cross. Em: Workshop sobre o Potencial Forrageiro do Gênero *Cynodon*. Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora. EMBRAPA-CNPGL. P. 77-91, 1996.

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; CLARINDO, R. L.; PENATI, M. A.; IMAIZUMI, H. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010.

ZANINI, G. D; SANTOS, G. T.; SBRISIA, A. F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: morphogenetic and structural characteristics. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 8, p. 1848- 1857, 2012.

ZÜGE, R.M.; OLIVEIRA, G.J.S; LUZ, G.M.S.; OLIVEIRA, S. M. M.; MARTINEZ, A. Avaliação da conformidade nas cadeias produtivas. Sistema de Qualidade nas Cadeias Agroindustriais. São Paulo: Abag, v. 01, p. 75-106, 2007.