

**ANDRÉ CALDATO**

**CONSTRUÇÃO DE COMPOST BARN: TRADICIONAL X TÚNEL DE VENTO E NUTRIÇÃO E  
MANEJO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Polyana Pizzi Rotta

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2019**

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

T

Caldato, André, 1986-

C145c  
2019

Construção de Compost Barn : tradicional x túnel de vento e nutrição e manejo de vacas leiteiras no período de transição / André Caldato. – Viçosa, MG, 2019.

87f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Polyana Pizzi Rotta.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Bovinos de leite - Criação. 2. Confinamento.  
3. Temperatura - Efeito fisiológico. 4. Ventilação. 5. Bovinos de leite - Nutrição. 6. Bovinos de leite - Instalações. 7. Bovinos de leite - Fatores climáticos. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

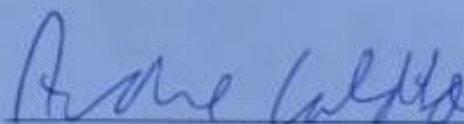
CDD 22. ed. 636.2142

**ANDRÉ CALDATO**

**CONSTRUÇÃO DE COMPOST BARN: TRADICIONAL X TÚNEL DE VENTO E  
NUTRIÇÃO E MANEJO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de agosto de 2019.



---

André Caldato  
Autor



---

Polyana Pizzi Rotta  
Orientador

Dedico,

Aos meus pais Algacir Jorge Caldato e Marinez Bissotto Caldato, por todas as lutas e batalhas que travaram para que eu conseguisse estudar. Por todas as horas de conversa e conselhos para me mostrar que a honra de um homem não tem valor que compre e que com humildade e simplicidade podemos ir longe. E como dizia minha mãe, vamos apostar tudo o que temos no André que as coisas vão mudar! Vocês sempre serão meus exemplos, tenho orgulho em ser filho de vocês. Muito obrigado por existirem!

A minha esposa, Emília Mara Rabelo Caldato, minha companheira, amiga, conselheira, cúmplice, enfim, não há palavras para descrever a garra dessa mulher, tenho certeza absoluta, que não seria possível concluir essa etapa sem você. Pois nos momentos em que bate o cansaço das noites mal dormidas pensando e trabalhando pelas mimosas, você dá um gás a mais e conseguimos concluir as tarefas. Enfim, TE AMO! Muito obrigado por existir!

A minha irmã Andressa, cunhado Paulo e sobrinho Vicente, por sempre apoiarem e estarem perto nos momentos bons e ruins, obrigado por tudo, sou muito grato a vocês. Muito obrigado!

Aos avós paternos já falecidos João Laurindo Caldato e Maria Menegaz Caldato e avô materno Vitorio Bissotto, represento vocês através da nona Margarida Beduschi, minha segunda mãe, como você mesmo diz sou seu filho. Devo muito a vocês por terem dado a luz aos meus pais e por terem me dado um bem maior do mundo, me ensinaram a trabalhar e ser honesto, e isso dinheiro algum compra. Muito obrigado!

A todas as vaquinhas que pude prestar algum serviço nessa vida, seja clínica, reprodução, nutrição e por último os projetos de suas instalações, elas me fazem pensar cada dia mais, pois como não falam me obrigo a entendê-las!

## **AGRADECIMENTOS**

A equipe da Laore, Alini, Emília, Paulo, Matheus, Algacir, Marinês, Andressa e o futuro veterinário Vicente, que já quer tirar ‘terneirinho’ das vaquinhas aos 2 anos de idade. A Alini muito obrigado por ser o tendão de sustentação da equipe e desculpe quando em dias difíceis enchemos muito seu saco, obrigado por tudo! Paulo o irmão que a vida me deu, obrigado por todo apoio, companheirismo e ética em seu trabalho. Muito obrigado, vocês são demais, tenho muito orgulho em poder trabalhar com vocês.

Ao tio Zigo, Tia Gelsi e Felipe, que sempre acreditaram em mim e deram força desde o início, foi no convívio com vocês que me apaixonei pelas mimosas. Muito obrigado!

Equipe Inovamilk, Edson (Marelo), Valério, que quando tivemos a ideia em construir o túnel de vento em Compost Barn juntamente com o Valério, todos nos chamavam de loucos, mas graças a força e determinação, estamos conseguindo provar que sem loucos o mundo perde a graça. Não quero ter negócios com vocês no futuro, pois creio que nossa amizade seja muito mais importante que negócios. Muito obrigado sem a Inovamilk, não existiria parte desta tese e nem o SIMLEITE em minha história!

Aos meus amigos de infância e juventude, enfim de toda vida, Edson Basseggio e Rodrigo Roncaglio, muito obrigado por poder contar com a amizade de vocês!

A todos os produtores da Consultoria Laore, que abriram suas portas para que pudéssemos desenvolver nosso trabalho, represento vocês através da Granja FL, onde tudo começou, muito obrigado Laís e Fábio!

A Granja Milani, Granja Bissotto, e Tambo azul, pois acreditaram em um projeto que não existia no mundo, mas nos apoiaram desde que tivemos a ideia, e o melhor abriram as portas para que o novo fosse testado. O mundo precisa de pessoas inovadoras como vocês, não tenho palavras para descrever o quanto sou grato, muito Obrigado!

A Universidade Federal de Viçosa, em especial o Departamento de Zootecnia por todas as oportunidades oferecidas e pela excelência no ensino. Muito obrigado! Em especial ao professor Marcos Inácio Marcondes e a professora Poliana Pizzi Rotta, por toda paciência, humildade e companheirismo que tiveram nesse tempo que passamos juntos, pois, pra mim foi muito difícil acompanhar profissionais tão excelentes, mas como vocês são fantásticos, souberam relevar minhas fraquezas. Pode ter acabado o mestrado, mas jamais acabará nossa amizade, as portas de minha casa sempre estarão abertas para receber vocês, e espero que possamos realizar vários trabalhos juntos. Marcos tomar um chopp por conta do Mark não tem preço! Muito obrigado!

## RESUMO

CALDATO, André, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2019. **Construção de Compost Barn: tradicional x túnel de vento e Nutrição e manejo de vacas leiteiras no período de transição.** Orientadora: Polyana Pizzi Rotta.

Os confinamentos de vacas leiteiras vêm ganhando espaço no Brasil, com o intuito de alcançar maiores produtividades. Desse modo, os dois sistemas mais comumente utilizados são o Free Stall e o Compost Barn. Nos EUA o Compost Barn ganhou espaço por ser uma alternativa de confinamento que proporciona maior conforto aos animais alojados, reduzindo problemas de casco e lesões de jarrete, comuns no Free Stall. Já existe literatura que indica os principais aspectos que devem ser observados em um projeto de Compost Barn. Estes envolvem principalmente o espaçamento de cama por animal (mínimo 15 m<sup>2</sup>), espaçamento de bebedouro por animal (mínimo 90 cm a cada 15 vacas) e espaçamento de comedouro (mínimo 80 cm por animal). Vacas leiteiras de alta produção tendem a produzir maior calor metabólico e são mais susceptíveis ao estresse térmico, o que irá impactar fortemente na produção, reprodução e saúde. Para atenuar o estresse térmico, os sistemas de ventilação disponíveis são: natural; por ventiladores; e ventiladores com aspersores. No entanto, em Free Stall existem também outros dois sistemas de resfriamento que são os galpões de ventilação cruzada e túnel de vento. Recentemente, o sistema de túnel de vento foi adequado para o Compost Barn, sendo o primeiro projeto desenvolvido em 2015 no Brasil, com intuito de maximizar o conforto animal em épocas de temperaturas elevadas. Os primeiros resultados de campo são satisfatórios, sendo observados principalmente aumentos de produtividade e redução de custos com medicamentos. Juntamente a um adequado conforto térmico é preciso ter atenção quanto ao manejo e nutrição dos animais lactantes. Portanto, grande importância deve ser dada ao período de transição da vaca leiteira, que é definido como as três últimas semanas de gestação e as três primeiras semanas de lactação. Durante o período de transição, o animal tem uma grande queda no consumo de matéria seca (CMS), associado a diversas alterações metabólicas e aumentos nos requisitos de energia e proteína nos últimos 60 dias de gestação. Ademais, no pós-parto imediato, a exigência para a produção de leite aumenta consideravelmente. Por este fato, o animal entra em um estado de balanço energético negativo (BEN), onde há um aumento significativo de produção juntamente com um baixo CMS. O escore de condição corporal (ECC) tem grande influência em doenças que poderão surgir no período de transição. Desse modo, é preciso avaliar o ECC pelo menos em 4 fases da vida da vaca leiteira, que são: secagem, ao parto, no pico de lactação e no momento da inseminação. Animais que secam com altos ECC têm maiores mobilizações de

ácidos graxos não esterificados (AGNE) e, conseqüentemente, maiores concentrações de betahidoxibutirato (BHBO) circulantes. Esses fatores afetam negativamente a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais. Além disso, animais com maior ECC tem maiores concentrações de leptina no sangue, que também está associada à redução no CMS, além de interferir no pico de hormônio luteinizante (LH) da primeira ovulação, reduzindo a fertilidade do mesmo. Como consequência dos desbalanço hormonal e BEN, algumas doenças são comuns nesta fase, como a cetose, deslocamento de abomaso e hipocalacemia. Estes distúrbios podem ser evitados com estratégias nutricionais voltadas para o período de transição, como dietas com baixo cálcio, dietas acidogênicas, uso de inonófos, precursores gliconeogênicos, niacina, lipídeos, metionina e colina. No entanto, essas estratégias devem ser combinadas com estratégias de manejo, tendo assim rebanhos mais saudáveis e produtivos.

Palavras-chave: Balanço energético negativo. Consumo de matéria seca. Escore de condição corporal. Estresse térmico. Free Stall. Secagem. Ventilação.

## ABSTRACT

CALDATO, André, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2019. **Compost Barn construction: traditional x wind tunnel and nutrition and management in the transition period for dairy cows.** Adviser: Polyana Pizzi Rotta.

The confinement of dairy cows is gaining ground in Brazil, aiming to achieve greater productivity. Thus, the two most commonly used systems are the Free Stall and the Compost Bedded Pack, also known as Compost Barn. In the US, the Compost Barn has gained ground as an alternative that provides greater animal comfort, reducing hoof problems and hock injuries common in Free Stall. There is already information in the literature to indicate the main aspects to be noted in a Compost Barn project. These aspects are mainly related to bed spacing per animal (minimum 15 m<sup>2</sup>), drinkers spacing per animal (minimum 90 cm per 15 cows) and feeder spacing (minimum 80 cm per animal). High productive dairy cows produce greater metabolic heat and are susceptible to heat stress, which will strongly impact production, reproduction and health. To alleviate the heat stress of animals, the ventilation systems available are: natural ventilation; ventilation by fans; and ventilation by fans plus sprinklers. However, in Free Stall there are also two newer cooling systems named cross ventilation and wind tunnels. Recently, the wind tunnel systems were adapted for Compost Barns, and the first project built in Brazil was in 2015, aiming to maximize animal comfort in periods of high temperatures. The first field results are satisfactory, with increases in animal productivity and reduction in costs with medicines. Along with adequate thermal comfort, attention must be paid to the management and nutrition of lactating animals. Therefore, great importance must be given to the transition period of a dairy cow, which is defined as the last three weeks of gestation and the first three weeks of lactation. During the transition period, the animal has a large drop in dry matter intake (DMI), associated with several metabolic changes and increases in energy and protein requirements in the last 60 days of gestation. Moreover, in the immediate postpartum period, the requirements for milk production increase considerably. Because of this fact, the animal enters a state called negative energy balance (NEB), where there is a significant increase in production along with a low DMI. The body condition score (BCS) has a great influence on diseases that may occur during the transition period, so it is necessary to evaluate the BCS in at least 4 phases of the dairy cow's productive life, which are: at dry off, at calving, at the peak of lactation and at the time of insemination. Animal drying with high BCS have greater non-esterified fatty acids (NEFA) mobilization and, consequently, higher blood concentrations of

beta-hydroxybutyrate (BHB). These factors are associated to low productive and reproductive efficiency. Additionally, over-conditioned animals have greater blood concentrations of leptin, which is associated with a reduction in DMI, and affects also the peak of the luteinizing hormone (LH), reducing fertility. As a consequence of the hormonal unbalance during NEB, some disorders are common during the NEB, such as ketosis, displacement of abomasum, and hypocalacemia. These metabolic disorders can be prevented with a good management during the transition period, such as using acidogenic diets, inonophones, gluconeogenic precursors, niacin, lipids, methionine and choline. However, these nutritional strategies should be combined with management strategies, so that complications at this stage are rare, thus leading to healthy and productive herds.

Keywords: Negative energy balance. Dry matter consumption. Body condition score. Thermal stress. Free Stall. Drying. Ventilation.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	Erro! Indicador não definido.
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>14</b>
<b>CONSTRUÇÃO DE COMPOST BARN: TRADICIONAL X TÚNEL DE VENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>14</b>
<b>COMPOST BARN CONSTRUCTION: TRADITIONAL X WIND TUNNEL .....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. ORIGEM DO <i>COMPOST BARN</i> NO MUNDO E NO BRASIL.....</b>	<b>16</b>
<b>3. ESTRUTURA <i>COMPOST BARN</i> CONVENCIONAL .....</b>	<b>18</b>
<b>4. SISTEMAS DE RESFRIAMENTO PARA VACAS LEITEIRAS .....</b>	<b>21</b>
<b>4. 1 Estresse térmico em vacas leiteiras e sistemas de resfriamento .....</b>	<b>21</b>
<b>4. 2 <i>Compost Barn</i> em túnel de vento .....</b>	<b>25</b>
<b>4. 3 Trocas de calor em sistemas fechados .....</b>	<b>26</b>
<b>4. 4 Funcionamento dos galpões de <i>Compost Barn</i> em atividade no Rio Grande do Sul .</b>	<b>28</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>33</b>
<b>NUTRIÇÃO E MANEJO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO</b>	<b>33</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>33</b>
<b>NUTRITION AND MANAGEMENT IN THE TRANSITION PERIOD .....</b>	<b>34</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>34</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>1.1. Período seco.....</b>	<b>36</b>
<b>1.2.Duração do período seco .....</b>	<b>37</b>
<b>1.3. Processo de secagem .....</b>	<b>37</b>
<b>2. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>2.1. Pré-parto .....</b>	<b>39</b>
<b>2.2. Pós-parto .....</b>	<b>40</b>
<b>3. COMPORTAMENTO INGESTIVO NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1. Consumo de matéria seca .....</b>	<b>41</b>
<b>4. BALANÇO ENERGÉTICO NEGATIVO .....</b>	<b>45</b>
<b>4.1. Escore de condição corporal.....</b>	<b>46</b>

4.1.1. Biologia e ECC .....	46
4.2. Ácidos graxos não esterificados (AGNE).....	49
4.3. Efeitos do BEN sobre a reprodução.....	52
4.4. Interação da Leptina no período de transição .....	54
4.4.1. Interação da Leptina na reprodução e imunidade da vaca .....	55
5. BALANÇO PROTEICO NEGATIVO (BPN) .....	57
5.1. Metabolismo das proteínas no período de transição .....	57
5.2. Mobilização de proteína muscular .....	58
6. DOENÇAS E DISTÚRBIOS METABÓLICOS ASSOCIADOS AO BEN.....	58
6.1. Cetose.....	59
6.2. Deslocamento de abomaso .....	60
6.3. Hipocalcemia clínica e subclínica.....	60
7. PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA EVITAR EIOU ATENUAR OS DISTÚRBIOS METABÓLICOS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO.....	61
7.1. Dietas deficientes em cálcio.....	61
7.2. Dietas acidogênicas .....	62
7.3. Ionóforos.....	64
7.4. Precursores gliconeogênicos .....	64
7.5. Niacina .....	65
7.6. Lipídios .....	66
7.7. Colina.....	67
7.8. Metionina.....	68
9. CONFORTO NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO .....	69
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
REFERÊNCIAS .....	73

## INTRODUÇÃO GERAL

Com o crescente aumento no número de confinamentos de vacas leiteiras um sistema que vem ganhando destaque é o Compost Barn. Este surgiu nos EUA em 1980 para solucionar problemas de casco e lesões de jarrete comuns no sistema de confinamento mais utilizado, o Free Stall. O Compost Barn trata-se de uma cama coletiva feita de material macio e uma pista de alimentação é concretada, onde estão localizados os bebedouros.

Como a maioria das raças especializadas para maiores produções de leite são de origem europeia, estas são mais sensíveis ao estresse térmico, situação comum no Brasil por ser um país de clima tropical. Desse modo, existem dois sistemas de resfriamento em confinamentos de Free Stall, que são a ventilação cruzada e o túnel de vento. De modo geral os dois sistemas são semelhantes, pois se usa placas evaporativas em uma extremidade e exaustores em outra, a diferença é basicamente o posicionamento e a quantidade desses, que irão alterar o sentido e velocidade do vento de um sistema para outro. Como em galpões de túnel de vento a velocidade do vento é maior, este foi pensado como uma alternativa para atenuar o estresse térmico em vacas leiteiras confinadas em Compost Barn.

O primeiro galpão de Compost Barn em túnel de vento surgiu no Brasil no ano de 2015 em Minas Gerais e em 2017 o primeiro da região sul foi instalado. O sistema embora novo vem apresentando bons resultados com relação a aumentos de produtividade e redução de gastos com medicamentos. Observações sobre o conforto térmico dos animais que habitam neste sistema necessitam serem mais bem investigados, visto que o ITU (índice de temperatura e umidade), largamente utilizado para avaliar o conforto térmico de vacas leiteiras, não considera a velocidade de vento como uma característica para promover a perda de calor, visto que neste sistema esta pode ser uma das principais formas de transferência de calor dos animais.

Portanto, como cada vez mais tem se buscado vacas leiteiras mais produtivas, é preciso se precaver em vários aspectos sobre as possíveis formas de perdas produtivas. Uma das situações que geram essas perdas são os efeitos do estresse térmico desses animais, visto que a alternativa de sistema de resfriamento citada acima pode ser uma solução que atenua esta perda. Além disso, doenças e desordens em vacas leiteiras em sua maioria estão concentradas no período de transição ou são consequências de distúrbios que ocorreram nesta fase, sendo então de suma importância dar atenção especial a esta fase.

É considerado período de transição as três últimas semanas antes do parto e as três primeiras semanas após o parto. Nesta fase ocorrem muitas mudanças fisiológicas, pois o

animal passa de gestante não lactante para não gestante lactante, em um curto período de tempo. Desse modo, existem várias estratégias de manejo e nutricionais que devem ser empregadas nesta fase a fim de atenuar e/ou evitar a ocorrência de doenças e distúrbios metabólicos nesta fase. Primeiramente, antes do período de transição existe o período seco, este deve ocorrer para que o animal tenha uma renovação celular da glândula mamária, de modo a se preparar para a próxima lactação. O tempo mínimo de duração do período seco deve ser de 45 dias, e em animais com altas produções devem ser empregadas estratégias de manejo para facilitar a redução da produção, como mudar o animal para um lote de baixa produção e suspender a aplicação de doses exógenas de bST 30 dias antes do parto.

No período de transição propriamente dito, ocorre uma grande queda no consumo de matéria seca (CMS), visto que nos últimos 60 dias antes do parto o animal tem um aumento considerável de requisitos de energia e proteína para o crescimento do concepto. Este baixo CMS continua no pós-parto e juntamente a este o animal tem aumentos crescentes na produtividade, gerando então uma situação de balanço energético negativo (BEN). Este BEN se entende até o animal alcançar o pico de CMS que ocorre geralmente entre 70 a 100 dias pós-parto.

Sendo assim, o animal nesta fase de BEN utiliza reservas corporais para suprir sua demanda nutricional. A quebra de gordura corporal gera um aumento das concentrações de ácidos graxos não esterificados (AGNE) que geram por sua vez uma maior concentração de corpos cetônicos no processo de degradação da gordura no fígado, principalmente o  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBO). Estes aumentos de AGNE e BHBO têm impactos diretos no desempenho reprodutivo do animal. Com o aumento da degradação de gordura há também um aumento da concentração de leptina, este hormônio atua reduzindo o apetite no animal e também irá interferir na reprodução, pois reduz o pico de hormônio luteinizante (LH) na primeira ovulação.

Além do BEN também pode ocorrer o balanço proteico negativo (BPN), onde o animal degrada tecido muscular para suprir a demanda por aminoácidos (AA) e glicose da glândula mamária. Este pode ser atenuado se o animal consumir dietas com maiores concentrações de proteína metabolizável.

Todas essas alterações fisiológicas podem gerar doenças comuns nesta fase que são: cetose clínica ou subclínica, deslocamento de abomaso, hipocalcemia clínica, entre outras. No entanto, existem estratégias nutricionais que poderão reduzir drasticamente os efeitos do período de transição, bem como estas doenças. Podem ser utilizadas dietas acidogênicas, dietas

com baixa concentrações de cálcio, uso de aditivos como ionóforos, precursores gliconeogênicos, niacina, colina, metionina e lipídeos.

Portanto, vacas leiteiras com altas produções precisam de condições que favoreçam esta expressão, tais condições envolvem um ambiente com adequado conforto, que possibilite a ingestão de água e alimentos, camas confortáveis que aumentem o tempo e repouso e bom conforto térmico. Além disso, estratégias de manejo e nutricionais devem estar bem alinhadas para evitar desordens metabólicas, mas grande atenção deve ser dada ao período de transição que irá refletir em toda a lactação do animal.

## **CAPÍTULO 1**

### **CONSTRUÇÃO DE COMPOST BARN: TRADICIONAL X TÚNEL DE VENTO**

#### **RESUMO**

Os confinamentos de vacas leiteiras vêm ganhando espaço no Brasil, com o intuito de alcançar maiores produtividades. Desse modo, os dois sistemas mais comumente utilizados são o Free Stall e o Compost Barn. Nos EUA o Compost Barn ganhou espaço por ser uma alternativa de confinamento que proporciona maior conforto aos animais alojados, reduzindo problemas de casco e lesões de jarrete, comuns no Free Stall. Já existe literatura que indica os principais aspectos que devem ser observados em um projeto de Compost Barn. Estes envolvem principalmente o espaçamento de cama por animal (mínimo 15 m<sup>2</sup>), espaçamento de bebedouro por animal (mínimo 90 cm a cada 15 vacas) e espaçamento de comedouro (mínimo 80 cm por animal). Vacas leiteiras de alta produção tendem a produzir maior calor metabólico e são mais susceptíveis ao estresse térmico, o que irá impactar fortemente na produção, reprodução e saúde. Para atenuar o estresse térmico, os sistemas de ventilação disponíveis são: natural; por ventiladores; e ventiladores com aspersores. No entanto, em Free Stall existem também outros dois sistemas de resfriamento que são os galpões de ventilação cruzada e túnel de vento. Recentemente, o sistema de túnel de vento foi adequado para o Compost Barn, sendo o primeiro projeto desenvolvido em 2015 no Brasil, com intuito de maximizar o conforto animal em épocas de temperaturas elevadas. Os primeiros resultados de campo são satisfatórios, sendo observados principalmente aumentos de produtividade e redução de custos com medicamentos.

Palavras-chave: Estresse térmico. Free Stall. Ventilação.

## **COMPOST BARN CONSTRUCTION: TRADITIONAL X WIND TUNNEL ABSTRACT**

The confinement of dairy cows is gaining ground in Brazil, aiming to achieve greater productivity. Thus, the two most commonly used systems are the Free Stall and the Compost Bedded Pack, also known as Compost Barn. In the US, the Compost Barn has gained ground as an alternative that provides greater animal comfort, reducing hoof problems and hock injuries common in Free Stall. There is already information in the literature to indicate the main aspects to be noted in a Compost Barn project. These aspects are mainly related to bed spacing per animal (minimum 15 m<sup>2</sup>), drinkers spacing per animal (minimum 90 cm per 15 cows) and feeder spacing (minimum 80 cm per animal). High productive dairy cows produce greater metabolic heat and are susceptible to heat stress, which will strongly impact production, reproduction and health. To alleviate the heat stress of animals, the ventilation systems available are: natural ventilation; ventilation by fans; and ventilation by fans plus sprinklers. However, in Free Stall there are also two newer cooling systems named cross ventilation and wind tunnels. Recently, the wind tunnel systems were adapted for Compost Barns, and the first project built in Brazil was in 2015, aiming to maximize animal comfort in periods of high temperatures. The first field results are satisfactory, with increases in animal productivity and reduction in costs with medicines.

Keywords: Thermal stress. Free Stall. Ventilation.

## 1. INTRODUÇÃO

O confinamento de vacas leiteiras é tendência mundial e vem se tornando também uma tendência nacional, pois a maioria das fazendas precisa crescer em escala, aumentando assim os volumes produzidos, bem como maximizar a produção de leite por área. No entanto, este crescimento é variável de acordo com cada região do mundo. Whitlock et al. (2017) relatam que no leste dos Estados Unidos (EUA), em 1950, o tamanho médio das propriedades leiteiras era de 300 a 400 animais e atualmente as fazendas leiteiras têm em torno de 1500 a 3000 animais. Esse tamanho médio varia entre as diversas regiões do mundo, que serão influenciados pela disponibilidade de alimentos, terra e água.

No Brasil, como a grande maioria das propriedades leiteiras sempre foi conduzida em sistemas a pasto, a recorrência de problemas como menores produtividades, higiene dos animais devido ao barro, ocorrência de carrapatos, entre outros, levaram muitos produtores a confinar seus animais. Quando essa decisão é tomada, o pecuarista normalmente opta por dois tipos de instalação, o *Compost Bedded Pack*, comumente chamado de *Compost Barn*, ou *Free Stall*. Ambos possuem dimensões de construção que devem ser respeitadas para que funcionem adequadamente.

O *Compost Barn* é um sistema de confinamento de vacas leiteiras que vem ganhando espaço no Brasil e no mundo. Consiste em uma cama coletiva composta por materiais de cama, como serragem ou maravalha, onde os animais repousam. A urina e as fezes são incorporadas a este material diariamente pelo manejo de revolvimento da cama, resultando na compostagem dos resíduos. É importante ressaltar que o projeto de um *Compost Barn* deve considerar a disponibilidade de material de cama da região, o clima local, o sistema de ventilação e o espaçamento de cama por animal ( $m^2$  por animal), adequados.

Visando melhor conforto térmico do sistema *Compost Barn*, em 2016 surge no Brasil galpões com sistemas de climatização em túnel de vento. Embora novo esse sistema mostra-se promissor e pode contribuir com inúmeros benefícios para aperfeiçoar o *Compost Barn*. No entanto, existe ainda uma carência de estudos a respeito, que visem aprimorá-lo com definições de formas de manejo adequadas.

## 2. ORIGEM DO *COMPOST BARN* NO MUNDO E NO BRASIL

O *Compost barn* é um sistema relativamente novo e que vem ganhando espaço nos confinamentos de gado leiteiro em todo o país. Sua origem foi nos Estados Unidos, mais precisamente no estado da Virginia na década de 1980, e teve o intuito de aumentar a longevidade e o conforto das vacas (BEWLEY ET AL., 2017). No entanto, este sistema começou a ser mais estudado a partir de 2001, quando foi desenvolvido o primeiro galpão no estado de Minnessota e posteriormente nos estados de Kentuchy, Ohio e Nova York (BARBERG ET AL., 2007; BEWLEY ET AL., 2017). Posteriormente ele foi se difundindo pelo mundo, chegando em países como Israel, Canadá, Coreia do Sul, Europa e mais recentemente, Brasil, Argentina e Colômbia (BEWLEY ET AL., 2017). Como as publicações tiveram maior impulso a partir de 2001, pode-se dizer que se trata de um sistema novo, sendo que ainda há muito a se estudar a respeito, afinal, o sistema de confinamento de vacas de leite mais amplamente utilizado no mundo, o *Free Stall*, já possui cerca de 60 anos (BEWLEY ET AL., 2017; BARBERG ET AL., 2007), e é menos dependente da condição climática da região em relação ao *Compost Barn*. Assim, os estudos devem ser conduzidos em regiões diferentes, com temperatura, umidade relativa do ar e velocidade de vento variáveis.

Segundo revisão feita por Bewley et al. (2017) a respeito da evolução da pecuária leiteira dos últimos 100 anos, o aumento de confinamentos de vacas de leite ocorreu principalmente para reduzir os problemas de produtividade, saúde, qualidade de leite, reprodução e bem-estar animal, além, é claro, de melhorar a lucratividade. Embora os animais em pastejo passem a ideia de bem-estar animal, a vaca fica exposta a intempéries climáticas e podem, em muitos momentos, não estar em condições de bem-estar, sendo então sistemas de confinamento bem dimensionados e manejados, um bom local para a criação de vacas leiteiras.

O *Compost Barn* teve sua origem a partir do sistema *Loose Housing*. Este foi a primeira alternativa ao *Free Stall* para minimizar principalmente lesões podais, que são muito comuns neste sistema. Inicialmente o *Loose Housing* mostrava-se vantajoso em relação ao *Free Stall*, visto que o investimento inicial de implantação era bem menor e apresentava um bom conforto aos animais. No entanto, o seu custo de manutenção é alto, pois é preciso repor o material de cama constantemente, além de ser necessária a retirada do material anterior com grande frequência, aumentando assim a quantidade de dejetos gerados bem como maiores gastos com mão de obra. Segundo Benson (2012), no período de um ano é necessário 1.549 kg de material de cama por vaca no *Loose Housing*, além do que a disponibilidade de material de cama também pode ser um entrave a esse sistema. Desse modo, o sistema *Loose Housing* não teve uma grande expansão, sendo utilizado hoje apenas em baias de parição e/ou enfermarias.

Sendo assim, o *Compost Barn* surge com o intuito de melhoria na saúde dos cascos e conforto animal a menores custos de manutenção quando comparado ao *Loose Housing*. No Brasil, o sistema chegou em 2011. Inicialmente um dos principais motivos que levaram à sua expansão foi o custo de implantação quando comparado ao *Free Stall* (VENÂNCIO, 2016). Esta diferença de custo entre sistemas é variável de acordo com os custos de construção de cada região, bem como a área de cama por animal e o dimensionamento do projeto em geral. Desse modo, estudos econômicos a respeito apresentam resultados variados, no entanto, Black et al. (2013) encontraram um custo de implantação 40% menor para o *Compost Barn* em relação ao *Free Stall* em cama de areia ou borracha. Porém é importante lembrar que as circunstâncias de cada estudo devem ser consideradas. Talvez por este fato, no ano de 2016, o *Compost Barn* já estava presente em 22% dos 100 maiores produtores de leite do Brasil, segundo levantamento do Milk Point (2018).

### **3. ESTRUTURA *COMPOST BARN* CONVENCIONAL**

Para implantar um projeto de *Compost Barn* é preciso seguir recomendações no planejamento e na elaboração de projetos, como em outros sistemas. Uma das primeiras recomendações é a área de cama por animal. É importante lembrar que menores áreas de cama por animal irão gerar maiores quantidades de urina e esterco e, conseqüentemente, maior teor de umidade da cama. Outro fator determinante é o clima local, pois em regiões com grandes volumes de pluviosidade, o ideal é adotar uma área maior de cama por animal, bem como regiões mais secas podem adotar áreas menores de cama por animal. Como o Brasil é um país com grande extensão territorial, é necessária uma avaliação do microclima de cada região para auxiliar na tomada de decisão.

Considerando duas situações, um *Compost Barn* construído no Rio Grande do Sul (RS) e outro construído em Minas Gerais (MG). No RS o inverno é frio e chuvoso, desse modo, nesta época do ano a umidade da cama se torna mais elevada e sua secagem é dificultada pelas baixas temperaturas e alta umidade relativa do ar. Neste cenário é recomendado adotar maior área de cama por animal, de modo que seus excrementos não sejam mais um facilitador da elevação do teor de umidade da cama. A proteção nas laterais do galpão por meio de abas ou beirais, exemplificado na figura 1, também é necessária para evitar a entrada de água das chuvas. Já em MG, o inverno é caracterizado como seco e as temperaturas não são tão baixas quando comparadas ao sul do país. Sendo assim, é possível adotar menor área de cama por animal, já

que o clima local não terá grande influência no teor de umidade da cama nesta época do ano. No entanto, a proteção com beirais nas laterais se torna importante para evitar a entrada de água da chuva no verão.

Autores americanos recomendam uma área de cama por animal, em torno de 7,4 m<sup>2</sup> por vaca, para vacas de aproximadamente 540 kg, pois o volume de urina e esterco está diretamente relacionado ao peso do animal (JANNI ET AL., 2007). Já os sistemas Israelenses utilizam uma área de cama por animal de aproximadamente 15 m<sup>2</sup> por vaca, embora estejam situados em um clima com menor pluviosidade, estes optam por menores volumes de reposição de cama (KLAAS ET AL., 2010).

Figura 1 – Galpão com aba lateral para evitar a entrada de água das chuvas e incidência de radiação solar direta sobre os animais.



Fonte: Os autores.

Em relação ao Brasil, em regiões mais úmidas deve-se seguir a recomendação de no mínimo 15 m<sup>2</sup> de área de cama por animal e regiões mais secas pode-se adotar no mínimo 10 m<sup>2</sup> de área de cama por vaca. O volume de reposição da cama também será fator determinante, pois, menores áreas de cama por animal exigem maiores volumes de reposição (JANNI ET AL., 2007).

A área de cama onde ficarão os animais deve ser envolvida por uma parede de concreto de aproximadamente 1,2 m de altura (JANNI ET AL., 2007; KLAAS ET AL., 2010; BLACK

ET AL., 2013). Por isso, a altura do pé direito lateral deve ser de no mínimo 5 m, para que haja ventilação adequada no interior da instalação (JANNI ET AL., 2007; BEWLEY ET AL., 2013).

A pista de alimentação deve ser concretada e os bebedouros deverão estar neste local (Figura 2). A presença da pista de alimentação é muito importante para reduzir o volume de esterco e urina na área de cama de compostagem, pois cerca de 20 a 25% do volume total poderá ser retido neste local (BARBERG ET AL., 2007). A largura da pista de alimentação deve ser suficiente para que os animais possam comer e beber água ao mesmo tempo. Segundo Ogejo (2018), para que isso seja possível, a pista deve ter uma largura mínima de 4,27 m.

Figura 2 – Pista de alimentação com proteção dos bebedouros e presença de fezes e urina.



Fonte: Autores.

Além da área de cama por animal, um fator imprescindível é evitar o excesso de umidade na cama. Por isso, os bebedouros devem possuir uma proteção lateral, para evitar que ocorram vazamentos na cama (Figura 2). O espaço recomendado dos bebedouros é de 90 cm lineares para 15 a 20 vacas, e este deve ser situado no corredor de alimentação (JANNI ET AL., 2007; BEWLEY ET AL., 2013). A profundidade dos bebedouros deve ser de 20 cm, para facilitar a sua higienização. O fluxo de água deve ser de grande vazão, cerca de 1 litro por segundo, de modo que não falte água em momentos em que muitos animais consumam ao mesmo tempo (PERISSINOTTO ET AL. 2005).

Em vacas leiteiras, o consumo adequado de alimentos está diretamente relacionado ao desempenho animal. Por este fato, é importante atentar-se quanto ao espaçamento de comedouros, pois existe uma estrutura social hierárquica e animais dominantes podem monopolizar o acesso ao cocho em horários de grande procura, como no retorno da ordenha e/ou quando um trato novo é ofertado (RIOJA-LANG ET AL., 2012). Se o espaçamento de comedouros por animal for reduzido, animais subordinados serão obrigados a passarem mais tempo de pé para aguardar o momento de se alimentar e ao consumir o alimento, posterior aos outros animais, o mesmo poderá ser de menor qualidade, visto que já foi selecionado por outros animais anteriormente (HUZZEY ET AL. 2006). DeVries (2019), em revisão de literatura para determinar fatores que influenciam no consumo dos animais, encontrou que para animais vulneráveis, o espaçamento mínimo deve ser de 76 cm lineares por animal. Portanto, deve-se calcular o tamanho da pista de alimentação levando em consideração 80 cm lineares por animal alojado. Dessa forma, como o espaçamento mínimo de área de cama por animal deve ser de 15 m<sup>2</sup> por animal, para que este valor seja condizente com o espaçamento de comedouros, a largura da cama de um *Compost Barn* deve ser de 19 metros. Outro fator importante que deve ser levado em consideração são estruturas, como pilares, que possam estar localizados na pista de alimentação e poderão ocupar o espaço livre dos animais, por exemplo, uma pista de alimentação de 40 m que possua 8 pilares de 30 cm perde 2,4 m, portanto o espaço livre da pista será de 37,6 m.

#### **4. SISTEMAS DE RESFRIAMENTO PARA VACAS LEITEIRAS**

##### **4.1 Estresse térmico em vacas leiteiras e sistemas de resfriamento**

O gado leiteiro é muito sensível a altas temperaturas devido à sua grande produção de calor metabólico, que está relacionado, à produção de leite em si e à alta atividade ruminal. Desse modo, essa espécie possui grande resistência ao frio, sendo que sua zona termoneutra se situa entre -5°C a 23,9°C (COLLIER ET AL., 2012). Temperaturas acima de 23,9°C podem resultar em redução nos teores de sólidos não gordurosos, proteína, lactose e gordura do leite, e principalmente a produção de leite (COLLIER ET AL., 2012).

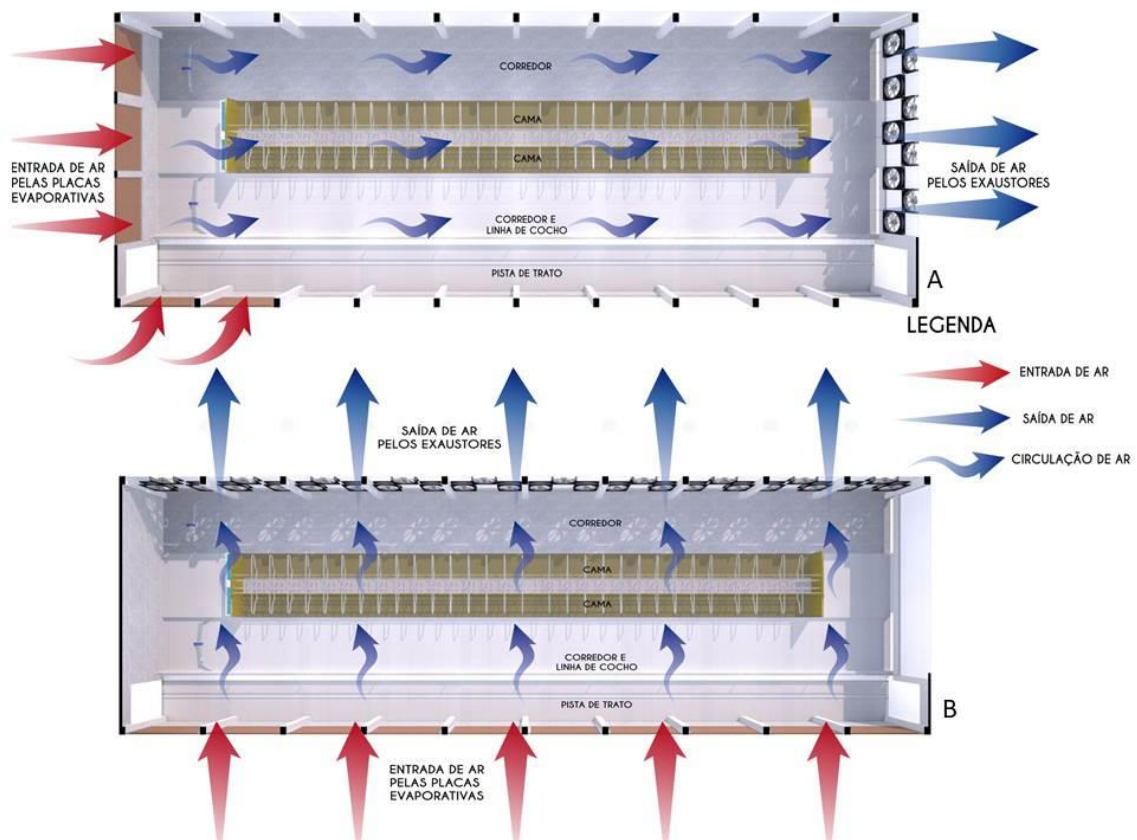
Além disso, a produção de leite de uma vaca está diretamente relacionada à sua sensibilidade ao estresse térmico (COLLIER ET AL., 2012). Segundo Berman (2004), se a produção de leite de um animal aumenta de 35 para 45 kg/dia, a sua sensibilidade ao estresse térmico reduz em 5°C. Desse modo, os sistemas de resfriamento em galpões de vacas leiteiras

devem atuar no sentido de diminuir o estresse térmico, bem como os prejuízos causados aos animais, sendo que as principais perdas são produtivas, reprodutivas e de sanidade.

O sistema de resfriamento mais comumente utilizado em galpões de *Compost Barn* é pelo uso de ventiladores. Neste sistema os ventiladores têm duas finalidades, pois, além de resfriar o ambiente retirando o ar quente ele auxilia na secagem da cama (ENDRES E JANNI, 2008). Segundo Radavelli (2018), para que o sistema de ventilação seja eficiente, atendendo a estes dois requisitos, este deve fornecer uma velocidade de vento em torno de 3 m/s. Associado aos ventiladores, é comum o uso de aspersores na linha de cocho ou sala de espera. Um método amplamente utilizado é descrito por Flamenbaum (2012), onde os animais são molhados pelos aspersores durante 30 segundos e recebem vento por 4,5 minutos. O recomendado é que sejam ciclos de 45 minutos 8 vezes ao dia, aumentando assim o tempo de repouso e a produtividade (FLAMENBAUM, 2012).

Pretendendo obter um adequado conforto térmico para maximizar a produção de leite, os sistemas de ventilação evoluíram para sistemas de resfriamento totalmente fechados. Os primeiros galpões para vacas que possuíam sistemas de resfriamento totalmente fechados foram em *Free Stall* com ventilação cruzada, em 2005 nos EUA (LOBECK ET AL., 2011). Esses sistemas surgiram em regiões muito frias objetivando ter maior controle da temperatura dentro do galpão. Devendo ser todo fechado com portas e lonas para controle do volume de ar, a entrada de ar é à frente da linha de camas das vacas e a saída no lado oposto, no sentido da largura das instalações (Figura 3B), de modo que o fluxo de ar venha sobre as vacas, sendo que a velocidade média do vento na entrada é cerca de 2,9 m/s e a velocidade média geral é de aproximadamente 1,6 m/s (WHITLOCK ET AL., 2017).

Figura 3 – Sistemas de ventilação artificial em galpões fechados com volume de ar controlado em túnel de vento (A) e ventilação cruzada (B).



Fonte: Autores.

Outro sistema totalmente fechado é o sistema de climatização em de túnel de vento, que é semelhante ao sistema de ventilação cruzada, porém, mais utilizado em regiões quentes e úmidas. Pelo fato de o volume de ar a ser deslocado ser maior (no sentido do comprimento), a velocidade de vento média desse sistema é consideravelmente maior do que nos galpões de ventilação cruzada, sendo uma velocidade média ideal de 3,2 m/s. A corrente de ar nesse sistema é diferente dos galpões de ventilação cruzada. Em galpões de túneis vento, a entrada de ar é na parte dianteira ou traseira da instalação e a saída é na outra extremidade no sentido do comprimento (Figura 3A).

Tanto em pavilhões de túnel de vento quanto de ventilação cruzada, o ar entra através de placas evaporativas, geralmente estas placas são de celulose. Quando a temperatura ambiente está elevada, ocorre circulação de água na placa. Essa circulação de água ocorre da parte superior da placa, com ajuda de bombas, e por gravidade a água desce por toda ela, resfriando o ar de entrada. A vazão da água que entra na parte superior da placa deve ser de 0,25 L/min (SMITH ET AL., 2006). Como no lado oposto às placas estão posicionados os exaustores, para a saída de ar da instalação (Figura 3), esse ar irá passar por todo galpão retirando calor do ar

ambiente fazendo com que diminua a temperatura do ar no interior da instalação (SMITH AND HARNER, 2007; SHEFFIELD ET AL., 2007; LOBECK ET AL., 2011). Podem ser usados defletores transversalmente no galpão para que diminua a área de passagem do ar, dessa maneira irá aumentar a velocidade do vento de 0,9 para 1,3 e 2,7 para 3,6 m/s (SMITH ET AL., 2006; LOBECK ET AL., 2011). Os defletores se tratam de uma lona com 1 m de largura, posicionados transversalmente dentro do túnel na parte superior (de cima para baixo).

Quando se usa resfriamento evaporativo, pelo uso das placas evaporativas, a temperatura do ambiente é reduzida e, em consequência, eleva-se a umidade do ar devido a entrada de ar frio e úmido. Portanto, quando a umidade relativa do ar estiver elevada o sistema é menos eficaz (BUCKLIN ET AL., 1991; LOBECK ET AL., 2011). Porém, em dias frios e úmidos, situação comum no inverno do Rio Grande do Sul (umidade relativa do ar média de 79,6%, temperatura mínima média de 9,5°C e máxima média de 19,4°C, dados de junho a setembro INMET), não será necessário o resfriamento evaporativo, ou seja, o ar apenas passará entre as placas sem a circulação de água. Assim, uma porcentagem da umidade relativa do ar externo ficará retida, fazendo com que a umidade relativa do ar no interior do galpão seja menor. No entanto, em Minas Gerais, por exemplo, o inverno é mais seco (umidade relativa do ar média de 66,9%, temperatura mínima média de 13,5°C e máxima média de 27,6°C, dados de junho a setembro INMET), não sendo tão importante reter a umidade do ar externo, porém nesta época do ano devido as temperaturas serem mais amenas o acionamento das placas evaporativas será muito reduzido, a menos que em alguns dias ou horários a temperatura aumente. Ambientes controlados tendem a ter temperaturas mais baixas nos meses quentes e mais altas nos meses frios onde as temperaturas são muito baixas, isso comparando aos demais sistemas, sendo assim os animais são expostos a menores condições extremas de temperatura (LOBECK ET AL., 2011).

Quando se decide construir um galpão com ambiente controlado, em forma de túnel de vento ou ventilação cruzada, a altura do pé direito deverá ser mais baixa quando comparada a galpões abertos, facilitando o controle da temperatura interna pelo sistema de resfriamento. A altura necessária deverá considerar somente a execução de trabalhos rotineiros, como entrada de vagões e tratores, sendo de aproximadamente 4 m (LOBECK ET AL., 2011). A inclinação do telhado nestes dois sistemas também poderá ser menor em comparação aos sistemas abertos, sendo de aproximadamente 20 %, visto que saída de ar será por força mecânica, pelos exaustores (WHITLOCK ET AL. 2017).

#### 4. 2 *Compost Barn* em túnel de vento

Levando-se em consideração os dois sistemas de resfriamento totalmente fechados já existentes, o *Free Stall* em túnel de vento e o *Free Stall* com ventilação cruzada, surgiu a possibilidade de adaptá-lo ao *Compost Barn*, com o intuito de oferecer maior conforto térmico aos animais e reduzir perdas produtivas e reprodutivas. Como o sistema de ventilação cruzada é mais indicado para regiões frias, iniciaram-se projetos pilotos para *Compost Barn* em túnel de vento. Este sistema surgiu no Brasil no ano de 2016 no município de Itabira no estado de Minas Gerais, projetado pelo médico veterinário Adriano Seddon (LEITE INTEGRAL, 2017). No ano seguinte, o primeiro galpão da região sul do Brasil foi projetado pela empresa Inovamilk, na cidade de Vila Lângaro no estado do Rio Grande do Sul (Figura 4). A principal motivação de tal inovação foi a redução do estresse térmico em vacas Holandesas.

Figura 4 – Primeiro galpão de *Compost Barn* Climatizado em túnel de vento na Região Sul – Granja Milani.

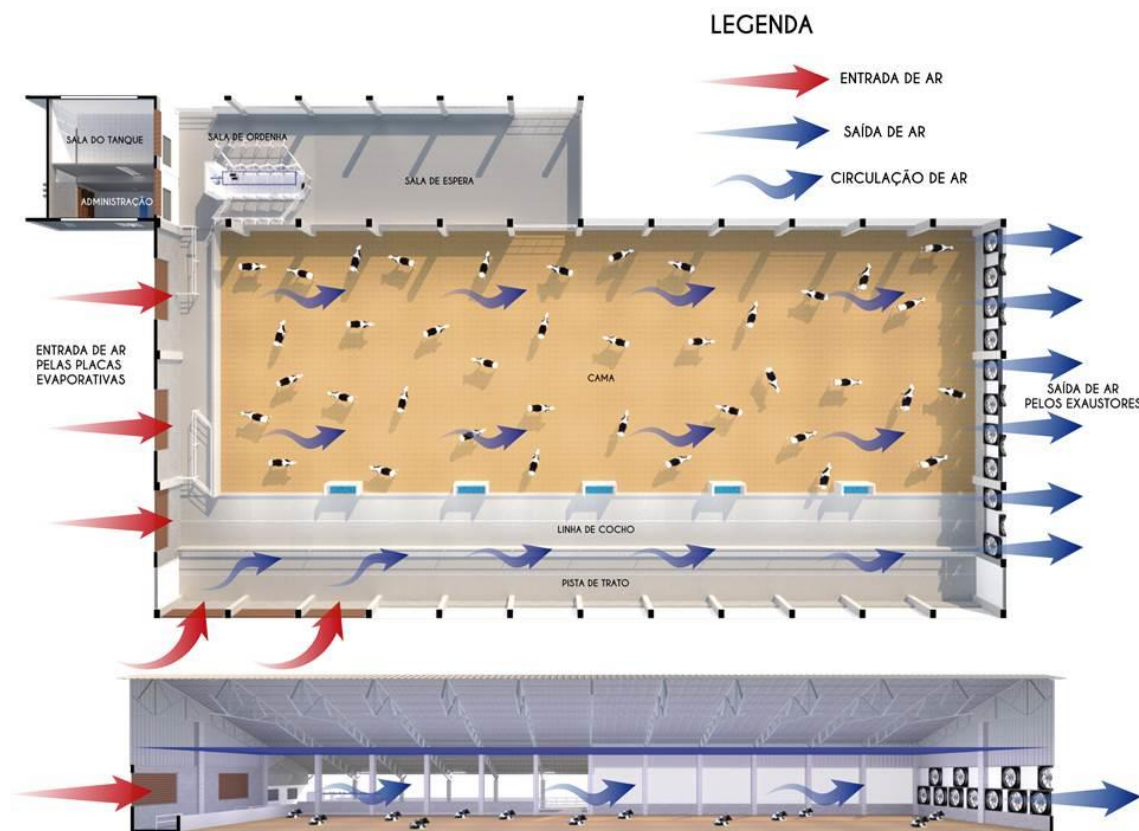


Fonte: Autores.

O *Compost Barn* em túnel de vento consiste em um galpão cujas recomendações de construção são semelhantes ao *Compost Barn* convencional, contudo o sistema deverá ser todo fechado, normalmente com lonas, e em uma das extremidades deve possuir exaustores para saída de ar e em outra extremidade devem ter placas evaporativas para entrada de ar. A entrada

de ar no galpão tem uma área reduzida, já que a mesma ocorre somente pelas placas evaporativas, aliado a isso, os exaustores que estão posicionados na outra extremidade sugam o ar do interior (Figura 5), gerando assim uma pressão negativa na instalação que auxilia no resfriamento dos animais devido a velocidade do vento atingida. É importante que o galpão possua adequada vedação para que a velocidade do ar não seja prejudicada. Além disso, é necessário que a sala de ordenha e sala de espera estejam anexadas ao mesmo galpão, evitando entradas e saídas de ar indesejáveis no sistema (Figura 5). Segundo Gooch (2001), é necessária uma velocidade de ar de 2,03 a 3,05 m/s pra que se tenha sucesso na redução do estresse térmico de vacas leiteiras.

Figura 5 – Circulação de ar e posicionamento dos equipamentos de condicionamento em Compost Barn climatizado em túnel de vento.



Fonte: Autores.

### 4.3 Trocas de calor em sistemas fechados

A perda de calor do animal com o ambiente pode ocorrer de forma sensível ou latente. A forma sensível ocorre por condução, convecção e radiação (VILELA, 2008). A condução é

a troca de calor por contato físico (SOUZA, 2003). A convecção ocorre quando uma corrente de ar entra em contato com a superfície da pele do animal que está aquecida, como o ar quente é menos denso ele tende a subir e dar lugar a corrente de ar mais fria que a pele. Para que o animal perca temperatura por convecção, as correntes de ar do ambiente devem ter valores de temperaturas menores do que os valores de temperatura do animal (KADZERE ET AL., 2002). Já a radiação é a troca de calor por ondas térmicas e ocorre principalmente por transferência de calor para o animal pela radiação solar (KADZERE ET AL., 2002). Já a forma latente é a troca de calor por evaporação e condensação, onde as moléculas de calor são transferidas para a água, como em sistemas de aspersão (OLIVEIRA, 2015).

Assim, para se avaliar o conforto térmico de vacas leiteiras pode-se utilizar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Este índice foi desenvolvido para humanos e adaptados para bovinos leiteiros por Berry et al. (1964). No entanto, estes valores foram obtidos em um estudo retrospectivo entre 1950 e 1960, onde os animais tinham média de produção de 15,5 kg/dia (com variação de 2,7 kg /vaca/dia), sendo que a realidade de vacas Holandesas atualmente é de produções muito superiores. Além disso, os efeitos da radiação solar e da convecção não são considerados neste cálculo (COLLIER ET AL., 2012). Segundo Collier et al. (2012), um animal é considerado em estresse térmico quando produz mais de 35 litros de leite por dia e esteja em um ITU médio superior a 68 por mais de 17 horas por dia, gerando perdas de 40 a 60% na produção diária de leite por dia. Portanto, se tratando de sistemas de *Compost Barn* em túnel de vento é notável que apenas o ITU não seja suficiente para representar o nível de conforto térmico desses animais, pois a velocidade de vento não é considerada, podendo ser este um fator importante na troca de calor do animal com o meio, bem como não existe a incidência de radiação direta.

Desse modo, Smith et al. (2006) fizeram um estudo durante o verão (10 semanas), em dois anos distintos. No ano 1 foi avaliado um *Free Stall* ventilado com aspersores e ventiladores, porém somente ventiladores foram utilizados no ano 2. Esses dados foram comparados a um *Free Stall* em túnel de vento. Durante o ano 1 (verão), as temperaturas do ar externo mínimas e máximas foram de  $28,0_{\pm 0,27}$  e  $38,2_{\pm 0,29}$ °C, enquanto no ano 2 (verão) as mínimas e máximas foram de  $19,4_{\pm 0,40}$  e  $30,4_{\pm 0,35}$ °C, respectivamente. Neste estudo foram mensuradas as temperaturas retais e a frequência respiratória dos animais, parâmetros que se mostram eficazes na mensuração do conforto térmico em galpões de túnel de vento. No ano 1, as vacas do *Free Stall* em túnel de vento apresentaram uma redução na temperatura retal média de  $0,4_{\pm 0,03}$ °C e a frequência respiratória média também foi reduzida em  $13,1_{\pm 0,78}$  respirações por

minuto em comparação com o outro sistema. No ano 2 essas diferenças também ocorreram, sendo que a temperatura retal média reduziu em  $0,6_{\pm 0,02}^{\circ}\text{C}$  e a frequência respiratória média por minuto foi  $15,5_{\pm 0,56}$  menor. Portanto, o sistema foi eficiente em reduzir índices que indicam o conforto térmico desses animais, visto que o ITU de forma isolada se mostra insuficiente.

#### **4. 4 Funcionamento dos galpões de *Compost Barn* em atividade no Rio Grande do Sul**

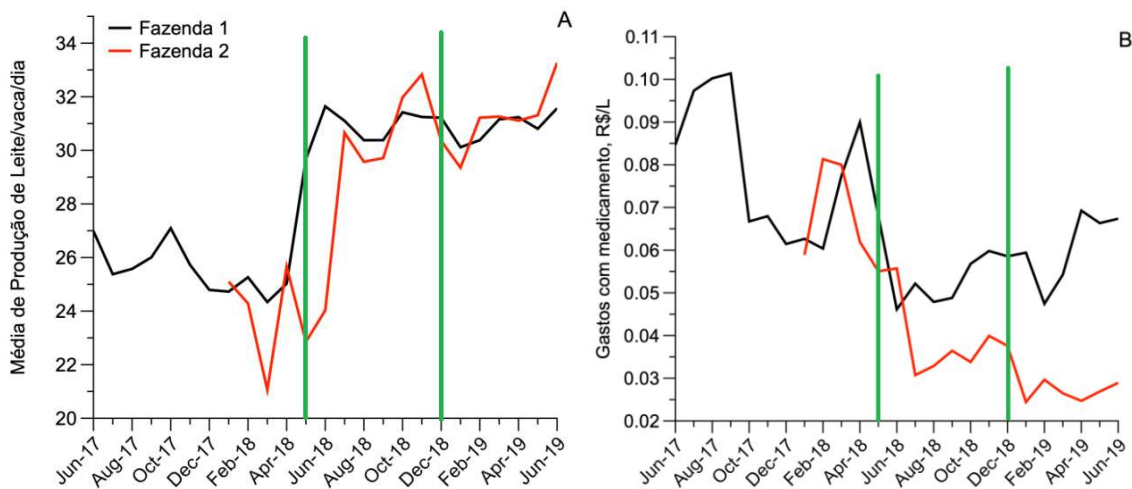
Nos galpões em andamento, cujos autores são responsáveis por sua implantação e monitoramento, foram necessárias adaptações quanto à entrada de ar, velocidade de vento e frequência e intervalo de acionamento das placas evaporativas. No entanto, embora o sistema esteja em fase de adaptação para definir condições ideais de funcionamento, o mesmo apresentou bons resultados, principalmente em relação a produtividade dos animais e sanidade.

No Rio Grande do Sul (RS), estado onde estão situados os galpões de *Compost Barn* em atividade, o verão apresenta elevadas temperaturas (de 25 a 35°C) e o inverno possui temperaturas bem mais amenas (de 5 a 15°C). Por este fato, a produção de leite nesta região é favorecida no inverno e apresenta um grande decréscimo no verão. Sendo assim, a principal dificuldade apontada pelos produtores de leite desta região é conseguir manter uma média mensal com alta produtividade, de no mínimo 30 litros por vaca dia, tornando o sistema financeiramente mais saudável, visto que na maioria das vezes os custos não oscilam da mesma forma.

Desse modo, os galpões de *Compost Barn* climatizados em túnel de vento apresentaram aumentos na produtividade média por animal, além de obter menores oscilações da mesma, em resultados de campo (Figura 6A). A Fazenda 1 que teve o sistema de climatização em túnel de vento instalado em maio de 2018, nos 6 meses antecedentes; os animais eram mantidos no mesmo galpão, porém sem nenhum sistema de ventilação e antes disso estavam em pastejo com suplementação no cocho. Já a Fazenda 2, iniciou o sistema de climatização em dezembro de 2018, anteriormente os animais estavam no mesmo local, porém sem ventilação. Pode-se observar, principalmente na Fazenda 1, que completou um ano de atividade do sistema, que a produtividade média anual aumentou 19,7 %, bem como o desvio padrão no mesmo período foi 33% menor, gerando conseqüentemente uma menor sazonalidade de produção. Na Fazenda 2, comparando os primeiros 6 meses do sistema com o mesmo período do ano anterior (janeiro 2018 a junho 2018, comparado a janeiro 2019 a junho 2019) houve um aumento médio de 31% da produtividade. Os resultados de aumento em produtividade possivelmente são atribuídos ao

conforto térmico dos animais, livrando os mesmos de situações de extremo calor. É importante ressaltar que, em dias onde a temperatura ambiente estava elevada, o sistema também apresenta aumentos de temperatura, no entanto, as temperaturas dentro dos galpões são consideravelmente menores que as temperaturas externas, cerca de 10°C a menos.

Figura 6 – Produtividade média por vaca/dia (A) e gastos com medicamentos por mês em reais por litro (B) de duas fazendas leiteiras após implantação do Compost Barn climatizado em túnel de vento.



Fonte: Autores.

Na Figura 6B podemos observar os gastos com medicamentos destas duas propriedades anteriormente citadas. Houve uma redução de R\$ 0,02 por litro de leite dos custos com medicamentos na Fazenda 1 (junho 2017 a maio 2018 comparado a junho 2018 a maio 2019). Na Fazenda 2 esta redução foi de R\$ 0,03 por litro de leite (janeiro 2018 a junho 2018 comparado a janeiro 2019 a junho 2019). Essa redução de gastos é atribuída à redução de doenças. Na Fazenda 1, a principal doença reduzida é a mastite e na Fazenda 2 foi reduzida a mastite e tristeza parasitária. Este efeito pode ter ocorrido pelo fato dos animais estarem em melhor conforto térmico e expostos a menores oscilações de temperatura ambiente. Outro ponto, por se tratar de um sistema totalmente fechado, há uma redução de entrada de artrópodes, que são vetores potenciais de várias doenças, bem como limita o acesso de agentes contagiosos.

Em junho de 2018 a Fazenda 2 ainda não havia instalado o sistema de climatização em túnel de vento. No entanto, pode-se observar que neste mês houve aumento da produtividade e redução dos gastos com medicamentos em relação aos meses anteriores. Isso ocorreu em consequência da redução na temperatura ambiente e redução da quantidade de artrópodes nas

instalações, com a chegada do inverno. Desse modo os animais estão em sua zona termoneutra e menos expostos artrópodes que são vetores de muitas doenças. Estes efeitos são uns dos principais motivos para a instalação de galpões de *Compost Barn* em túnel de vento, de modo a atenuar o estresse térmico no verão, reduzindo as diferenças de produtividade de acordo com a estação do ano, bem como reduzir doenças comuns ao verão, que são transmitidas por artrópodes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Compost Barn* é um sistema em expansão no país e no mundo, por isso são necessárias pesquisas para avaliar os projetos e manejo, visto que os dados de campo são satisfatórios e o sistema está se consolidando.

As melhorias em produtividade e sanidade no *Compost Barn* em túnel de vento encontradas nos resultados de campo mostram que há viabilidade na implantação do mesmo. Contudo, estudos acadêmicos devem ser efetuados a respeito dos resultados do sistema considerando vários outros aspectos, bem como definir as melhores formas de manejo, planejamento e projeto da instalação.

## REFERÊNCIAS

- BARBERG, A.E., ENDRES, M.I.; SALFER, J.A.; RENEAU, J.K. **Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota**. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p.1575–1583, 2007.
- BENSON, A. F. 2012. **Consider deep pack barns for cow comfort and manure management**. Cornell University, Ithaca, NY. <http://smallfarms.cornell.edu/2012/04/20/consider-deep-pack-barns-for-cow-comfort-and-manure-management/>
- BERMAN, A. 2004. **Tissue and external insulation estimates and their effects on prediction of energy requirements of heat stress**. *J. Dairy Sci.* 87:1400–1412.

- BERRY I.L, M.D. SHANKLIN AND H.D. JOHNSON. 1964. **Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity.** Trans. Am. Soc. Ag. Eng. 7:329-331.
- BEWLEY, J. M.; ROBERTSON, L. M.; ECKELKAMP, E. A. **A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management.** Journal of Dairy Science, v. 100, n. 12, 2017.
- BEWLEY, J. M., J. L. TARABA, D. MCFARLAND, P. GARRETT, R. GRAVES, B. HOLMES, D. KAMMEL, J. PORTER, J. TYSON, S. WEEKS, AND P. WRIGHT. 2013. **Guidelines for managing compost bedded-pack barns.** The Dairy Practices Council, Accessed July, 2019. <https://www.dairypc.org/catalog/guidelines-for-managing-compostbedded-pack-barns>.
- BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A.; BEWLEY, J. M. **Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction.** Journal of Dairy Science, v. 96, n. 12, 2013.
- BLACK, R. A. **"Compost Bedded Pack Barns: Management Practices and Economic Implications"**. Theses and Dissertations-University of Kentucky-Animal and Food Sciences. 13. 2013. Disponível em: [https://uknowledge.uky.edu/animalsci\\_etds/13](https://uknowledge.uky.edu/animalsci_etds/13).
- BUCKLIN, R.A.; BEEDE D.K.; BRAY, D.R. **Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates.** Applied Engineer Agricultural, v.7, n.2, p.241-252, 1991. Collier, R. J.; Hall, L. W.; Rungruang, S.; Zimbleman, R. B. Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance. Research Gate, Department of Animal Sciences, University of Arizona, Jan. 2012, disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267844201>
- DEVRIES, T. J. **Feeding Behavior, Feed Space, and Bunk Design and Management for Adult Dairy Cattle.** Vet. Clin. Food Animal, v. 35 p. 61-76, 2019.
- ENDRES M. I.; JANNI, K. A. **Compost bedded pack barns for dairy cows.** Extension, Univ. of Nebraska-Lincoln, 2008.
- FLAMENBAUM, I. **Efeito do manejo e de estratégias de resfriar vacas utilizadas em Israel na fertilidade, bem estar animal e sustentabilidade.** XVI Curso "Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos" 15 – 16 de Março de 2012, Uberlândia - MG, Brasil.
- GOOCH, C. A. **"Natural or Tunnel Ventilation of Freestall Structures: What is Right for Your Dairy Facility?"** Department of Biological and Environmental Engineering. PRO-DAIRY PROGRAM, Cornell University July, 2001.
- HUZZEY, J. M.; DEVRIES, T. J.; VALOIS, P.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. **Stocking Density and Feed Barrier Design Affect the Feeding and Social Behavior of Dairy Cattle.** J. Dairy Sci. v. 89, p. 126–133, 2006.
- INMET. Normais climatológicas do Brasil. Instituto Nacional de Meteorologia. Acessado em 09 de setembro, disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>
- JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU J. K.; SCHOPER, W. W. 2007. **Compost dairy barn layout and management recommendations.** Applied Engineering in Agriculture, v. 23(1), p. 97-102, 2007.
- KADZERE, C. T. MURPHY, M. R.; SILANIKOVE, N. MALTZ, E. **Heat stress in lactating dairy cows: a review.** Livestock Production Science, Amsterdam, v.77, n.1, p.59-91, 2002.

- KLAAS, I. C., B. S. BJERG, S. FRIEDMANN, AND D. BAR. 2010. **Cultivated barns for dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark?** Dansk Veterinærtidsskrift 93:20–29.
- LEITE INTEGRAL, 2017. Compost barn em túnel de vento – uma nova alternativa para confinamento de vacas leiteiras. Junho 2017, disponível em: <http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/compost-barn-em-tunel-de-vento>
- LOBECK, K. M.; ENDRES, M. I.; SHANE, E. M.; GODDEN, S. M.; FETROW, J. **Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest.** Journal of Dairy Science, Vol. 94, No. 11, 2011.
- MILK POINT, 2018 **Compost barn: presente em 22% das fazendas do Top 100, produtores relatam experiências com o sistema.** 27 de Marco de 2018. <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/compost-barn-presente-em-22-das-fazendas-do-top-100-produtores-relatam-experiencias-com-o-sistema-207452/> Acessado em 12/03/2019.
- OGEJO, J. A. **Compost Bedded Pack Dairy Barns.** Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, VT/0418/442-124 (BSE-228P), 2018.
- OLIVEIRA, J. M. M. **Ambiência e bem-estar para vacas leiteiras de alta produção.** Monografia apresentada para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Goiás – Campus CET, Anápolis (GO), 2015.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MATARAZZO, S. V. **Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.2, p.289-294, 2005.
- RADAVELLI, W. M. **Caracterização do sistema de Compost barn em regiões subtropicais brasileiras.** Dissertação de mestrado (Mestrado em zootecnia). Chapeco – UDESC. 89 p. 2018.
- RIOJA-LANG, F. C. R.; ROBERTS, D. J.; HEALY, S. D.; LAWRENCE, A. B.; HASKELL, J. H. **Dairy cow feeding space requirements assessed in a Y-maze choice test.** Journal of Dairy Science. Vol. 95 No. 7, 2012.
- SHEFFIELD, R., M. DE HARO MARTI, J. F. SMITH, AND J. P. HARNER. 2007. **Air emissions from a low-profile cross-ventilated dairy barn.** In Proc. Int. Symp. Air Quality and Waste Mgmt. for Agric. ASAE Pub #701P0907. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph. MI.
- SMITH, T. R.; CHAPA, A.; WILLARD, S.; HERNDON JR. C.; WILLIAMS, R. J.; CROUCH, J.; RILEY, T.; POGUE, D. **Evaporative Tunnel Cooling of Dairy Cows in the Southeast. I: Effect on Body Temperature and Respiration Rate1.** Journal of Dairy Science, Vol. 89 No. 10, 2006.
- SMITH, J. F., AND J. P. HARNER. 2007. **Comprehensive evaluation of a low-profile cross-ventilated freestall barn.** Pages 127–147 in Proc. 7th Western Dairy Management Conf., Reno, Nevada. Accessed Nov. 15, 2010. <http://www.wdmc.org/2007/WDMC%202007.pdf>.
- SOUZA, S.R.L. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de free stall.** 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.
- VENÂNCIO, R. 2016. **Compost Barn: Um sistema que veio para ficar.** Revista Balde Branco. n. 625, nov. 2016.

- VILELA, R. A. **Comportamento e termorregulação de vacas holandesas lactantes frente a recursos de ventilação e nebulização em estabulação livre**. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2008.
- WHITLOCK, L. A.; MARTIN III, J. G. J.; ARMSTRONG, D. V. **Large confined dairy herd systems in hot climates**. Large Dairy Herd Management, 3rd ed., Cap. 2-07, American Dairy Science Association, 2017.

## **CAPÍTULO 2**

### **NUTRIÇÃO E MANEJO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

#### **RESUMO**

É preciso ter atenção quanto ao manejo e nutrição dos animais lactantes. Portanto, grande importância deve ser dada ao período de transição da vaca leiteira, que é definido como as três últimas semanas de gestação e as três primeiras semanas de lactação. Durante o período de transição, o animal tem uma grande queda no consumo de matéria seca (CMS), associado a diversas alterações metabólicas e aumentos nos requisitos de energia e proteína nos últimos 60 dias de gestação. Ademais, no pós-parto imediato, a exigência para a produção de leite aumenta

consideravelmente. Por este fato, o animal entra em um estado de balanço energético negativo (BEN), onde há um aumento significativo de produção juntamente com um baixo CMS. O escore de condição corporal (ECC) tem grande influência em doenças que poderão surgir no período de transição. Desse modo, é preciso avaliar o ECC pelo menos em 4 fases da vida da vaca leiteira, que são: secagem, ao parto, no pico de lactação e no momento da inseminação. Animais que secam com altos ECC têm maiores mobilizações de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e, conseqüentemente, maiores concentrações de betahidoxibutirato (BHBO) circulantes. Esses fatores afetam negativamente a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais. Além disso, animais com maior ECC tem maiores concentrações de leptina no sangue, que também está associada à redução no CMS, além de interferir no pico de hormônio luteinizante (LH) da primeira ovulação, reduzindo a fertilidade do mesmo. Como consequência dos desbalanço hormonal e BEN, algumas doenças são comuns nesta fase, como a cetose, deslocamento de abomaso e hipocalcemia. Estes distúrbios podem ser evitados com estratégias nutricionais voltadas para o período de transição, como dietas com baixo cálcio, dietas acidogênicas, uso de inonófos, precursores gliconeogênicos, niacina, lipídeos, metionina e colina. No entanto, essas estratégias devem ser combinadas com estratégias de manejo, tendo assim rebanhos mais saudáveis e produtivos.

Palavras-chave: Balanço energético negativo. Consumo de matéria seca. Escore de condição corporal. Secagem.

## **NUTRITION AND MANAGEMENT IN THE TRANSITION PERIOD ABSTRACT**

Attention needs to be paid to the management and nutrition of lactating animals. Therefore, great importance must be given to the transition period of a dairy cow, which is defined as the last three weeks of gestation and the first three weeks of lactation. During the transition period, the animal has a large drop in dry matter intake (DMI), associated with several metabolic changes and increases in energy and protein requirements in the last 60 days of gestation. Moreover, in the immediate postpartum period, the requirements for milk production increase considerably. Because of this fact, the animal enters a state called negative energy balance

(NEB), where there is a significant increase in production along with a low DMI. The body condition score (BCS) has a great influence on diseases that may occur during the transition period, so it is necessary to evaluate the BCS in at least 4 phases of the dairy cow's productive life, which are: at dry off, at calving, at the peak of lactation and at the time of insemination. Animal drying with high BCS have greater non-esterified fatty acids (NEFA) mobilization and, consequently, higher blood concentrations of beta-hydroxybutyrate (BHB). These factors are associated to low productive and reproductive efficiency. Additionally, over-conditioned animals have greater blood concentrations of leptin, which is associated with a reduction in DMI, and affects also the peak of the luteinizing hormone (LH), reducing fertility. As a consequence of the hormonal unbalance during NEB, some disorders are common during the NEB, such as ketosis, displacement of abomasum, and hypocalacemia. These metabolic disorders can be prevented with a good management during the transition period, such as using acidogenic diets, inonophones, gluconeogenic precursors, niacin, lipids, methionine and choline. However, these nutritional strategies should be combined with management strategies, so that complications at this stage are rare, thus leading to healthy and productive herds.

Keywords: Negative energy balance. Dry matter consumption. Body condition score. Drying.

## 1. INTRODUÇÃO

O período seco pode ser dividido em duas fases distintas: i) secagem e ii) transição. O período de transição da vaca é definido como o tempo compreendido desde as três últimas semanas da gestação até as três primeiras semanas depois do parto (BELL, 1995); quando o animal passa de um estado gestante não lactante a um estado lactante não gestante, o que leva ao animal a sofrer mudanças metabólicas, fisiológicas, comportamentais e ambientais.

O período seco e o de transição são considerados críticos, já que, durante esses períodos, as vacas têm variação intensa de consumo, com diminuição da ingestão de matéria seca ao parto e um aumento acelerado das exigências nutricionais para o útero, crescimento do feto e, posteriormente, para a síntese de colostro e leite. Essa maior demanda gera a condição de

balanço energético negativo (BEN) que, dependendo da sua intensidade, pode ocasionar cetose, hipocalcemia, fígado gorduroso, mastite, torção ou deslocamento de abomaso, o que afeta negativamente o desempenho do animal.

O período de transição é caracterizado por alterações no metabolismo do fígado, do tecido adiposo e do músculo esquelético, na secreção e ação de hormônios envolvidos no parto e na manutenção da lactação (HEAD; GULAY, 2001).

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, o consumo de oxigênio e a absorção de glicose e acetato aumentam consideravelmente nos dois dias que antecedem ao parto (BELL, 1995). O aumento da demanda energética pela mãe e pelo concepto não é compensado por uma maior ingestão de alimentos, pois o consumo de matéria seca reduz próximo ao parto (GRUMMER et al., 2010)

### **1.1. Período seco**

Com o início do período seco, a lactação em que o animal se encontra é finalizada e a próxima lactação terá início no dia do parto. Portanto, nessa fase, é importante preparar o animal, principalmente a glândula mamária, para a próxima lactação, que pode ter o seu sucesso garantido por esse procedimento. Adicionalmente, tratamentos preventivos para mastite, também nesse período, podem prevenir infecções futuras (NEAVE et al., 1950; OLIVER; MITCHELL, 1983; GOTT et al., 2017).

Além disso, o período seco é visto como importante para que a vaca termine a lactação atual e possa se recuperar para a próxima. Anteriormente, 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 um maior turnover das células epiteliais da glândula, quando as células mais velhas e senescentes são substituídas por células mais novas e sinteticamente mais ativas (CAPUCO et al., 1997). Sendo assim, 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.

## **1.2. Duração do período seco**

Tradicionalmente o período seco tem duração mínima de sessenta dias em sistemas de produção de gado de leite intensivos. No caso de vacas mestiças (Holandês x Gir), nem sempre a vaca mantém a produção por períodos superiores a 300 dias, podendo o período seco ser maior que sessenta dias (GLÓRIA et al., 2010).

A duração do período seco é alvo de pesquisas a bastante tempo. Os resultados demonstram que a redução no período de descanso pode gerar queda da produção de leite na lactação seguinte (SORENSEN; ENEVOLDSEN, 1991). No entanto, a intensidade da redução parece estar relacionada com outros fatores como o manejo e a sanidade. Os trabalhos mais antigos sugeriam que o período seco não poderia ser menor do que quarenta dias (SORENSEN; 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 de sanidade não alteram a produção acumulada de leite na lactação subsequente (ANNEN et al., 2004; BACHMAN; SCHAIRER, 2003).

É importante ressaltar que o manejo e o potencial genético do rebanho são pontos importantes que afetam a necessidade de um maior ou menor período seco, pois diferentes resultados são encontrados quando as avaliações foram realizadas em diferentes rebanhos e fazendas (SANTSCHI et al., 2011). O período seco de 28 dias parece ser suficiente para vacas adultas, já para primíparas são necessários, no mínimo, 45 dias. Assim, as recomendações atuais são que a secagem da vaca aconteça aos 230 dias de gestação, sendo importante assegurar o mínimo de 45 dias de período seco.

## **1.3. Processo de secagem**

A dieta do animal deve ser alterada com o intuito de reduzir o aporte de nutrientes para a produção. Essa mudança também causa estresse ao animal. Em propriedades que trabalham com divisão de lotes, o animal deve ser transferido para o lote de menor produção 30 dias antes da secagem, para que a produção seja reduzida facilitando a secagem. Nessa fase de secagem, a vaca deve receber 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 e não se deve restringir o consumo de água pelo animal. Caso o animal esteja recebendo doses exógenas de bST, as aplicações também devem ser cessadas pelo menos 30 dias antes da data prevista da secagem.

A forma como a secagem deve ser feita é algo discutível, alguns produtores preferem secar de forma abrupta, sendo que outros preferem secar de forma gradual. Por esse motivo, Gott et al. (2017), realizaram um estudo que avaliou 8 fazendas, com um total de 428 animais e duas formas de secagem, onde um grupo de vacas foram secadas de forma abrupta, sendo cessadas as ordenhas na data prevista de secagem, e outro grupo no qual as vacas foram secadas de forma gradual, sendo ordenhadas uma vez por dia na última semana antes da data prevista da secagem. Os dois grupos receberam antimicrobiano intramamário após a última ordenha. Nesse caso, a proporção de animais que apresentaram infecções intramamárias no dia do parto e sete dias após o parto foi semelhante entre os métodos de secagem, assim como a CCS (contagem de células somáticas) na lactação seguinte. Sendo assim, a o método de secagem deverá ser uma escolha intrínseca de cada fazenda, devendo-se avaliar a estratégia que melhor se adequa à rotina e que trará melhores resultados (GOTT et al., 2017).

Por muitos anos o uso de antibióticos intramamários no momento da secagem foi uma regra. No entanto, o desenvolvimento de resistência bacteriana a antimicrobianos é questionada e criticada como séria ameaça global a saúde pública (OMS, 2014 apud VILAR et al., 2018), portanto o uso profilático de antimicrobianos deve ser restrito a susceptibilidade de patógenos reconhecida antes do tratamento (COMISSÃO EUROPEIA, 2011; FAO, 2016). Hoje o recomendado é a realização de cultura bacteriana individual do leite das vacas antes da secagem, para possível identificação de agentes causadores de mastite.

Caso o animal não apresente nenhum crescimento bacteriano ou fúngico, esse animal poderá ser secado sem o uso de antibiótico intramamário, utilizando somente selante (tampão de queratina) e pós dipping. Caso haja crescimento bacteriano ou fúngico, poderá ser feito antibiograma, o que auxiliará na escolha do melhor antibiótico. Além disso, deverá ser levado em consideração o histórico do animal, casos de mastite na lactação e CCS na lactação, podendo definir, assim, protocolos de secagem direcionados, nos quais se terá mais eficácia no tratamento (BRADLEY et al., 2010; RAJALA-SCHUSCHULTZ et al., 2011; CAMERON et al., 2014; SCHERPENZEEL et al., 2016). Também é relevante ressaltar que vacas infectadas com *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae* tem maiores taxas de cura na secagem do que na lactação (O'ROURKE e BAGGOT, 2004; BRADLEY, et al., 2010).

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 esse leite produzido gera uma pressão interna na glândula mamária que auxilia na inibição da síntese de leite e porque, posteriormente, esse leite será reabsorvido pelo animal. Entretanto, é preciso

manter o animal em observação para que seja possível perceber se o úbere não apresenta sinais de inflamação.

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

### **2.1. Pré-parto**

As vacas leiteiras têm exigências nutricionais para sua manutenção e produção, mas essas exigências variam, dependendo do estado fisiológico em que elas se encontram. Durante o período de transição, 21 dias antes do parto e 21 dias pós-parto, a demanda de nutrientes estará direcionada, principalmente, para o crescimento do feto, a preparação da glândula mamária nos últimos dias da gestação, a produção do colostro e, posteriormente ao parto, a síntese do leite.

As exigências de energia e proteína do concepto nos ruminantes são atendidas quase que 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, sendo assim, sensível às 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; LEURY et al., 1990).

Em contraste, a desnutrição materna (ou, pelo menos, jejum) tem pouco efeito sobre a absorção fetal de aminoácidos no final da lactação (LEMONS e SCHREINER, 1983), porque o transporte ativo placentário da maioria dos aminoácidos é amplamente independente de mudanças na concentração do sangue materno (BELL, 1993). No entanto, o destino metabólico desse fornecimento fetal de aminoácidos é marcadamente alterado. A maioria, se não a totalidade, do deficit 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 a redução do crescimento fetal associada ao aumento da síntese e da excreção de ureia placentária (LEMONS e SCHREINER, 1983).

Bell (1995) estimou que o aumento da exigência de energia do útero gravídico de vacas do dia 210 para o dia 270 de gestação elevou-se de 631 para 821 kcal/dia, enquanto, para

proteína bruta, foi de 62 para 117 g/dia (Tabela 1). Esses dados mostram aumentos próximos de 30 a 50% na energia e proteína, respectivamente, requeridas para promover a manutenção do concepto nos últimos 60 dias de gestação, o que implica várias adaptações metabólicas por parte da mãe.

Tabela 1 - Deposição de energia e proteína no útero e feto de vacas da Holandesas durante o período final de gestação.

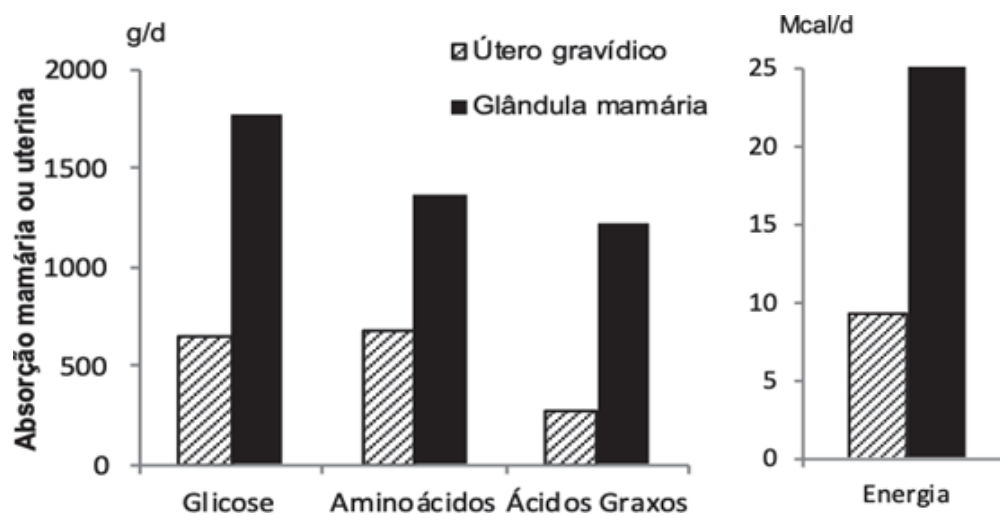
Dias de gestação	Energia kcal/ dia		Proteína g/dia	
	Útero	Feto	Útero	Feto
210	631	500	76	54
230	694	601	90	73
250	757	703	103	91
270	821	805	117	110
Variação	30,1%	61,0%	53,9%	103%

Fonte: Adaptado de Bell, 1995.

## 2.2. Pós-parto

No período de transição, para que ocorra a síntese de leite, a glândula mamária precisa captar grandes quantidades de glicose nos primeiros dias pós-parto (BELL, 1995). Bell (1995) realizou uma comparação de vários estudos que avaliaram a demanda de glicose, aminoácidos, ácidos graxos e energia para a glândula mamária e o útero gravídico (Figura 1) e evidenciou que, poucos dias após o parto (4 primeiros dias), as exigências são respectivamente 2,7; 2,0; 4,5 e 3,0 vezes as do útero gravídico durante a gestação tardia.

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 esses nutrientes e energia ao dia 4 pós-parto em vacas Holandesas.



Fonte: Adaptado de Bell (1995).

### **3. 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, comportamentais, ambientais, fisiológicas e metabólicas do animal vão ter grande influência no desempenho.

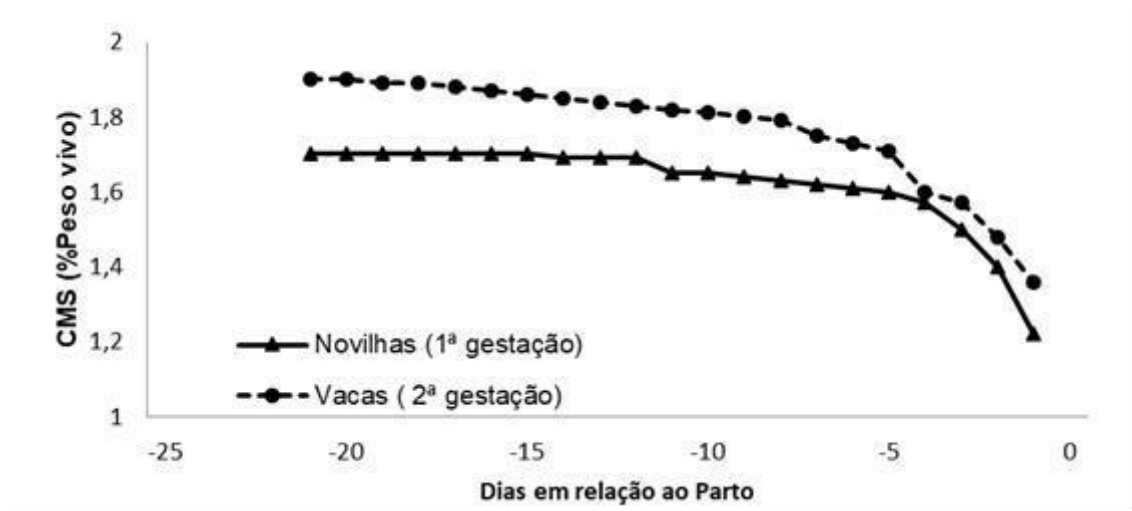
#### **3.1. Consumo de matéria seca**

O consumo de matéria seca (CMS) é importante, pois oferece os nutrientes ao organismo das vacas. 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 CMS médio é 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 essa queda é mais nítida no dia do parto (HAYIRLI et al., 2003). Em novilhas, a ingestão declina mais suavemente em relação às vacas (Figura 2), porém as consequências podem ser graves, porque esses animais possuem exigências nutricionais para suportar o crescimento corporal, em acréscimo às exigências de manutenção e gestação, e, no dia do parto, a ingestão pode alcançar 1,3 a 1,4 % do peso corporal (GRUM et al., 1996; NRC, 2001; HAYIRLI et al., 2003; GRUMMER et al., 2010).

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 condição corporal de 3,5 e alimentadas com uma dieta contendo 1,62 Mcal de ELL/kg (Tabela 2). Com esse exemplo é possível dimensionar a redução na ingestão da matéria seca 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).

Figura 2 - Ingestão de matéria seca predita para vacas e novilhas durante as três semanas antes do parto.



Fonte: Adaptado de Hayirli et al. (2003).

Tabela 2 - Consumo de matéria seca (CMS), exigências em energia líquida de lactação (ELL) e balanço durante o final da gestação

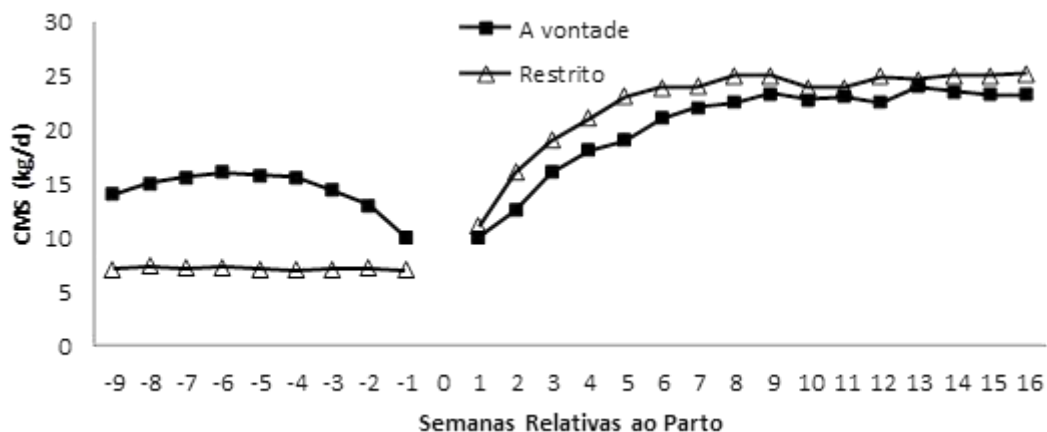
	Dias da gestação	CMS (kg)	Exigência em ELL (Mcal/ dia)			Balanço (Mcal)
			Mantença	Crescimento	Gestação	
Vacas	260	12,6	9,6	0	3,3	+7,5
	279	8,7	9,5	0	3,5	+1,1
Novilhas	260	10,3	9,3	1,5	3,3	+2,6
	279	7,3	9,6	1,5	3,5	-2,8

Fonte: NRC (2001).

Depois do parto a vaca continua tendo CMS baixo, que aumentará, gradativamente, com o decorrer das semanas (SHAVER, 1993). É possível, então, a utilização de estratégias de consumo antes mesmo do parto, para reduzir a queda do CMS. Assim, Douglas et al. (2006) mostraram que as vacas alimentadas à vontade no período seco consumiram em média 14,6 kg de MS/dia, o que foi significativamente maior que as vacas restritas com média de 7,4 kg de MS/dia (Figura 3); sendo que, aquelas alimentadas à vontade e restritas consumiram uma média

de 159 e 81%, respectivamente, das exigências estabelecidas pelo NRC (2001). As vacas em período seco que receberam dietas de livre acesso, contendo elevada densidade de energia, não melhoraram o CMS no pós-parto. Já os animais que tiveram alimentação restrita produziram 2 kg/dia a mais de leite nos 105 primeiros dias de lactação, se comparados aos de acesso ad libidum (DOUGLAS et al., 2006). Contudo, ressalta-se que não se deve promover uma restrição nutricional a animais no pré-parto, ou seja, deve-se sempre suprir 100% das exigências nutricionais do período.

Figura 3 – Consumo de matéria seca para vacas alimentadas à vontade e restritas, durante nove semanas antes do parto e 16 semanas pós-parto.

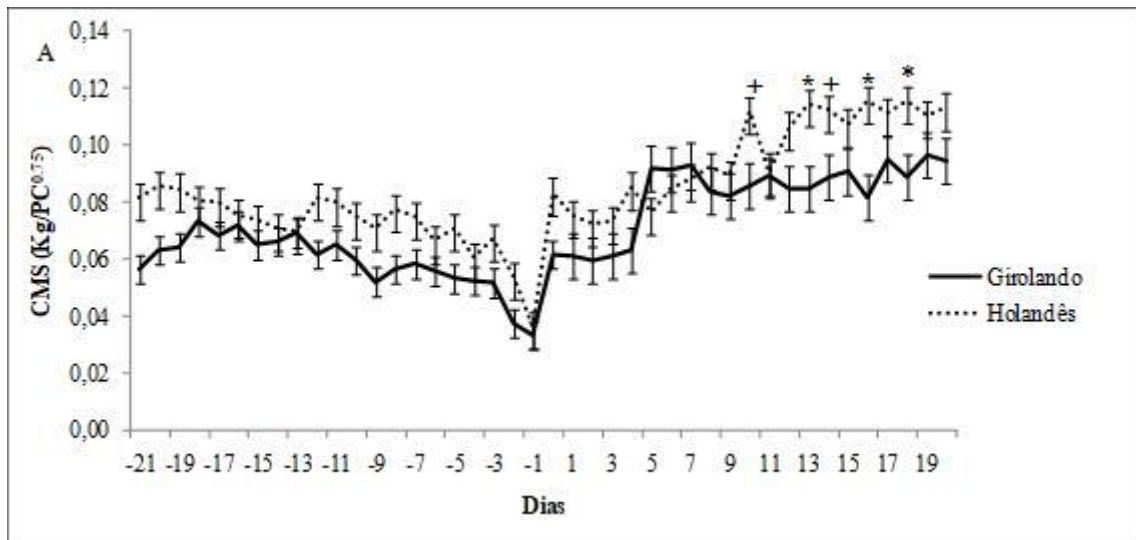


Fonte: Adaptado de Douglas et al. (2006).

Os estudos que envolvem avaliação de consumo durante o período de transição utilizam principalmente animais de raças taurinas. Vizzoto (2018) avaliou o consumo de matéria seca de animais da raça Holandês e Girolando F1 no período de transição e observou

padrão semelhante de redução de consumo com a proximidade do parto para as duas composições raciais (Figura 4).

Figura 4 - Consumo de matéria seca (kg/PC<sup>0,75</sup>/dia) de vacas Girolando (½ Holandês ½ Gir) (-) e Holandês (••••) durante o período pré (-21 a 0 dias) e pós parto (1 a 21). \*médias diferentes (P<0,05), +médias apresentam tendência para diferenças (P<0,10).



Fonte: Vizzotto (2018).

Durante a fase final da gestação, o crescimento fetal promove elevação da pressão interna nos órgãos digestivos, diminuindo o espaço do rúmen e retículo (LEFEBVRE, 2008). Adicionalmente, a concentração plasmática de hormônios é drasticamente alterada próximo ao parto e podem ser potentes modificadores da ingestão de matéria seca. Concentrações de progesterona durante o período seco são elevadas para manutenção da gestação, mas declina de forma rápida dois dias, aproximadamente, antes do parto, e o estrógeno plasmático de origem placentário (especificamente estrona) aumenta no sangue com a aproximação do parto (CHEW et al., 1979). Ademais, segundo Marques Jr. (2010), há também um aumento de corticoides, todos esses fatores somados reduzem o CMS.

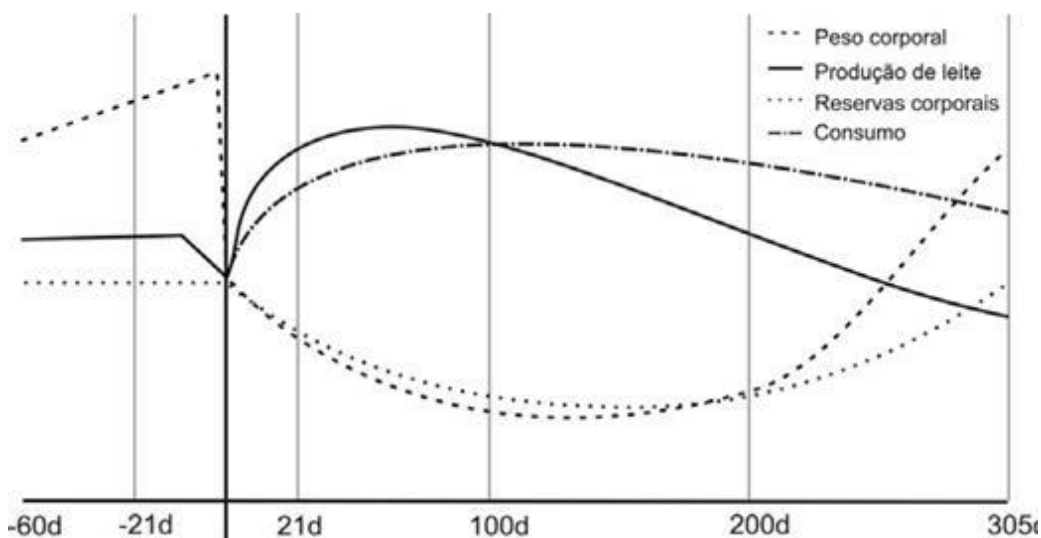
Goff & Horst (1997) reportaram a associação entre CMS e doenças metabólicas no período de transição. Mostraram que vacas com hipocalcemia pós-parto tiveram menor CMS no pré-parto. Consequentemente a hipocalcemia pode causar perda do tônus muscular, que, adversamente, afeta a função do rúmen, o peristaltismo intestinal e a taxa de passagem da digesta, reduzindo o CMS (NRC, 2001).

#### 4. BALANÇO ENERGÉTICO NEGATIVO

As vacas leiteiras de alta produção necessitam, imediatamente após o parto, ingerir grande quantidade de nutrientes, particularmente, energia e proteína, para serem capazes de sustentar a síntese do leite que aumenta linearmente até atingir um pico entre a quarta e oitava semana pós-parto. Não obstante, o pico de consumo de matéria seca é alcançado apenas por volta de 70 a 100 dias de lactação (Figura 5). Assim, as vacas leiteiras de alta produção tendem a permanecer em balanço energético negativo (BEN) 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 (que é correspondente à metade final do período de transição) quando o CMS está muito reduzido e a produção de leite aumentando. Nesse período, a vaca mobiliza proteína muscular, cálcio dos ossos e energia a partir das reservas corporais, levando ao acúmulo de ácidos graxos não esterificados (AGNE) na circulação sanguínea (CHILLIARD et al., 1983). Esses podem se acumular no fígado e ocasionar problemas metabólicos que podem comprometer a produção de leite futura (SANTOS et al., 2008).

Figura 5 - Curvas de produção de leite, consumo de matéria seca, reservas corporais e peso corporal.



Fonte: Adaptado de Amorim (2009).

#### **4.1. Escore de condição corporal**

A avaliação do escore de condição corporal (ECC) é prática importante 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 escore 5. A condição ideal ao parto deve ser de 3,0 pontos (PIRES et al., 2013).

##### **4.1.1. Biologia e ECC**

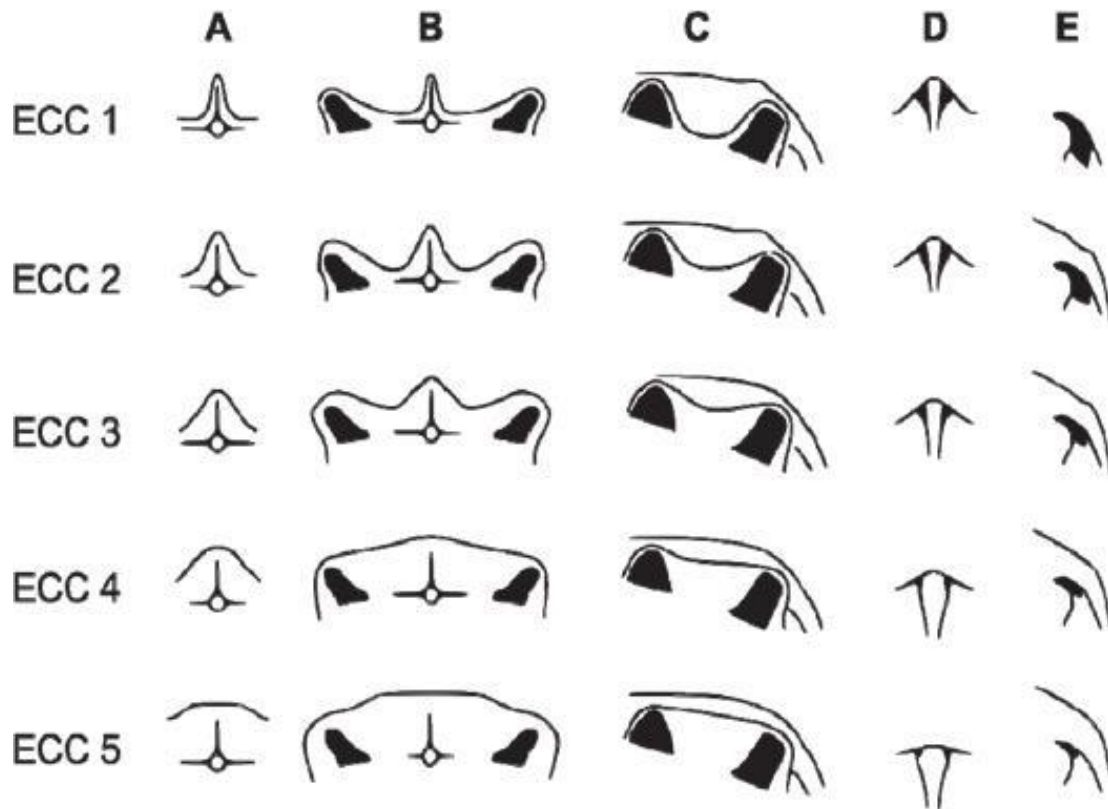
De acordo com Bewley e Schutz (2008), todos os mamíferos estão programados para transformar reservas energéticas em leite, de modo a alimentar as crias em períodos de escassez de alimentos. Cerca de um terço dos sólidos do leite produzido no início da lactação são originários de reservas corporais (BAUMAN; CURRIE, 1980).

O primeiro registro de um sistema de avaliação subjetiva do escore de condição corporal foi realizado por Jefferies (1961). Duas décadas seguintes Lowan et al. (1986) adaptaram o sistema desenvolvido por aquele autor para utilização em gado de corte. Os primeiros sistemas de avaliação do ECC em bovinos leiteiros foram desenvolvidos por Earle (1976), na Austrália, e por Mulvany (1977; 1981). Desde então, diversos outros sistemas de avaliação do ECC foram descritos na literatura.

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

Nesse sistema, os observadores devem atribuir escores, que variam de 1 (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 (Figuras 6 e 7).

Figura 6 - Pontos de avaliação do ECC.



- A - Vértebra do meio dorso  
 B - Vista posterior do osso pélvico (corte transversal)  
 C - Vista lateral da linha entre os ossos ílio e ísquio  
 D - Inserção da calda (vista por trás)  
 E - Inserção da calda (vista lateral)

Fonte: Adaptado do NRC (2001).

Segundo Amorim (2009), a avaliação do ECC deve ser realizada, pelo menos, em quatro momentos durante o ciclo produtivo da vaca: secagem, parto, pico de lactação e inseminação. Os valores recomendados para o ECC nas diferentes fases produtivas das vacas são apresentados na Tabela 3. De uma maneira geral, deve-se evitar que vacas apresentem escore muito reduzido ou muito elevado e que a perda ou ganho de escore ao longo da lactação não seja superior a 0,5.

Tabela 3 - Escore de condição corporal ideal e intervalo sugerido para cada fase produtiva de vacas leiteiras da raça Holandesa.

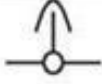




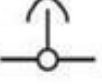
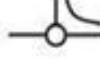





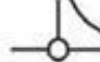

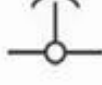

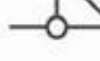







Fase	ECC ideal	Intervalo sugerido
Período seco	3,00	2,75 a 3,25
Parto	3,00	2,75 a 3,25
Início da lactação	2,50	2,50 a 2,75

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

Fonte: Adaptado de Ferguson et al. (1994a).

Embora seja possível corrigir uma condição corporal insuficiente durante o período seco, este somente deve ocorrer se o aporte de nutrientes para atender ao ganho de condição corporal for moderado (máximo de meio ponto de condição corporal) (DOMECQ et al., 1995). Douglas et al. (2006) sugerem que permitir o acesso livre a dietas contendo alta densidade energética no período seco para permitir ganho de peso poderia ser prejudicial para a saúde no periparto e o desempenho pós-parto. Não foram observadas vantagens em se permitir o ganho de ECC livre durante o período seco, pois a produção de leite posterior não foi melhorada. Portanto, o foco nutricional no pré-parto deve ser sempre o de manter o ECC com uma recuperação máxima de 0,5 pontos de ECC, mesmo que a vaca esteja muito magra ou muito gorda.

Figura 7 - Pontos de avaliação do ECC.

	ECC	Processo espinhoso	Processo espinhoso para o transverso	Processos transversos	Tuberosidades de ileo e isquios	Inserção da cauda para ponta do isquio
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					
	3,25					
Estrutura óssea não tão visível quanto a cobertura	3,50					
	3,75					
	4,00					
	4,25					
Obesidade severa	4,50					
	4,75					
	5,00					

Fonte: Adaptado de Edmonson et al. (1989).

#### 4.2. Ácidos graxos não esterificados (AGNE)

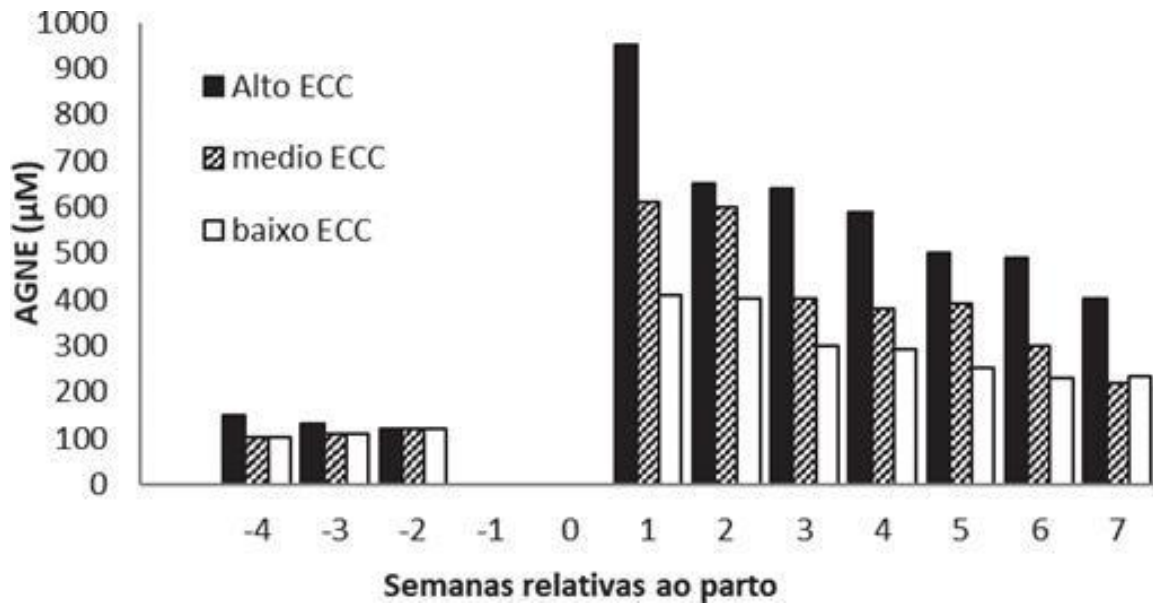
Mudanças no estado endócrino e diminuição na ingestão de matéria seca durante o final da gestação influenciam o metabolismo e favorecem à mobilização de gordura do tecido adiposo e glicogênio hepático (GOMES et al., 2009). No tecido adiposo, a taxa de lipólise é maior que a de lipogênese, o que acarreta disponibilização de ácidos graxos não esterificados (AGNE) no sangue, os quais serão utilizados pela glândula mamária, fígado e outros órgãos.

Intensa mobilização lipídica leva ao aumento de captação de AGNE pelo fígado, onde 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, que, associada à intensa mobilização lipídica, pode levar ao acúmulo de TG nesse órgão (DRACKLEY, 1999).

Pires et al. (2013) observaram que vacas gordas tinham maior mobilização de ácidos graxos, confirmada por altas concentrações de AGNE no plasma (Figura 8). Outros autores também afirmam que o hipercondicionamento de vacas leiteiras aumenta a concentração plasmática de AGNE e o acúmulo de triglicérides no fígado (RAYSSIGUIER et al., 1986; REID et al., 1986). Por outro lado, vacas de baixo ECC apresentaram menor concentração plasmática de AGNE durante as primeiras 2 semanas de lactação e menor produção de proteína do leite.

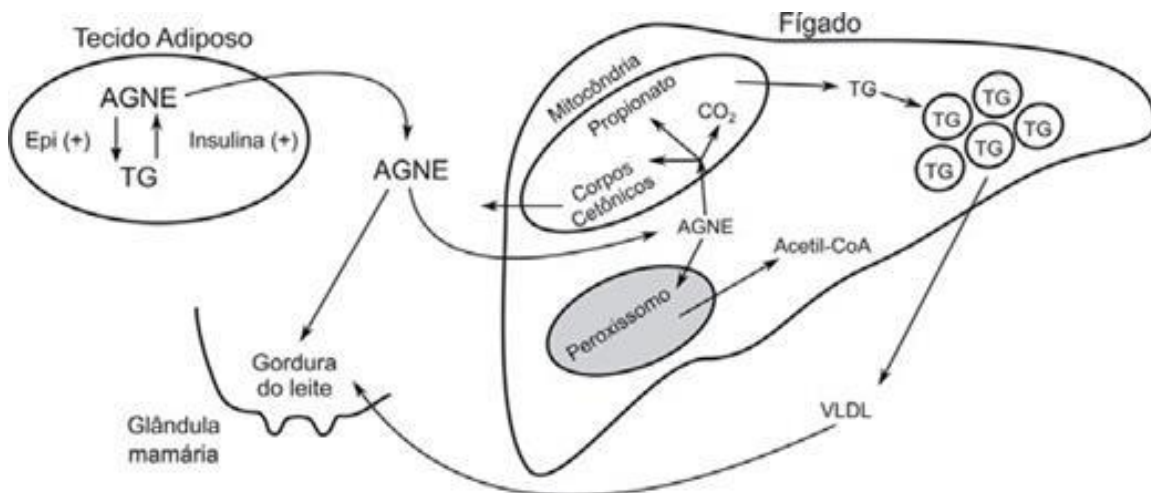
Os AGNE entram no fígado e são re-esterificados com o glicerol para formar novamente triglicerídeos ou são utilizados pelos tecidos periféricos para a produção de energia por meio da  $\beta$ -oxidação com produção de acetil coenzima A (acetil-CoA), que posteriormente se combina ao oxaloacetato para 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 esse fim. Logo, a sua disposição está reduzida para entrar no ciclo de Krebs, gerando um acúmulo de acetil-CoA, que é, então, desviada para a produção de corpos cetônicos ( $\beta$ -hidroxibutirato, acetoacetato e acetona) (Figura 9).

Figura 8 - Efeitos do ECC ao parto nas concentrações de AGNE no plasma, em vacas da raça Holandesa.



Fonte: Adaptado de Pires et al. (2013).

Figura 9 - Esquema do metabolismo de ácidos graxos não esterificados em gado de leite.



Fonte: Adaptado de Drackley (1999).

Durante o BEN, os níveis de glicose sanguínea são mais baixos e os de AGNE e corpos cetônicos maiores. Assim, a determinação desses metabólitos pode ser utilizada como variáveis para o monitoramento do balanço energético dos animais (CASTRO et al., 2008).

Vacas em lactação que consomem excesso de energia pré- parto têm maior concentração de  $\beta$ -hidroxiubutirato (BHBO) e maior BEN, podendo ter mais risco de incidência de doenças metabólicas (DANN et al., 2006; JANOVICK et al., 2011). A oferta de dietas que apenas

satisfazem as exigências de energia no pré-parto, podem reduzir a mobilização de gordura corporal e melhorar a saúde pós- parto (DOUGLAS et al., 2006).

### **4.3. 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 CMS 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, independentemente 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.

Vacas que passam por um balanço energético negativo severo têm diminuição do crescimento folicular, por essa razão esse folículo irá produzir menores quantidades de estradiol que não serão suficientes para estimular a síntese de GNRH e LH e não levarão o folículo à ovulação.

Uma vez que animais com altos ECC têm maiores perdas de peso no pós-parto comparados a animais de escore corporal médio, experimentando assim um maior BEN, aquele grupo se torna mais susceptível a falhas na primeira ovulação. Além do que, animais que perdem muito peso no pós-parto têm maiores concentrações de NEFA e BHBA, o que são também prejudiciais ao desempenho reprodutivo no pós-parto. Animais que não tiveram perda de peso no pós-parto e/ou animais que chegaram a ganhar peso, ainda que pouco, tiveram melhores resultados de concepção ao diagnóstico reprodutivo nos 70 dias comparados aos animais que tinham ECC alto e perderam peso no pós-parto (BARLETTA et al., 2017).

A ovulação do folículo dominante no início da lactação é dependente do restabelecimento da secreção pulsátil de hormônio luteinizante (LH). Beam e Butler (1999)

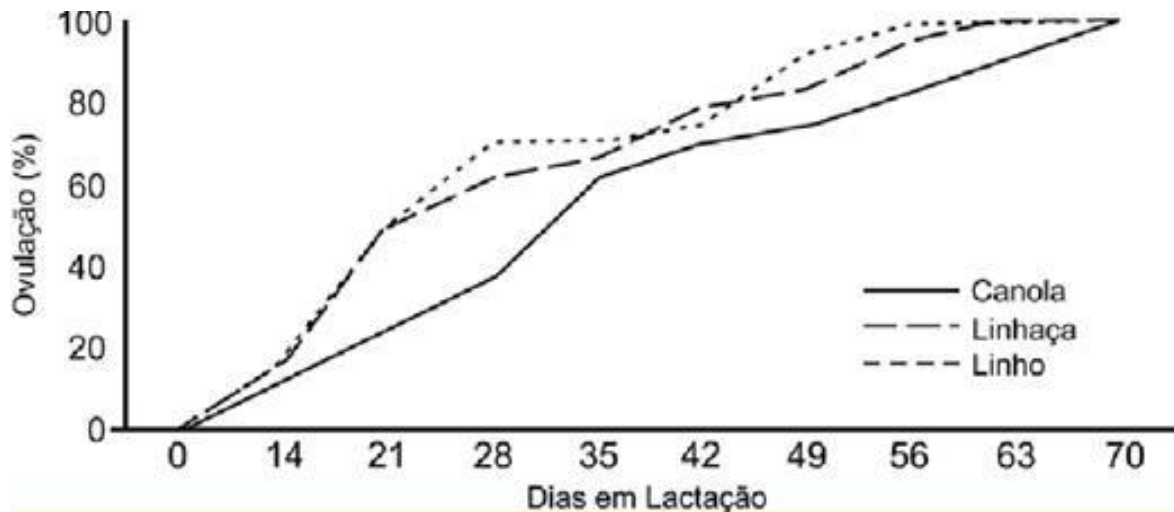
relataram que a frequência de pulsos de LH foi significativamente menor durante a primeira onda folicular pós-parto em vacas que desenvolveram um folículo dominante não ovulatório, comparadas àquelas em que o folículo dominante se desenvolveu até a ovulação. Baixa disponibilidade de energia durante o BEN não somente suprime a secreção pulsátil de LH, mas também reduz a sensibilidade ovariana ao LH (BUTLER, 2001), impedindo a ocorrência de ovulação.

Santos et al. (2008) concluíram que o tipo de suplementação com ácidos graxos, se mais saturado ou insaturado, não influencia no recomeço da ciclicidade após o parto em vacas leiteiras. No entanto, Colazo et al. (2009), afirmaram que o tipo de ácido graxo suplementado durante o período seco claramente tem um efeito no intervalo do parto à ovulação, no qual a suplementação dietética de ácido linoleico ou linolênico são mais benéfica que uma dieta enriquecida em ácido oleico (Figura 10) (COLAZO et al., 2009).

A suplementação de gordura protegida em dietas de vacas no pós-parto aumenta a produção de estradiol do folículo pré-ovulatório (LUCY et al., 1991; BEAM e BUTLER 1997; MOALLEM et al., 2007<sup>a</sup>; LEROY et al., 2008; ). Esse efeito deve ocorrer em função do aumento da concentração de colesterol no fluido folicular e plasma. Como resultado, a hipercolesterolemia também aumenta a secreção de progesterona, apoiando, assim, o desenvolvimento embrionário precoce (RYAN et al., 1992; LAMMOGLIA et al., 1996; MCNAMARA et al., 2003; LEROY et al., 2008;), com resultados positivos sobre a reprodução da vaca.

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).

Figura 10 - 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 dias antes do parto.



Fonte: Adaptado de Colazo et al. (2009).

Rodney et al. (2018) realizaram uma meta-análise sobre o efeito de diversas intervenções dietéticas na reprodução de vacas leiteiras. Os autores encontraram um efeito positivo da suplementação de gorduras na resposta reprodutiva das vacas, tanto na proporção de vacas prenhes, quanto na redução do intervalo entre partos. Esses resultados são consistentes com meta-análise anterior realizada (RODNEY et al., 2015). Portanto, é preciso dar foco à nutrição na fase de pré-parto com possível suplementação de ácidos graxos insaturados visando a melhoria no desempenho reprodutivo, de forma a atender as exigências nutricionais e, consequentemente, evitar a superalimentação.

#### 4.4. Interação da Leptina no período de transição

A leptina, é um hormônio proteico produzido principalmente no tecido adiposo, que inibe o consumo (MORRISON et al., 2001) e participa na regulação da deposição de tecido adiposo. 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., 1997). Adicionalmente, as flutuações nas concentrações de leptina no plasma podem estar relacionadas com a concentração de LH em ovinos (NAGATANI et al., 2000).

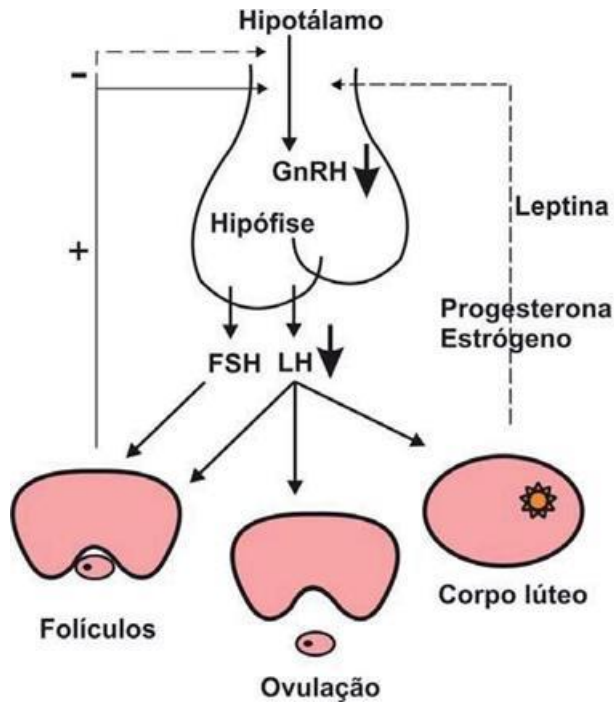
#### 4.4.1. Interação da Leptina na reprodução e imunidade da vaca

O rápido declínio nas concentrações de estradiol no soro sanguíneo ao parto retira o bloqueio exercido por esse hormônio sobre o eixo hipotálamo-hipófise durante a gestação, estimula a síntese de RNAm para a produção de gonadotrofinas e aumenta a liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (ROBINSON, 1996).

Giraldo et al. (2008) constataram que a expressão de genes relacionados à síntese de LH foi significativamente maior em vacas que apresentaram dominância folicular, tinham ovulado ou não, se comparado com as vacas que não tinham dominância folicular e só apresentavam folículos em crescimento. Durante o período de dominância folicular, são produzidas quantidades elevadas de estrogênio (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 desse na ovulação pós-parto, pode estar relacionado à diminuição na gênese de esteroides, que estão regulados tanto por LH como pela leptina (Figura 11).

A leptina transporta a informação para o sistema nervoso central (SNC), especificamente o hipotálamo, onde interage com diferentes neuropeptídeos, como neuropeptídeo Y (NPY-, orexina, galanina etc.), e desencadeia vias de sinalização, as quais provocam respostas fisiológicas complexas (anorexia, orexia), que podem estar relacionadas 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 gônadas e a atividade esteroidogênica para o desenvolvimento folicular (HILLEBRAND et al., 2002; SMITH et al., 2002).

Figura 11 - Interação da leptina na reprodução.



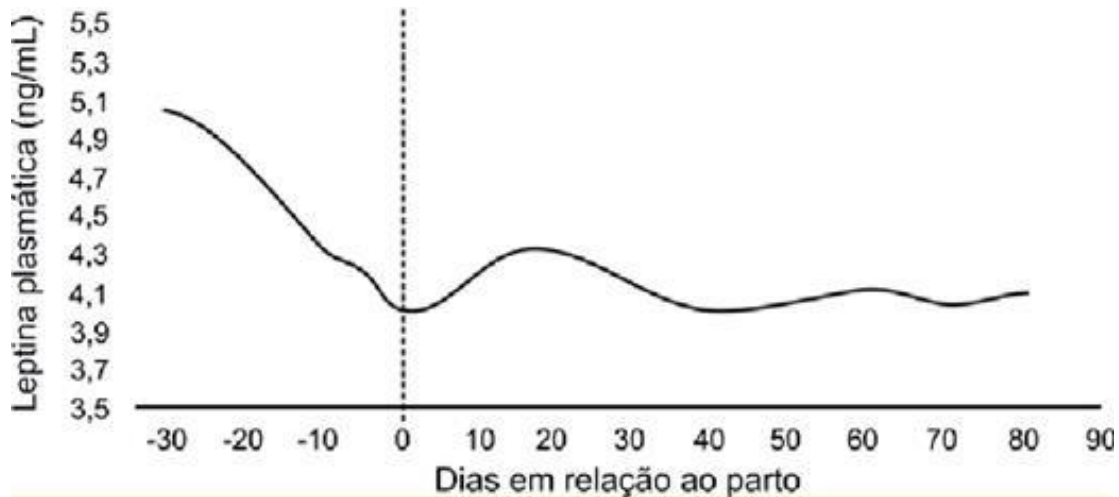
Fonte: Adaptado de Hillebrand et al., 2002.

Durante o período de transição o sistema imunológico da vaca está altamente comprometido, já que a função dos neutrófilos e linfócitos se deprime junto à diminuição da concentração no plasma de outros componentes do sistema imune. A leptina tem funções na imunidade, pois atua na produção de citocinas, que são proteínas que regulam a função de células, e na resposta da comunicação intracelular, além de estar relacionada à produção de macrófagos e leucócitos (FRÜHBECK et al., 1998). Portanto, o emagrecimento agudo pode resultar em diminuição nos níveis de leptina, supressão da resposta imune e aumento da susceptibilidade a infecções.

Liefers et al. (2003) avaliaram as concentrações plasmáticas de leptina de vacas em transição (Figura 12) e verificaram que as concentrações durante o final da gestação são elevadas e há um declínio das concentrações antes e após o início da atividade lútea observada ao primeiro estro. Como hormônio da saciedade, a leptina pode mudar em resposta a ingestão calórica e suprimir o apetite, aumentar a taxa de metabolismo, ganho de peso médio e a deposição de gordura (BASKIN et al., 1999). No hipotálamo, atua na regulação da ingestão de alimentos e na homeostase de energia (MINER, 1992). O hipotálamo ventromedial contém o centro da saciedade e o hipotálamo lateral, o centro da fome, o que está intimamente relacionado com a presença de receptores de leptina (INGVARSTEN; BOISCLAIR, 2001; LEIBOWITZ;

WORTLEY, 2004). Portanto, animais com ECC alto têm maiores níveis de leptina o que interfere no centro da saciedade e da fome, reduzindo o CMS.

Figura 12 - Concentrações plasmáticas de leptina, em vacas no período de transição.



Fonte: Adaptado de Liefers et al. (2003).

## 5. BALANÇO PROTEICO NEGATIVO (BPN)

Em vacas que experimentam BEN durante várias semanas após o parto, as reservas de gordura e proteína do músculo são mobilizadas para compensar o deficit de energia. Porém, a quantidade de energia obtida a partir da mobilização da proteína muscular durante BEN é limitada em comparação com a obtida a partir das reservas de gordura (TAMMINGA et al., 1997; KOMARAGIRI et al., 1998; VAN KNEGSEL et al., 2007). A capacidade do fígado para converter aminoácidos em glicose, principalmente a alanina, aumenta imediatamente após o parto (OVERTON et al., 1998). Bell et al. (2000) sugeriram que, durante os primeiros 7 a 10 dias após o parto, as vacas de alta produção podem mobilizar até 1 kg de proteína de tecido por dia para atender a necessidade de AA e glicose da glândula mamária.

### 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 a síntese e a degradação contínua da proteína muscular existem; 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 se pode prever

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 necessidades 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 a intensidade da mobilização 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 próximo ao parto 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 a mobilização de proteína muscular para o total de massa muscular (SIMMONS et al., 1994). Assim, Van der Drift et al., (2013) reportaram, com base na concentração de 3-MH, que a mobilização de proteína começa antes do parto e termina na quarta semana pós-parto. Além disso, vacas com concentrações plasmáticas de 3-MH inferiores tinham maiores concentrações de BHBA. Outros estudos têm demonstrado que a composição das dietas pré-parto ou de dietas nas primeiras semanas de lactação podem influenciar a mobilização de proteína (KOMARAGIRI et al., 1998; DOEPEL et al., 2002) e mobilização de gorduras (KOMARAGIRI et al., 1998; KNEGSEL et al., 2005). 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.

Por outro lado, Pires et al. (2013) encontraram que a condição corporal ao parto também tem efeito na mobilização de proteína, já que vacas magras mobilizaram menos gordura corporal durante as primeiras semanas da lactação, em razão da baixa disponibilidade, experimentando mais intenso catabolismo de proteína muscular, indicado por sua maior concentração de 3-MH:creatinina no plasma. O período de mobilização de proteína mais grave é por volta do parto (VAN DER DRIFT et al., 2013).

## **6. DOENÇAS E DISTÚRBIOS METABÓLICOS ASSOCIADOS AO BEN**

Vacas com ECC inadequado para cada fase produtiva são propensas à incidência de enfermidades. Além do escore de condição corporal momentâneo, também as mudanças de

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

### 6.1. Cetose

Distúrbio metabólico relacionado ao BEN, especialmente quando as vacas apresentam escores de condição corporal elevados ao parto. Trata-se de um quadro no qual há elevada concentração sérica de corpos cetônicos (Tabela 4), os quais são produtos intermediários do catabolismo de gorduras. Três compostos são normalmente denominados corpos cetônicos: acetona,  $\beta$ -hidroxibutirato e acetoacetato. 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 4 - Concentrações séricas de metabólitos em vacas saudáveis 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

Fonte: Adaptado de Santos (2011).

Esse distúrbio ocorre quando o consumo de energia é reduzido e os requerimentos energéticos aumentam como ocorre no período de transição; o organismo, então, eleva sua produção de corpos cetônicos como forma de compensar o déficit energético (NASCIMENTO; DIAS, 2009). Porém, por vezes, a produção de corpos cetônicos excede a capacidade de aproveitamento como fonte de energia, resultando em acúmulo de corpos cetônicos e AGNE, além de hipoglicemia, o que pode levar à esteatose hepática.

Na cetose subclínica, a concentração de corpos cetônicos é elevada, no entanto, a vaca não apresenta os sintomas de cetose clínica. Os sinais clínicos desse distúrbio são o odor de acetona no hálito e na urina, perda de apetite, diminuição na produção de leite e rápida diminuição do ECC (NASCIMENTO; DIAS, 2009). De acordo com Santos (2011), a hipercetonemia no início da lactação está associada à redução da produção de leite de 1 a 4 kg/dia.

## 6.2. Deslocamento de abomaso

De acordo com Cameron et al. (1998), o deslocamento de abomaso 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.

De acordo com Santos (2011), vacas leiteiras no período de transição com dietas que predisõem à essa enfermidade gera 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 4,0) e o aumento da densidade da dieta pelo uso excessivo de concentrado (SHAVER, 1997).

O uso de altos níveis de concentrado pode resultar em diminuição da motilidade abomasal e em aumento do acúmulo de gás, tal acúmulo pode distender o abomaso e provocar o seu deslocamento (NASCIMENTO; DIAS, 2009). É recomendado que durante o final da gestação, assim como no início da lactação, a dieta contenha quantidades adequadas de fibra efetiva oriunda de forragem, pelo menos 25 a 28% no final da gestação e 21 a 23% no pós-parto imediato. Além disso, é preciso que o animal receba uma dieta pré-parto que contenha alimentos concentrados, de modo a desenvolver uma adaptação ruminal para esse tipo de fermentação, que ocorrerá no pós-parto (SANTOS, 2011).

## 6.3. Hipocalcemia clínica e subclínica

A hipocalcemia também conhecida como febre do leite, paresia puerperal (NASCIMENTO; DIAS, 2009) ou febre vitular (SANTOS, 2011), manifesta-se pela baixa concentração de cálcio e cálcio ionizável (SANTOS, 2011) no sangue. Esse distúrbio ocorre, em geral, cerca de 24 a 72 horas após o parto em vacas leiteiras de alta produção (NASCIMENTO; DIAS, 2009) e é de extrema importância na bovinocultura de leite, em função dos 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, esse animal perde em torno de 23 g de Ca em uma única ordenha. Essa 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 desse mineral de origem endógena não estejam ativados agravando a situação.

Segundo Curtis et al. (1994), a consequência desse aumento súbito na demanda metabólica por cálcio é que todas as vacas experimentam algum grau de hipocalcemia nas primeiras 24 horas após o parto, até que o intestino e os ossos se adaptem às mudanças metabólicas ocasionadas pela lactação.

Em torno de 99% do cálcio corporal está em forma inorgânica, como sais de hidroxiapatita na matriz óssea. O restante do cálcio presente no corpo está distribuído no espaço vascular e celular (SANTOS, 2011). 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 três hormônios, o paratohormônio (PTH), a calcitonina e a Vitamina D3 (SANTOS, 2011).

As concentrações de Ca no sangue variam de 8,5 a 11,5 mg/dL, para que isso ocorra, mecanismos de homeostase são constantemente ativados e estão associados a paratireoide, a qual é responsável pela produção e secreção do PTH (SANTOS, 2011). Baixas concentrações de Ca promovem a síntese e liberação do PTH, que 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 (SANTOS, 2011). 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 hipercalcinemia (SANTOS, 2011). A ocorrência de hipocalcemia em bovinos está também relacionada ao balanço ácido-básico da vaca nos últimos dias de gestação.

## **7. PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA EVITAR E/OU ATENUAR OS DISTÚRBIOS METABÓLICOS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

### **7.1. Dietas deficientes em cálcio**

A utilização de dietas deficientes em Ca resulta em um balanço negativo de Ca, levando a baixas concentrações de Ca no sangue e consequente aumento da produção de PTH. O

aumento da secreção de PTH leva à 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 nesse método. Para que uma dieta desse 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, 2011).

## 7.2. Dietas acidogênicas

A utilização do balanço cátion-aniônico (BCA) como forma de evitar a ocorrência de hipocalcemia no rebanho está baseada na teoria de íons fortes proposta por Stewart (1983), na qual a alteração nos íons de uma solução é capaz de causar alterações no pH da 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, esses minerais apresentam alta taxa de absorção no intestino e maior concentração em mEq. 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 acidose metabólica branda. Essa condição de pH sanguíneo ligeiramente ácido promove maior atividade do PTH, promovendo maior mobilização óssea de Ca.

O BCA de uma dieta por ser calculado como:

$$\text{BCA (mEq/kg)} = \{(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{2-})\} \text{ (BLOCK, 1994)}$$

De posse da composição da dieta e da relação de mEq de íons para cada mineral, o BCA da dieta é calculado. Como exemplo, na Tabela 5 é apresentada a composição da dieta.

Tabela 5 - Exemplo de quantidade de íons mEq para calcular BCA da dieta.

	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Cl</i>	<i>S</i>
<i>Concentração percentual na dieta (%)</i>	0,13	1,1	0,6	0,35

<i>Quantidade a cada kg da dieta (mg)</i>	1300	11000	6000	3500
<i>Quantidade de 1 mEq de íon (mg)</i>	23,0	39,1	35,5	16,05

Fonte: Os autores.

Com posse dessas informações, é possível calcular a quantidade de mEq de cada mineral na dieta:

$$\text{Na} = 1.300 / 23 = 56,52 \text{ mEq}$$

$$\text{K} = 11.000 / 39,1 = 281,33 \text{ mEq}$$

$$\text{Cl} = 6.000 / 35,5 = 169,01 \text{ mEq}$$

$$\text{S} = 3.500 / 16,05 = 218,07 \text{ mEq}$$

Assim, 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 BCA de dietas de vacas em lactação varia de +337 mEq/kg a +810 mEq/kg (IWANIUK; ERDMAN, 2015). No caso de dietas pré-parto, o recomendado para se obter sucesso nesse método de prevenção é que o BCA seja de – 150 mEq a –100 mEq/kg de matéria seca (SANTOS, 2011). Portanto, na dieta hipotética (Tabela 5) o teor de Cl e S deveriam ser maiores para garantir resultados entre – 150 mEq a –100 mEq/kg.

A dieta acidogênica deve ser oferecida 21 dias antes da data prevista do parto e acredita-se que são necessários 5 a 7 dias para que o efeito da acidose metabólica se manifeste sobre os mecanismos de controle homeostático de Ca (SANTOS, 2011). Para verificar se a dieta está sendo efetiva, é preciso monitorar o pH urinário pelo menos uma vez por semana, que em condições normais fica entre 8,5 a 9 e, nesse caso, em uma dieta acidogênica, segundo Goff (2009), o pH médio da urina de vacas Holandesas deve ficar entre 6,2 e 6,8; já para vacas Jersey, entre 5,8 e 6,3, valores inferiores a esses podem gerar uma acidose metabólica exacerbada, o que poderá reduzir o consumo de matéria seca.

### 7.3. Ionóforos

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

A monensina, assim como outros ionóforos, é um antibiótico. Os ionóforos vêm sendo empregados há mais de vinte anos, com respostas positivas e consistentes, sendo considerado um dos melhores exemplos de aditivo de sucesso na produção animal. O efeito mais notório dos ionóforos é o aumento da retenção de energia fermentada no rúmen, em função da alteração no padrão de fermentação, com maior produção de propionato (C3), em relação a acetato (C2), e decorrente diminuição das perdas por meio do metano.

Os ionóforos também diminuem a degradação da proteína ruminal e assim, reduzem a degradação de peptídeos e aminoácidos, resultando em menor produção de amônia. Por último, os ionóforos (particularmente a monensina) diminuem a ocorrência de distúrbios metabólicos, como acidose, deslocamento de abomaso e timpanismo, pela menor concentração de ácido láctico e menor produção de mucopolissacarídeos que dão estabilidade à espuma (MARINO; MEDEIROS, 2015).

Em termos gerais, as maiores respostas esperadas com o fornecimento de monensina são: i) sobre a produção de leite, com melhorias de até 7% (MCGUFFEY et al., 2001) e ii) sobre a condição corporal dos animais, com efeitos comprovados anti-cetogênicos, atenuando o balanço energético negativo típico de vacas de alta produção depois do parto (DUFFIELD et al., 2008). Todavia, também tem efeito positivo sobre o controle da acidose ruminal (NAGARAJA et al., 1982) e melhoria do uso de nitrogênio dietético (RUIZ et al., 2001).

### 7.4. Precursores gliconeogênicos

A maior parte da glicose utilizada pela vaca leiteira (cerca de 70%) é proveniente da gliconeogênese hepática (SANTOS, 2011). 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 no qual são convertidos em glicose (SANTOS, 2011).

O melhor uso dessa alternativa é seu fornecimento de forma individual e não incorporado à dieta, pois a presença desses compostos pode gerar redução do consumo de matéria seca. Além do que, a quantidade ingerida poderia ser insuficiente para promover uma resposta efetiva e seu uso deve ser restrito aos primeiros 10 a 15 dias de lactação (SANTOS, 2011). Uma boa estratégia é utilizar drench oral para os animais no pós-parto imediato, até 24 horas, pois ele possui um precursor gliconeogênico que é o propionato de cálcio, além de outros componentes que o animal necessita nesse momento, o exemplo de uma fórmula de drench pode ser observado na Tabela 6 (ENEMARK et. al 2009).

É importante lembrar que o fornecimento de concentrado também é um importante precursor gliconeogênico (propionato) e o seu maior uso no peri-parto pode aumentar a síntese de glicose no fígado e ajudar na prevenção da cetose.

Tabela 6 - Fórmula de drench oral para vacas.

<i>Componente</i>	<i>Quantidade</i>
<i>Propionato de cálcio</i>	700 gramas
<i>Cloreto potássio</i>	100 gramas
<i>Sulfato de Magnésio</i>	200 gramas
<i>Água</i>	20 litros

Fonte: Adaptado de Enermark et al. (2009).

## 7.5. 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 chave para o metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos. Ruminantes são capazes de sintetizar niacina, seja via fermentação ruminal ou metabolismo celular envolvendo o aminoácido triptofano. No entanto, tem-se observado que a suplementação de vacas leiteiras com niacina leva à redução na mobilização de reservas corporais durante o período de transição (ZEOULA; GERON, 2011). 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, 2011). É provável que essa estratégia surta efeito apenas em animais com elevado

escore de condição corporal, por isso tem sido recomendada principalmente para animais nessa situação.

## 7.6. Lipídios

Do ponto de vista nutricional, o principal limitante na produção de vacas leiteiras é a ingestão de energia. Assim, a suplementação lipídica pode ser interessante no início da lactação, tanto por garantir o pico de produção, como para reposição da condição corporal (PEDROSO; LOPES, 2011). Vacas em 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; LOPES, 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; MATTOS, 2006).

Staples et al. (2001) citaram que a resposta produtiva à utilização de gordura dietética para vacas em lactação pode resultar em acréscimos de 2 até 5 kg leite/vaca/dia, sendo necessário que os animais tenham período de adaptação longo à dieta, para que respondam a alta energia oriunda dos lipídios, dessa forma, justificando a necessidade de utilizar gordura na dieta desde o pré- parto. A primeira razão para ocorrência do aumento da produção de leite é a melhor eficiência de utilização da gordura dietética por vacas em lactação, com a qual 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).

Diferenças no consumo não são significativas quando 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 degradação da fibra no rúmen e maior produção de ácidos graxos trans oriundos da biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados, o que compromete a síntese desse tipo de ácido na glândula mamária, inibindo a síntese de gordura no leite (BAUMAN; CURRIE, 1980).

O uso de suplementação de gordura no período de transição é benéfico à vaca de alta produção, pois ele pode atenuar os efeitos da lipólise no pós-parto. Vacas que receberam suplementação de ácido linoleico conjugado protegido, 3 semanas antes da data prevista do parto e após o parto de 71 a 93 dias, tiveram menores mobilizações lipídicas, assim como redução nas concentrações de AGNE e BHBA. Conseqüentemente, esse grupo também apresentou menores incidências de cetose subclínica pós-parto (GALAMB et al., 2017).

Chandlera et al. (2017) usando o mesmo produto no pré-parto (21 dias) e no pós-parto (até 30 dias), também evidenciaram efeitos benéficos dessa suplementação, pois a taxa de concepção no primeiro serviço de vacas primíparas foi melhorada. Ao se usar lipídeos em dietas de ruminantes, é preciso ter atenção ao nível de extrato etéreo (EE) da dieta total, que não deve ultrapassar de 5% (LEWIS et al., 1999) quando se usa somente uma fonte de lipídeos e quando esta não está protegida. Valores maiores podem ser usados, chegando até, no máximo, 7% de EE (NRC, 2001), porém isso só é possível quando se usa mais de uma fonte de lipídeos, sendo uma delas protegida.

### **7.7. Colina**

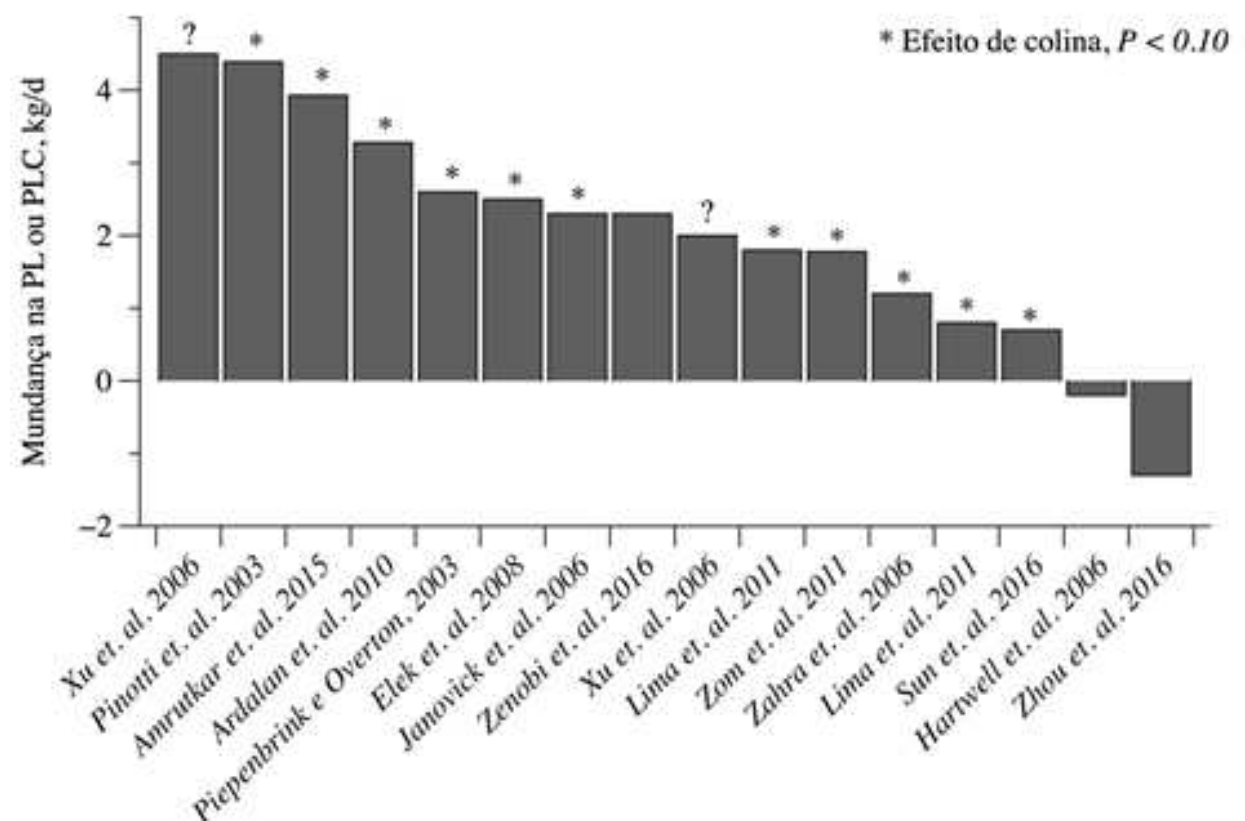
A colina, juntamente à metionina, são os principais doadores do grupo metil para o metabolismo de vacas de alta produção. Esses são necessários para a formação de compostos intracelulares antioxidantes, como glutathiona e taurina, bem como de compostos que atuam no tecido hepático melhorando a capacidade de degradar os ácidos graxos provenientes da lipólise, como a fosfatidilcolina e carnitina (ZOHOU et al., 2016a).

A colina é uma lipoproteína que tem papel importante no fígado para exportação de lipídeos hepáticos, assim a adequada suplementação pode evitar o acúmulo de lipídeos (YAO; VANCE, 1988 apud LEIVA et al., 2015).

O período de transição é também marcado pelo aumento do oxigênio reativo, podendo gerar estresse oxidativo, ocasionando danos teciduais, inflamações e comprometimento das respostas leucocitárias (ZOHOU et al., 2016a). Um componente importante da reação inflamatória de fase aguda é a síntese de proteínas como a haptoglobina, que previne a perda de ferro e tem efeitos bacteriostáticos (PETERSEN et al., 2004 apud LEIVA et al., 2015). Por esse fato, levando em consideração que a suplementação com colina seria benéfica para melhorar os status imunológico de vacas em período de transição, LEIVA et al. (2015)

mensuraram as concentrações de haptoglobina em vacas que foram suplementadas com 50 g de colina (produto comercial com 18,8% de colina) 21 dias antes do parto e 100 g até 45 dias em lactação. O grupo suplementado teve maiores concentrações de haptoglobina comparadas ao grupo que não teve suplementação de colina, podendo ser um dos mecanismos que faz com que a suplementação de colina no período de transição melhore o status imunológico desses animais. Como consequência nessa melhoria no status imunológico, diversos trabalhos têm demonstrado aumento de produção de leite de vacas alimentadas com colina no peri-parto (Figura 13).

Figura 13 - Mudança na produção de leite ou leite corrigido para gordura de vacas suplementadas com diferentes tipos de colina protegidas durante o período de transição.



Fonte: Figura preparada por Marcos Zenobi.

## 7.8. Metionina

No período de transição além do balanço energético negativo, existe também elevada demanda por proteína e AAs, principalmente no início da lactação, já que a glândula mamária necessita ser suprida por AAs para a produção de leite (BELL et al., 2000). A metionina,

normalmente, é o primeiro AA limitante de vacas em lactação (NRC, 2001); assim, a suplementação com metionina vem sendo estratégia preconizada para minimizar os efeitos dessa deficiência de AAs nessa fase e a indicação é que se alcance uma relação Lisina: Metionina de 2.8:1 (ZHOU et al., 2016b).

Zhou et al. (2016a) constataram que animais que foram suplementados com 10 g de metionina protegida (biodisponibilidade 80%) do dia -21 (+-2) antes do parto ao dia 30 pós-parto tiveram menores incidências de cetose e retenção de placenta. Em outro trabalho do mesmo grupo de pesquisa, constataram que vacas suplementadas com metionina no período de transição tiveram uma melhor resposta imunológica, melhorando a fagocitose e a capacidade de oxidação após desafio com patógenos, confirmando os resultados anteriormente encontrados (ZHOU et al., 2016b).

Além de melhorias na saúde de animais suplementados com metionina, Batistel et al. (2017) também evidenciaram aumentos de produção, quando os animais foram suplementados com metionina protegida de 28 dias antes do parto a 60 dias pós-parto. Nesse estudo, foram mensuradas as diferenças de produção em dois intervalos, de 0 a 30 dias e de 30 a 60 dias pós-parto. Os aumentos de produção foram de 4,3 kg/d e 4,7 kg/d corrigidos para 3,5% de gordura, respectivamente; no entanto, os autores verificaram que esse aumento foi impulsionado pelo aumento no CMS e melhora da função hepática (BATISTEL et al., 2017).

## **9. CONFORTO NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

O conforto animal de vacas no período seco vem sendo negligenciado no Brasil. A grande maioria das propriedades destina as piores áreas a essa categoria, posto que devesse ser utilizado um ambiente coberto, ao abrigo da luz solar, com temperatura e umidade controladas. Estudos recentes sobre os efeitos do conforto no período seco apontam relação entre o conforto nessa fase com a produção dos animais na lactação subsequente, assim como o status imunológico do animal. Ferreira et al. (2016) realizaram análise econômica sobre a viabilidade de resfriar vacas no período seco e encontraram, de acordo com dados dos EUA, que na lactação seguinte o animal deve produzir 265 kg de leite a mais para que seja viável o investimento na construção de uma nova instalação com resfriamento e, caso não seja necessária nova edificação, apenas a instalação de um sistema de resfriamento, o qual seria pago com aumentos de apenas 40 kg de leite na lactação seguinte (FERREIRA et al., 2016). Esses valores levaram

em consideração o aumento de custos com alimentação, pois, nessas condições, ocorre aumento da ingestão de matéria seca.

Amaral et al. (2009, 2011), verificaram que os animais em estresse térmico tiveram redução de 7 dias na gestação em comparação aos animais que foram resfriados. Esse fato se deve, provavelmente, às maiores descargas de cortisol que anteciparam o parto desses animais. Outro fator importante é o status imunológico de vacas em período de transição, já que esses animais tendem a ter imunossupressão. Tompshon et al. (2014) reportaram que animais que não passaram por estresse térmico apresentaram maiores contagens de leucócitos e neutrófilos. Além disso, esses animais foram desafiados com a inoculação intramamária do patógeno *Streptococcus uberis* e mantiveram essa diferença mesmo após o desafio, apresentando melhores respostas ao patógeno. Portanto, para que o animal possa expressar todo seu potencial genético, é preciso um conforto térmico no período de transição, assim como uma alimentação balanceada, sendo um dependente do outro para o sucesso da lactação seguinte em termos produtivos e sanitários.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O período seco e de transição, são pontos cruciais para o sucesso de uma fêmea leiteira, nesse momento decidimos o desempenho dela por toda lactação seguinte, sendo responsáveis pelo sucesso ou fracasso. O manejo nessa fase envolve muito mais do que um balanceamento dietético adequado, pois o animal que chegará nessa etapa deve ser preparado muito antes disso, chegando com um ECC adequado, por exemplo. Além disso, o ambiente em que esse animal habitará também será grande influenciador dos resultados dessa fase.

Sendo assim, para que se tenha sucesso no período seco e de transição, é preciso seguir algumas recomendações como foram descritas ao longo desse capítulo, pois as doenças nos primeiros 30 dias de lactação são o resultado do manejo a partir dos 45 dias antes do parto. Podemos, então, fazer um checklist de medidas preventivas que deverão ser adotadas em cada período:

- ✓ **Secagem:** deve ser feita até no máximo 230 dias de gestação; o animal deve estar em uma condição corporal adequada, conforme descrito em escore de condição corporal; Casos de mastites deverão ser tratados nessa fase, já que as chances de cura nesse momento são maiores; Casqueamento preventivo: deve ser

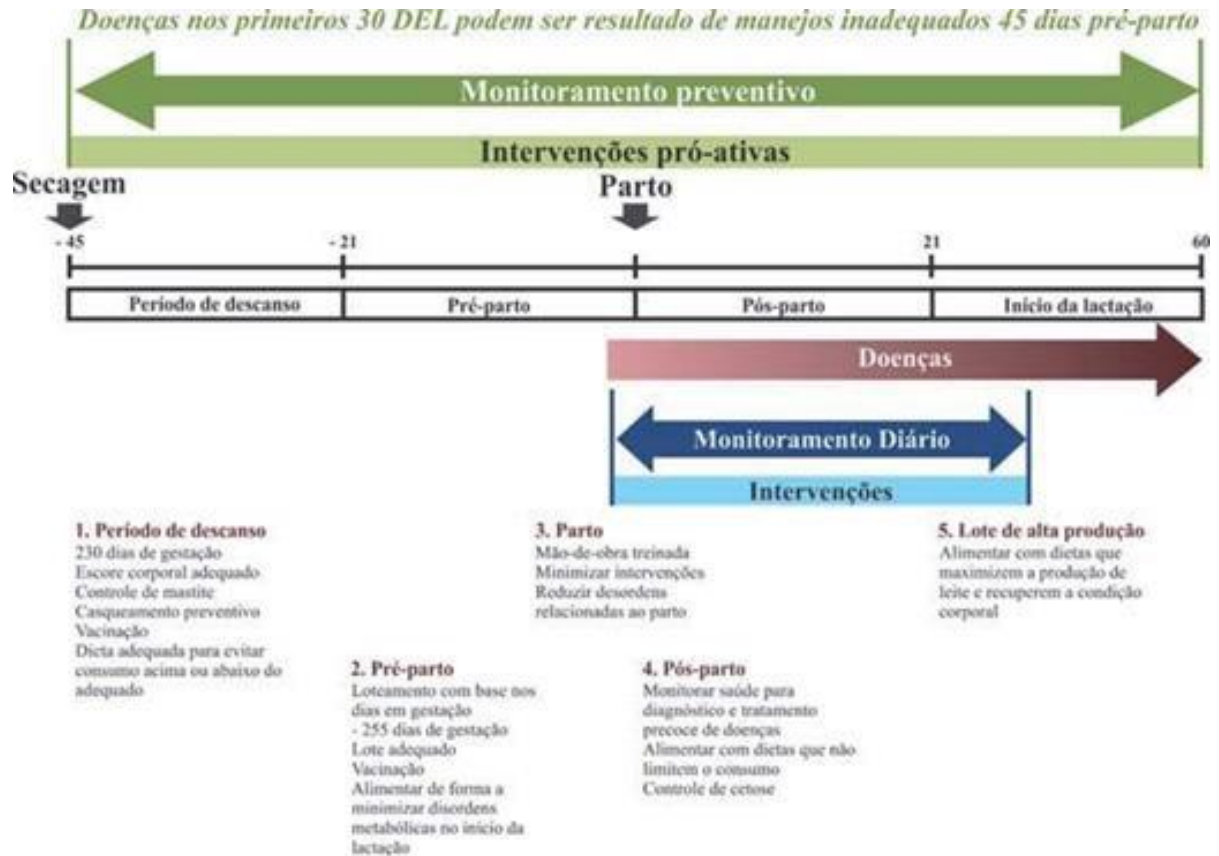
realizado para evitar que o animal deva ser tratado de forma curativa na lactação seguinte e deve ser feito um programa de vacinação de acordo com os desafios de cada rebanho. Nessa fase, pode ser que algumas vacinas sejam necessárias. A dieta deve ser balanceada para evitar consumo excessivo de **nutrientes**.

- ✓ **Pré-parto:** o animal deverá ir para esse grupo aos 255 dias de gestação e a dieta dele deverá ser balanceada de modo a evitar distúrbios metabólicos no início da lactação; caso a incidência desses distúrbios esteja elevada, será necessário reajustar a dieta. De acordo com o programa de vacinação da fazenda, pode ser que algumas vacinas sejam necessárias nessa fase.
- ✓ **Parição:** nesse momento é preciso um bom treinamento dos colaboradores para que as intervenções sejam minimizadas e que, quando necessárias, sejam eficientes. O uso de drench oral nesse momento irá reduzir, consideravelmente, as chances de ocorrerem distúrbios metabólicos.
- ✓ **Pós-parto precoce:** é a fase de maior atenção, pois, os problemas geralmente ocorrem nesse período, sendo esta a fase na qual o animal deve ser mais monitorado para que, caso ocorra algum distúrbio metabólico, este seja identificado precocemente. A dieta nessa etapa deverá favorecer a ingestão de matéria seca, já que o animal tem baixo consumo. Os níveis de corpos cetônicos deverão ser monitorados nesta fase.

Seguindo esses passos, certamente se obterá sucesso nas lactações de grande parte do rebanho, pois a produção leiteira tem se tornado cada vez mais exigente em eficiência e, para se atingir essa melhor eficiência, as perdas passíveis de prevenção estão sendo fortemente trabalhadas. Nesse capítulo foi possível compreender que o sistema é complexo, pois um manejo mal feito pode resultar em inúmeras consequências, mas que o contrário também é verdadeiro, se o manejo for feito de forma adequada, consideráveis problemas serão evitados.

Na Figura 14, é possível observar a linha do tempo do período de transição da vaca leiteira.

Figura 14 - Principais aspectos que envolvem o período de transição da vaca leiteira.



*Linha do tempo do manejo de vacas para uma transição com sucesso  
Prover conforto para o animal e abatimento térmico*

Fonte: Figura preparada por José Eduardo Portela Santos.

## REFERÊNCIAS

- AHIMA, R. S.; DUSHAY J.; FLIER S. N.; PRABAKARAN D.; FLIER J. S. **Leptin accelerates the onset of puberty in normal female mice.** 1997. *J. Clin. Invest.* 99: 391-395.
- AMORIN, L. S. **Manejo do balance energético negativo e escore corporal.** In: SILVA, J. P. M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Org.). *Manejo e administração na bovinocultura leiteira.*, 2009, 1 ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora LTDA, p. 129-150.
- AMARAL, B. C.; CONNOR, E. E.; TAO, S.; HAYEN, M. J.; BUBOLZ, J. W.; DAHL, G. E. **Heat stress abatement during the dry period influences metabolic gene expression and improves immune status in the transition period of dairy cows.** *Journal of Dairy Science*, 2011 v. 94, n. 1, p. 86-96.
- AMARAL, B. C.; CONNOR, E. E.; TAO, S.; HAYEN, M. J.; BUBOLZ, J. W.; DAHL, G. E. **Heat-stress abatement during the dry period: Does cooling improve transition into lactation?** *Journal of Dairy Science.* 2009, v. 92, n. 12, p. 5988-5999.
- ANNEN, E. L.; COLLIER, R. J.; MCGUIRE, M. A.; VICINI, J. L.; BALLAM J. M.; LORMORE, M. J. **Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows.** *Journal of Dairy Science*, 2004, v. 87, p. 3746–3761.
- BACHMAN, K. C.; SCHAIRER, M. L.; **Invited review: Bovine studies on optimal lengths of dry periods.** *Journal of Dairy Science*, 2003, v. 86, p. 3027–3037.
- BASKIN, D. G.; LATTEMANN, D. F.; SEELEY, R. J.; WOODS, S.C.; PORTE, D. J. R.; et al. **Insulin and leptin: dual adiposity signals to the brain for the regulation of food intake and body weight.** *Brain Research*, 1999; 848: 114-123.
- BATISTEL, F.; ARROYO, J. M.; BELLINGERI, A.; WANG, L.; SAREMI, B.; PARYS, C.; TREVISI, E.; CARDOSO, F. C.; LOOR, J. J. **Ethyl-cellulose rumen-protected methionine enhances performance during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows.** *Journal of Dairy Science*, 2017, v. 100, n. 9.

- BAUMAN, D. E.; CURRIE, B. **Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeohehesis.** Journal of Dairy Science, 1980, v. 63, p. 1514-1529.
- BARLETTA, R. V.; MATURANA FILHO, M.; CARVALHO, P. D.; DEL VALLE, T. A.; NETTO, A. S.; RENNÓ, F. P.; MINGOTI, R. D.; GANDRA, J. R.; MOURÃO, G. B.; FRICKE, P. M.; SARTORI, R.; MADUREIRA, E. H.; WILTBANK, M. C.; **Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows.** Theriogenology, 2017. Disponível em: doi:10.1016/j.theriogenology.2017.07.030.
- BELL, A. W. Pregnancy and fetal metabolism. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism.** 1993, p 405. CAB International, Oxford, U. K.
- BELL, A. W. **Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation.** J Anim Sci, 1995, v.73, p.2804-2819.
- BELL, A. W.; Burhans, W. S.; Overton, T. R. **Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows.** Proc. Nutr. Soc. 2000, 59: 119-126.
- 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.** Biol Reprod, 1997, v.56, p.133-142.
- BERGMAN, E. N. **Glicose metabolism in ruminants as related to hypoglycemia and ketosis.** Cornell Vet, 1973, 63: 341.
- BEWLEY, J. M.; SCHUTZ, M. M. **Review: an interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle.** The Professional Animal Scientist, 2008, v. 24, p. 507-529.
- BLOCK, E. **Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows.** Journal of Dairy Science, 1994, v. 77, p. 1437-1450.

BLOCK, S. S., W. R. BUTLER, R. A. EHRHARDT, A. W. BELL, M. E. VAN AMBURGH, E. Y. R. BOISCLAIR. **Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance.** J. Endocrinol, 2001. 171: 339–348.

BRADLEY, A. J.; BREEN, J. E.; PAYNE, B.; WILLIAMS, P.; GREEN, M. J. **The use of a cephalonium containing dry cow therapy and an internal teat sealant, both alone and in combination.** Journal of Dairy Science, 2010, v. 93, p. 1566–1577.

BUTLER, W. R. **Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows.** Livest Prod Sci, 2003, v.83, p.211-218.

BUTLER, W. R. **Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum dairy cows.** Anim Sci Occas Publ, 2001, v.26, p.133- 145.

CAMERON, R. E. B.; DYK, P. B.; HERDT, T.H.; et al. **Dry cow diet, management, and energy balance as risks factors for displaced abomasum in high producing dairy herds.** Journal of Dairy Science, 1998, v. 81, p. 132-129.

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

CAMERON, M.; MCKENNA, S. L.; MACDONALD, K. A.; DOHOO, I. R.; ROY, J. P.; KEEFE, G. P. **Evaluation of selective dry cow treatment following on-farm culture: Risk of postcalving intramammary infection and clinical mastitis in the subsequent lactation.** Journal of Dairy Science, 2014, v. 97, n. 1.

CAPUCO, A. V.; AKERS, R. M.; SMITH, J. J. **Mammary growth in Holstein cows during the dry period: Quantification of nucleic acids and histology.** Journal of Dairy Science, 1997, 80: 477–487.

CHANDLER, T. L.; FUGATEA, R. T.; JENDZAB, J. A.; TROESCHER, A.; WHITEA, H. M. **Conjugated linoleic acid supplementation during the transition period increased milk production in primiparous and multiparous dairy cows.** Animal Feed Science and Technology, 2017, v. 224, p. 90-103.

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

CHEHAB, F. F.; LIM, M. E.; LU, R. **Correction of the sterility defect in homozygous obese female mice by treatment with the human recombinant leptin.** Nat. Genet. 1996, 12: 318–320.

CHIBISA, G. E.; GOZHO, G. N.; VAN KESSEL, A. G.; OLKOWSKI, A. A.; MUTSVANGWA, T. **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, 2008, 91: 3512–3527.

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

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, 2009, 92: 2562–2571.

COMISSÃO EUROPEIA, 2011. **Commission’s 2011 Action Plan against the rising threats from AMR. DGs: Health and Food Safety.** Disponível em: <http://ec.europa.eu/dgs/healthfood-safety/amr/actioneu/indexen.htm>. Acesso em: 21 out. 2018.

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

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

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, 2002, 85: 2315–2334.

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, 2006, v. 89, p. 2141-2157.

DOMECQ, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LLOYD, J. W.; et al. **Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows.** Journal of Dairy Science, 1995, v. 78, p. 2308-2313.

DRACKLEY J. K. **Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier?** Journal of Dairy Science, 1999, 82: 2259-2273.

DUFFIEL, 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, 2008, v. 91, p. 1334-1346.

EARLE, D. F. **A guide to scoring dairy cow condition.** Journal of Agriculture, 1976, v. 74, p. 228.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; et al. **A body condition scoring chart for Holstein dairy cows.** Journal of Dairy Science, 1989, v. 72, p.68-78.

ENEMARK, J. M., SCHMIDT, H. B., JAKOBSEN, J., ENEVOLDSEN, C. **Failure to improve energy balance or dehydration by drenching transition cows with water and electrolytes at calving.** Veterinary Research Communications, 2009, v. 33, p. 123- 137.

FAO. 2016. **Reducing the spread of antimicrobial resistance on our farms and in our food.** Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/en/item/433096/icode/>. Acesso em: 21 out. 2018.

FERREIRA, F. C.; GENNARI, R. S.; DAHL, G. E.; DE VRIES, A. **Economic feasibility of cooling dry.** Journal of Dairy Science, 2016, v. 99, n. 12.

FERREIRA, J. L.; TONIOLLI, R.; GRAÇA-DUARTE, A. B.; CAMPAGNARI, F.; PADOVEZ, B. A.; et al. **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).** Braz J Vet Res anim, 2002, 39: 208-212.

FERGUSON, J. D.; GALLIGAN, D. T.; THOMSEN, N. **Principal descriptors of body condition score in Holstein cows.** Journal of Dairy Science, 1994, v. 77, p. 2695- 2703.

FIGUEIREDO, C. B.; SANTANA JUNIOR, H. A.; BEZERRA, L. R. **Balanço cátion-aniónico na dieta de vacas lactantes em pastagem tropical. Dissertação (Mestrado).** Universidade Federal do Piauí. 92 f. Bom Jesus-PI, 2017.

FRÜHBECK, G.; JEBB, S. A.; PRENTICE, A. M. **Review, Leptin: physiology and pathophysiology.** Blackwell Science Ltd. *Clinical Physiology*, 1998, v. 18, n. 5, p. 399-419.

GALAMB, E.; FAIGL, V.; KERESZTES, M.; CSILLIK, Z.; TRÖSCHER, A.; ELEK, P.; KULCS, M.; HUSZENICZA, G.; FÉBEL, H.; HUSVÉTH, F. *Effect of pre- and post-partum supplementation with lipid-encapsulated conjugated linoleic acid on milk yield and metabolic status in multiparous high-producing dairy cows.* *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2017, v. 101, p. 1026-1035.

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

GIRALDO, C. A.; OLIVERA, Á. M.; RUIZ CORTÉS, Z. T. **Efecto de la variación de peso, la condición corporal, y la expresión de receptores de leptina y de hormona luteinizante, en la anovulación posparto en vacas cebú (Bos indicus).** *Rev Colomb Cienc Pecu*, 2008; 21: 228-238.

GLÓRIA, J. R.; BERGMANN, J. A. G.; QUIRINO, C. R.; RUAS, J. R. M.; MATOS, C. R. A.; PEREIRA, J. C. C. **Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu.** *Rev Bras Zoot*, 2010, v.39, p.2160-2165.

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

GOFF, J. P. **Como controlar a febre do leite e outras desordens metabólicas relacionadas a macro minerais em vacas de leite.** In: Curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos, 13., 2009, Uberlândia, MG. Anais [...] Uberlândia, Conapec Jr; Botucatu: UNESP/FMVZ, 2009. p.267-284.

GOTT, P. N.; RAJALA-SCHULTZ P. J.; SCHUENEMANN G. M.; PROUDFOOT K. L.; HOGAN J. S. **Effect of gradual or abrupt cessation of milking at dry off on milk yield and somatic cell score in the subsequent lactation.** *Journal of Dairy Science*, 2017, v. 100, n. 2.

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. Disponível em: [www.cbpa.org.br](http://www.cbpa.org.br). Acesso em: dez. 2018.

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

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

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

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, 2003, v.86, p 1771-1779.

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, 2001. p.121-137.

HILLEBRAND, J. J.; WIED, D.; ADAN, R. A.; **Neuropeptides, food intake and body weight regulation: a hypothalamic focus.** Peptides, 2002, 23: 2283-2306

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

IWANIUK, M. E.; ERDMANINTAKE, R. A. **Milk production, ruminal, and feed efficiency responses to dietary cation-anion difference by lactating dairy cows.** Journal of Dairy Science, 2015, v. 98, i. 12, p: 8973-8985.

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

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, 2011, 94: 1385–1400.

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

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, 1990, Champaign, v. 73, n. 10 p. 2842-2854.

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.** Reprod. Nutr. Dev. 45:665–688.

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, 1998, 81: 169–175.

LAMMOGLIA, M. A.; WILLARD, S. T.; OLDHAM, J. R.; RANDEL, R. D. **Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows.** Animal Science Journal, 74, 2253–2262.

LIEFERS, S. C.; VEERKAMP, R. F.; TE PAS, M. F. W.; 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, 2003, v.86, p.799–807.

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, 2008, p.1001-1017.

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

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

LEIVA, T.; COOKE, R. F.; BRANDÃO, A. P.; MARQUES, R. S.; VASCONCELOS, J. L. M. **Effects of rumen-protected choline supplementation on metabolic and performance responses of transition dairy cows.** Journal Animal Science, 2015, v. 93, p. 1896-1904.

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

LEROY, J. L. M. R.; VAN SOOM, A.; OPSOMER, G.; GOOVAERST, I. G. F.; BOLS, P. E. **J. Reduced Fertility in High-yielding Dairy Cows: Are the Oocyte and Embryo in Danger? Part II Mechanisms Linking Nutrition and Reduced Oocyte and Embryo Quality in High-yielding Dairy Cows.** Reprod Dom Anim, 2008, v. 43, p. 623–632.

LEURY, B. J.; BIRD A. R.; CHANDLER K. D.; BELL, A. W. **Glicose partitioning in the pregnant ewe: Effects of undernutrition and exercise.** Br. J. Nutr, 1990, 64: 449.

LEWIS, W. D.; BERTRAND, J. A.; JENKINS, T. C. **Interaction of tallow and hay particle size on ruminal parameters.** Journal of Dairy Science, 1999, 82, 1532–1537.

LOWAN, B. G.; SCOTT, N. A.; SOMERVILLE, S. H. **Condition scoring of cattle.** East Scotland College of Agriculture, 1986, Edinburgh, UK.

LUCY, M. C.; STAPLES, C. R.; MICHEL, F. M.; THATCHER, W. W. **Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows.** Journal of Dairy Science, 1991, 74, 473–482.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. **Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte.** Medeiros, S. R.; Gomes, R. C.; D.J. Bungenstab, 2015, 1ed. Embrapa, Brasília, DF.

MARQUES, J. R.; A.P. Da fertilidade ao puerpério: fundamentos da reprodução da vaca. In: **Bovino cultra leiteira: bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**, 2010, Santos et al. (Orgs.). p .199-23.

MCGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. **Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook.** Journal of Dairy Science, 2001, 84 (E Suppl.): E194–E203.

MCMAMARA, S.; BUTLER, T.; RYAN, D. P.; MEE, J. F.; DILLON, P.; O'MARA, F. P., BUTLER, S. T.; ANGLESEY, D.; RATH, M.; MURPHY, J. J.; **Effect of offering rumen-protected fat supplements on fertility and performance in spring-calving Holstein-Friesian cows.** Animal Reproduction Science, 2003, 79, 45–56.

MINER, J. L. **Recent advances in the central control of intake in ruminants.** Journal Animal Science, 1992, 70: 1283-89.

MOALLEM, U.; KATZ, M.; LEHRER, H.; LIVSHITZ, L.; YAKOBY, S. **Role of peripartum dietary propylene glycol or protected fats on metabolism and early postpartum ovarian follicles.** Journal of Dairy Science, 2007, 90: 1243–1254.

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.** Journal of Endocrinology, 2001, 168:317–324.

MULVANY, P. **Dairy cow condition scoring.** Natl. Inst. For Res. in Dairying Paper, 1977, n°. 4468. Shinfield, Reading, UK.

MULVANY, P. **Dairy condition scoring.** P. 349 in Occas. Publ. n° 4. British Society of Animal Production, 1981, Edinburgh, UK.

NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; GALITZER, S. J.; DAYTON, A. D. **Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle.** Journal Animal Science, 1982, 54: 649-658.

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.** Endocrinol, 2000, 141:3965–3975.

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

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, 2009, 1 ed: Viçosa: Suprema Gráfica e Editora LTDA, p. 421-482.

NEAVE, F. K.; DODD, F. H.; HENRIQUES, E. **Udder infections in the dry period**. I. Journal Dairy Reseach, 1950, 17:37–49.

OVERTON, T. R.; DRACKLEY, J. K.; DOUGLAS, G. N.; EMMERT, L. S.; CLARK, J. H. **Hepatic gluconeogenesis and whole-body protein metabolism of periparturient dairy cows as affected by source of energy and intake of the prepartum diet**. Journal of Dairy Science, 1998, 81: 295 (abstract).

OLIVER, S. P.; MITCHELL, B. A. **Susceptibility of bovine mammary gland to infections during the dry period**. Journal of Dairy Science, 1983, 66:1162–1166.

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, 2006. p. 287-310.

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

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

RAJALA-SCHULTZ, P. J.; TORRES, A. H.; DEGRAVES, F. J. **Milk yield and somatic cell count during the following lactation after selective treatment of cows at dry-off**. Journal Dairy Reserch, 2011, v. 78, p. 489–499.

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 hepatique chez la vache laitiere**. Reprod. Nutr. Dev, 1986, 26: 359–360.

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**. Anim. Prod, 1986, 43: 7–15.

ROBINSON, J. J. Nutrition and reproduction. *Anim Reprod Science*, 1996, 42: 25- 34.

RYAN, D. P.; SPOON, R. A.; WILLIAMS, G. L. **Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone.** *Journal Animal Science*, 1992, 70: 3505–3513.

RODNEY, R. M.; CELI, P.; SCOTT, W.; BREINHILD, K.; SANTOS, J. E. P.; LEAN, I. J. **Effects of nutrition on the fertility of lactating dairy cattle.** *Journal of Dairy Science*, 2018, v. 101, n. 6.

RODNEY, R. M., CELI, P.; SCOTT, W.; BREINHILD, K.; LEAN, I. **Effects of dietary fat on fertility of dairy cattle: A meta-analysis and meta-regression.** *Journal of Dairy Science*, 2015, 98: 5601–5620.

RUIZ, R.; ALBRECHT, G. L.; TEDESCHI, L. O.; JARVIS, G.; RUSSELL, 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*, 2001, 84:1717–1727.

O'ROURKE, D. J.; BAGGOT, J. D. **Antimicrobial therapy of mastitis.** Pages 391– 405 in *Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle*, 2004, 2nd ed. A. H. Andrews, R. W. Blowey, H. Boyd, e R. G. Eddy, ed. Blackwell Science Ltd., Oxford, United Kingdom.

SANTOS, J. E. P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. (Org.). **Nutrição de ruminantes**, 2011, 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, c. 15 p. 439-520.

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.** *Reprod. Domest. Animal*, 2008, 43(Suppl. 2):23– 30.

SANTSCHI, D. E.; LEFEBVRE, D. M.; CUE, R. I.; GIRARD, C. L.; PELLERIN, D. **Economic effect of short (35-d) compared with conventional (60-d) dry period management in commercial Canadian Holstein herds.** *Journal of Dairy Science*, 2011, v. 94, p. 4734–4743.

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

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

SCHERPENZEEL, C. G. M.; DEN UIJL, I. E. M.; VAN SCHAİK, G.; OLDE RIEKERINK, R. G. M.; HOGEVEEN, H.; LAM, T. J. G. M. **Effect of different scenarios for selective dry-cow therapy on udder health, antimicrobial usage, and economics.** Journal of Dairy Science, 2016, v. 99, n. 5, p. 3753–3764.

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

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, 1994, 77:1835–1847.

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

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

STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; MATTOS, R. **Fat supplementation strategies for lactating dairy cow diets.** In: Simpósio internacional de bovinocultura de leite, 2., 2001, Lavras. Anais [...] Lavras: UFLA. 2001. p. 161-178.

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, 1998, v. 81, p. 856-871.

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

SORENSEN, J.T.; ENEVOLDSEN, C., **Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation.** Journal of Dairy Science, 1991, 74, 1277–1283.

TAMMINGA, S.; LUTEIJN, P. A.; MEIJER, R. G. M. **Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with time after parturition.** *Livest. Prod. Sci*, 1997, 52:31–38.

THOMPSON, I. M. T.; TAO, S.; MONTEIRO, A. P. A.; JEONG, K. C.; DAHL, G. E. **Effect of cooling during the dry period on immune response after *Streptococcus uberis* intramammary infection challenge of dairy cows.** *Journal of Dairy Science*, 2014, v. 97, n. 12, p. 7426-7436.

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*, 2013, 95:4911–4920

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*, 2007, 90: 1467–1476.

VILAR, M. J.; HOVINEN, M.; SIMOJOKI, H.; RAJALA-SCHULTZ, P. J. **Short communication: Drying-off practices and use of dry cow therapy in Finnish dairy herds.** *Journal of Dairy Science*, 2018, v. 101, n. 8, p. 7487-7493.

VIZZOTTO, E. F. **Efeito de aditivos e planos nutricionais no consumo, desempenho, metabólitos sanguíneos, estresse oxidativo em vacas leiteiras de diferentes composições raciais no período de transição.** Tese apresentada como um dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Zootecnia. UFGRS, mar. 2018.

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

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

ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V. Vitaminas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Org.). **Nutrição de ruminantes**, 2011, 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, c. 13, p. 369-413.

ZHOU, Z.; BULGARI, O.; VAILATI-RIBONI, M.; TREVISI, E.; BALLOU, M. A.; CARDOSO, F. C.; LUCHINI, D. N.; LOOR, J. J. **Rumen-protected methionine compared with rumen-protected choline improves immunometabolic status in dairy cows during the peripartal period.** Journal of Dairy Science, 2016, v. 99, n. 11.

ZHOU, Z.; VAILATI-RIBONI, M.; TREVISI, E.; DRACKLEY, J. K.; LUCHINI, D. N.; LOOR, J. J. **Better postpartal performance in dairy cows supplemented with rumenprotected methionine compared with choline during the peripartal period.** Journal of Dairy Science, 2016, v. 99, n. 11.