

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
VETERINÁRIAS**

**ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO  
REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS MESTIÇAS  
LACTANTES**

**Flávia Freire Franco**  
Médica Veterinária

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL  
2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
VETERINÁRIAS**

**ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO  
REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS MESTIÇAS  
LACTANTES**

**Flávia Freire Franco**

**Orientadora: Profa. Dra. Ricarda Maria dos Santos**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

Linha de pesquisa: Biotécnicas e eficiência reprodutiva

Uberlândia – MG  
Agosto de 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

F825e      Franco, Flávia Freire, 1987-  
2015      Escore de condição corporal e desempenho reprodutivo de vacas  
leiteiras mestiças lactantes / Flávia Freire Franco. - 2015.  
57 p. : il.

Orientadora: Ricarda Maria dos Santos.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.  
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Bovino de leite - Teses. 3. Leite - Produção  
- Teses. I. Santos, Ricarda Maria dos. II. Universidade Federal de  
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III.  
Título.

---

CDU: 619

*“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade.”*

Albert Einstein

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Umberto e Maria Lúcia,  
aos meus irmãos Umberto, Adriana e  
Fernanda e ao Saulo Veríssimo pelo  
carinho, apoio e compreensão durante  
essa trajetória, eu vos dedico com  
carinho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agraço à Deus por me dar saúde e permitir a realização de mais uma etapa de minha formação profissional.

Meus sinceros agradecimentos à professora e orientadora Dra. Ricarda Maria dos Santos pelos ensinamentos e por me orientar nestes 2 anos de estudo e ao professor Dr. Gustavo Guerino Macedo por me auxiliar na análise estatística dos resultados do trabalho.

Aos proprietários e funcionários das fazendas, por me auxiliarem na coleta dos dados e durante o manejo nas fazendas.

Muito obrigada a minha amiga Carla Cristian Campos pelo apoio e incentivo ao iniciar o Mestrado, conselhos e orientações durante o período de estudo.

E, finalmente, obrigada à toda a minha família e amigos, a todos que de alguma forma contribuíram com apoio e incentivo. Em especial a minha mãe Maria Lúcia Freire Franco, à minha irmã Fernanda Freire Franco e ao meu noivo Saulo Veríssimo, pela compreensão, otimismo e apoio incondicional para concretizar esta etapa.

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Período de transição: mudanças metabólicas e endócrinas.....	13
2.2 Período de transição: balanço energético e escore corporal.....	14
2.2.1 Produção leiteira e variação do escore de condição corporal.....	18
2.2.2 Composição racial.....	19
2.3 Período de transição: anestro pós-parto.....	22
2.4 Influência do balanço energético na eficiência reprodutiva.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Local.....	29
3.2 Animais.....	29
3.3 Manejo alimentar e sanitário.....	29
3.4 Coleta dos dados.....	30
3.5 Manejo reprodutivo.....	31
3.6 Análise estatística.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Fatores que afetam o ECC no pré-parto e a variação do ECC.....	33
4.2 Influências do ECC e da variação do ECC no desempenho reprodutivo.....	38
4.2.1 Taxa de concepção.....	38
4.2.2 Período de serviço.....	42
5 CONCLUSÃO .....	46
REFERÊNCIAS.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS

AGNE	Ácidos graxos não-esterificados
BHBA	Beta-hidroxibutirato
E2	Estradiol
ECC	Escore de condição corporal
FSH	Hormônio folículo estimulante
GH	Hormônio do crescimento
GL	Gir Leiteiro
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofinas
HO	Holandês
IA	Inseminação artificial
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
IGF-1	Hormônio de crescimento semelhante à insulina tipo 1
IGF-2	Hormônio de crescimento semelhante à insulina tipo 2
kg	Kilogramas
LH	Hormônio luteinizante
MC	Monta controlada
mg	Miligramas
mL	Mililitros
NRC	Nutrient Requirements of Dairy Cattle
PGF2 $\alpha$	Prostaglandina

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1. Efeito da ordem de lactação no ECC no pré-parto e na variação do ECC do pré-parto ao pós-parto de vacas leiteiras mestiças, Gurinhatã-MG, 2015.....	33
Tabela 2. Efeito da composição racial no ECC no pré-parto e na variação do ECC do pré-parto ao pós-parto de vacas leiteiras mestiças, Gurinhatã-MG, 2015.....	34
Tabela 3. Efeito do nível de produção de leite no ECC no pré-parto e na variação do ECC do pré-parto ao pós-parto de vacas leiteiras mestiças, Gurinhatã-MG, 2015.....	36
Tabela 4. Efeito do ECC no pré-parto e da variação do ECC do pré-parto ao pós-parto no período de serviço de vacas leiteiras mestiças lactantes, Gurinhatã-MG, 2015.....	42

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
Figura 1. Representação esquemática do protocolo de IATF.....	31
Figura 2. Efeito do ECC ao parto na taxa de concepção geral do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes, Gurinhatã-MG, 2015.....	38
Figura 3. Efeito da variação do ECC do pré-parto ao pós-parto na taxa de concepção do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes, Gurinhatã-MG, 2015.....	39
Figura 4. Efeito do ECC ao parto na taxa de concepção do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes submetidas a de 3 tipos de serviços, Gurinhatã-MG, 2015.....	39
Figura 5. Efeito da variação do ECC do pré-parto ao pós-parto na taxa de concepção do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes submetidas a de 3 tipos de serviços, Gurinhatã-MG, 2015.....	39

## ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS MESTIÇAS LACTANTES

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da ordem de lactação, composição racial e produção leiteira no escore corporal (ECC) no pré-parto e na sua variação após o parto. Além disso, avaliar o efeito do ECC no pré-parto e da sua variação após o parto no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. Coletou-se dados referentes a 470 partos durante dois anos em 3 propriedades em Gurinhatã-MG. A produção leiteira foi medida mensalmente e a avaliação do ECC foi feita por um único indivíduo, no pré-parto e após o parto (de 1,0 a 5,0). Utilizou-se a inseminação artificial convencional, a inseminação artificial em tempo fixo e a monta controlada. O diagnóstico de gestação foi por palpação retal a partir de 40 dias após o serviço. As variáveis foram analisadas através do procedimento GLIMMIX do SAS. A composição racial afetou o ECC no pré-parto ( $P=0,0003$ ). A produção leiteira tendeu a afetar o ECC no pré-parto ( $P=0,0957$ ) e sua variação no pós-parto ( $P=0,1179$ ). A taxa de concepção geral foi 57,3% e foi afetada ( $P<0,0001$ ) pelo tipo de serviço. Não foi verificado efeito do ECC no pré-parto ( $P=0,1544$ ) e da variação do ECC ( $P=0,3127$ ) na taxa de concepção. Não houve efeito da interação do ECC no pré-parto ( $P=0,9516$ ) e da variação do ECC ( $P=0,9506$ ) com o tipo de serviço na taxa de concepção. O ECC no pré-parto afetou o período de serviço ( $P<0,0001$ ). As vacas com ECC menor que 3,25 emprenharam mais cedo. A variação do ECC afetou o período de serviço ( $P<0,0001$ ). As vacas com perda de ECC emprenharam mais cedo que as vacas sem perda. A perda média de ECC das vacas após o parto foi de -0,692 pontos, não sendo suficiente para prejudicar o desempenho reprodutivo das vacas leiteiras.

**Palavras-chave:** escore corporal, período de transição, vacas leiteiras.

## BODY CONDITION SCORE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF LACTATING CROSSBRED DAIRY COWS

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the effect of lactation order, racial composition and milk production in the body condition score (BCS) at prepartum and its variation at postpartum. Furthermore, evaluate the effect of BCS at prepartum and its variation at postpartum on reproductive performance in dairy cows. Data was collected, relating to 470 parturitions for two years at 3 properties in Gurinhatã-MG. Milk production was measured monthly and the evaluation of the BCS was made by a single individual in the prepartum and postpartum (from 1.0 to 5.0). Was used the conventional artificial insemination, timed artificial insemination and controlled ride. The pregnancy diagnosis was through rectal palpation from 40 days after the service. The variables were analyzed using the SAS GLIMMIX procedure. The racial composition affected the BCS at prepartum ( $P=0.0003$ ). Milk production tended to affect the BCS at prepartum ( $P=0.0957$ ) and its variation in postpartum ( $P=0.1179$ ). The overall conception rate was 57.3% and was affected ( $P<0.0001$ ) by type of service. There was no effect of the BCS in prepartum ( $P=0.1544$ ) and the variation of BCS ( $P=0.3127$ ) on conception rate. Had no effect of BCS interaction at prepartum ( $P=0.9516$ ) and the variation of BCS ( $P=0.9506$ ) with the type of service on conception rate. The BCS at prepartum affect the service period ( $P<0.0001$ ). Cows with BCS less than 3.25 became pregnant earlier. The variation of the BCS affected the service period ( $P<0.0001$ ). Cows with loss of ECC became pregnant earlier than cows without loss. The average loss of ECC at postpartum was -0.692 points, not enough to damage the reproductive performance of dairy cows.

**Keywords:** body score, transition period, dairy cows.

## 1 INTRODUÇÃO

São muitos os fatores que interferem na rentabilidade e na produtividade de uma fazenda leiteira. Os principais fatores que afetam diretamente o desempenho produtivo estão relacionados às falhas no manejo nutricional e à baixa eficiência reprodutiva. Alguns dos problemas que podem reduzir o desempenho reprodutivo estão relacionados ao estresse térmico, a ocorrência de doenças após o parto, ao manejo nutricional incorreto e o nível de produção de leite, que podem interagir ou não, influenciando na fertilidade da vaca (ROCHA et al., 2012; FOURICHON; SEEGERS; MALHER, 2000).

A escolha da raça ou dos cruzamentos mais adequados para cada região ou sistema de produção, a disponibilidade de forragem, a suplementação concentrada, o conforto dos animais são pontos vitais para obter-se uma interação positiva da genética com o ambiente. No Brasil, espera-se nas regiões quentes que, as vacas mestiças Girolando por serem de menor potencial de produção e por serem mais adaptadas ao clima tropical, apresentem melhor desempenho produtivo e reprodutivo que as vacas puras Holandesas (PÉREZ et al., 2009).

O manejo nutricional influencia tanto a produção de leite como a variação do escore de condição corporal (ECC) durante a lactação. Por isso, é necessário propiciar um manejo nutricional correto às vacas lactantes favorecendo o máximo de ingestão de matéria seca e de nutrientes平衡ados para produzirem leite de acordo com seu potencial genético, sem comprometer a variação do escore corporal durante a lactação (NRC, 2001; VAN KNEGSEL et al., 2007).

Isso é importante para possibilitar que a vaca apresente uma condição corporal adequada para cada fase do ciclo de produção e, assim, tenha alta eficiência produtiva e reprodutiva. Além da nutrição, há outros fatores referentes à vaca que podem estar relacionados à variação do escore corporal após o parto, como o escore corporal ao parto, a raça ou a composição racial, o nível de produção de leite, a ordem de lactação, a ocorrência de doenças metabólicas durante o período de transição, além do intervalo entre partos (WALSH et al., 2008; DILLON et

al., 2006; LÓPEZ-GATIUS, YÁNIZ, MADRILES-HELM, 2003; ROCHE et al., 2009; GALLO et al., 1996).

Neste contexto, um passo importante no desenvolvimento de estratégias para reduzir os problemas de saúde e de reprodução vivenciados pela vaca leiteira atual é necessário estudar melhor e compreender os fatores que afetam a mobilização de reservas corporais após o parto. Objetivou-se com este trabalho avaliar os fatores que influenciam o escore corporal ao parto e a sua variação após o parto, além de avaliar o efeito do escore corporal ao parto e da sua variação após o parto no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras mestiças lactantes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Período de transição: mudanças metabólicas e endócrinas

O período de transição é definido como o período das 3 semanas que antecedem o parto até as 3 semanas após o parto. É um período marcado por grandes mudanças hormonais para favorecer o parto e a lactação, sendo considerada a fase mais importante para a vaca leiteira. É durante o pré-parto que começa a ocorrer redução da ingestão de matéria seca pela vaca, ao mesmo tempo em que a demanda por nutrientes começa a aumentar, para suportar o crescimento do feto e a síntese de leite (GRUMMER, 1995).

Para síntese do leite há um aumento no fluxo sanguíneo para o tecido mamário, aumentando a utilização dos nutrientes pela glândula mamária e há redução da utilização de nutrientes pelos tecidos periféricos. O déficit de alguns substratos durante o início da lactação requer a mobilização de gordura e proteína corporal para compensar o déficit de energia (COLLIER et al., 1984).

No início da lactação há uma tendência de haver aumento na produção do hormônio de crescimento (GH), redução na produção de insulina (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000) e redução do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) (ZULU; NAKAO; SAWAMUKAI, 2002).

O rápido aumento nos requerimentos de nutrientes para a lactação, o qual leva a vaca ao estado de balanço energético negativo, favorece a redução nas concentrações de glicose na fase inicial da lactação, o que está associado à baixa concentração de insulina neste período. Durante o início da lactação, em vacas de alta produção de leite, ocorre a resistência à insulina (LUCY, 2004).

Este mecanismo visa priorizar a glicose para síntese do leite pela glândula mamária. Consiste em reduzir a expressão dos receptores de insulina nas células dos tecidos periféricos, através da ação do GH, reduzindo a utilização de glicose por estes tecidos. No entanto, as células da glândula mamária conseguem utilizar a glicose pois não necessitam de receptor de insulina para captação de glicose. Há redução da sensibilidade dos receptores de insulina nas células dos tecidos

periféricos, principalmente no tecido adiposo, com menor estímulo a lipogênese e maior sensibilidade a lipólise, favorecendo produção de metabólitos como o BHBA e AGNEs utilizados como fonte de energia pelos tecidos periféricos (BELL, 1995; DRACKLEY, 1999; WATHES et al., 2007; BUTLER, 2008).

O hormônio do crescimento (GH) tem papel fundamental nas adaptações metabólicas que ocorrem durante a lactogênese (RADCLIFF et al., 2003). A alta concentração de GH favorece os processos de gliconeogênese no fígado para aumentar a glicose demandada para a produção de leite e favorece maior mobilização de tecido adiposo, o que leva ao aumento das concentrações de ácidos graxos não esterificados (AGNE) (LUCY, 2004).

Esses AGNE passam pelo fígado, onde serão oxidados em dióxido de carbono que serão fontes de energia ou parcialmente oxidados para produção de corpos cetônicos, como o  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBA), ou acetatos, os quais serão utilizados tanto pela glândula mamária para produção de leite como pelos outros tecidos do corpo como fontes de energia alternativa (GRUMMER, 1995; LUCY, 2004).

A resposta da ação do GH no fígado, ao se ligar aos seus receptores, é de aumentar a secreção do fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1, conhecido como IGF-1, o qual controla a secreção de GH pela hipófise através de feedback negativo, como um hormônio endócrino (LEROITH et al., 2001).

Fenwick et al. (2008) demonstraram que, após o parto, nas vacas em balanço energético negativo severo, a síntese de IGF-1 foi reduzida pelo fígado. Quando em balanço energético negativo, há um desacoplamento do eixo GH-IGF-1, de forma que há a desativação dos receptores de GH no fígado, portanto, permitindo o aumento dos níveis de GH e a redução da síntese de IGF-1 (LUCY; JIANG; KOBAYASHI, 2001). Altos níveis de GH e baixos níveis de IGF-1 no sangue favorecem um estado catabólico para sustentar a alta produção de leite no período pós-parto de vacas leiteiras (LUCY, 2004).

## **2.2 Período de transição: balanço energético e escore de condição corporal**

No final da gestação, período no qual há início da formação do colostro, há um aumento da demanda por glicose, aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas (ARTUNDUAGA, 2009). A quantidade de energia requerida para manutenção dos tecidos corporais e para produção de leite excede a quantidade de energia que a vaca consegue obter da dieta. O alto requerimento de energia no início da lactação associado à redução da ingestão de matéria seca no período de transição favorece um estado de balanço energético negativo na vaca leiteira (BELL, 1995).

No início da lactação, para suprir os requerimentos de energia necessários para a produção de leite, a vaca mobiliza energia corporal e, a partir do meio até o final da lactação, ela repõe as reservas de tecido corporal que foram mobilizadas para a próxima lactação. Em todas as espécies de mamíferos este é um processo fisiológico, e espera-se que todas as vacas mobilizem reserva corporal de energia no início da lactação (NRC, 2001).

As reservas corporais de gordura da vaca em lactação são utilizadas como fonte de energia, sendo mobilizadas para cobrir o déficit energético após o parto. A rápida mobilização dessas reservas é associada a problemas de saúde após o parto e problemas na fertilidade, por isso, é necessário favorecer menor amplitude e duração do balanço energético negativo neste período (GARNSWORTHY, 2013).

O termo balanço energético é usado para descrever o estado de energia corporal de vacas leiteiras, que é o resultado de fluxo de energia diário; o balanço energético negativo é associado com a perda de energia corporal e o balanço energético positivo com o ganho de energia corporal (COFFEY; SIMM; BROTHERSTONE, 2002).

O balanço energético negativo tem início poucos dias antes do parto e, geralmente, atinge o seu nível mais baixo cerca de duas semanas mais tarde (BUTLER e SMITH, 1989), quando o pico de produção de leite ocorre, cerca de 4 a 6 semanas após o parto, antes do pico de consumo de matéria seca, o qual ocorre de 8 a 22 semanas pós-parto (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000).

A duração e a magnitude do período de balanço energético negativo vão depender da condição corporal ao parto, da alimentação no pós-parto e da produção de leite (CHILLIARD, 1991), sendo que a produção de leite influencia menos a

variação do balanço energético que o consumo de matéria seca após o parto (VILLA-GODOY et al., 1988).

Não é interessante que a vaca chegue ao parto com escore corporal muito baixo e nem muito alto. Em uma meta-análise, López-Gatius, Yániz, Madriles-Helm (2003) concluíram que os melhores resultados relacionados à eficiência reprodutiva foram obtidos quando as vacas leiteiras chegaram com escore corporal maior que 3,5 ao parto e ao primeiro serviço e naquelas em que há moderada perda de escore corporal.

Vacas que parem com excesso de condição corporal têm maior perda de peso ao longo da lactação e apresentam menor ingestão de matéria seca, além de menor produção leiteira (TREACHER; REID; ROBERTS, 1986). Vacas que pariram obesas apresentaram redução na ingestão de matéria seca, consumiram 24% a menos que vacas que pariram magras (BINES e MORANT, 1983).

O mecanismo pelo qual ocorre redução da ingestão de matéria seca em vacas obesas é explicado pela ação da Leptina, um hormônio secretado pelos adipócitos quando ocorre mobilização de gordura corporal e que tem a função de regular o metabolismo energético (ROCHE et al., 2008; VERNON, DENIS, SORENSEN, 2001). A Leptina dá a sensação de saciedade ao animal, o que irá limitar o consumo de matéria seca por vacas com grande acúmulo de gordura corporal ao parto (GARNSWORTHY e TOPPS, 1982).

Segundo Santos et al. (2013) a alteração no escore corporal é um bom indicativo para estimativa da severidade e da duração do balanço energético negativo. É um método de avaliação visual utilizado para avaliar as reservas de energia corporal além do estado nutricional de vacas leiteiras (WILDMAN et al., 1982). Foi considerado por Edmonson et al. (1989) um método subjetivo para avaliar a quantidade de energia metabolizável armazenada no tecido adiposo e nos músculos do animal vivo.

Para minimizar a perda de escore corporal é importante a adoção de estratégias como a manipulação do escore de condição corporal ao parto, pois este irá influenciar a ingestão de matéria seca após o parto (GARNSWORTHY, 2013) e o desempenho reprodutivo.

No final da lactação, o balanceamento da dieta deve ser feito para que a ingestão de energia seja somente para a produção de leite, prevenindo o ganho de peso nesse período, pois esta é a melhor fase para se ajustar a condição corporal e, durante o período em que se encontra não lactante, é importante fornecer dietas com maior relação de volumoso (MWAANGA e JANOWSKI, 2000).

Durante os primeiros 60 dias após o parto, são observadas mudanças no escore corporal que variam de 0,5 a 1,0 ponto (NRC, 2001). São muitos os fatores que interferem na variação do escore de condição corporal e na duração e intensidade do balanço energético negativo entre as vacas leiteiras, os quais podem ser divididos em fatores relacionados ao manejo e fatores relacionados às vacas (ROCHE et al., 2009).

Dentre os fatores relacionados ao manejo, a nutrição é considerada como um dos fatores mais importantes. Vacas recebendo dietas com maior concentração energética apresentaram maior balanço energético positivo (FRIGGENS et al., 2007). Van Knegsel et al. (2007) concluíram que dietas gliconeogênicas foram eficazes na melhoria do balanço energético e reduziram os níveis de BHBA no sangue e de triglicerídeos no fígado, sugerindo menores riscos à saúde da vaca.

Roche et al. (2007) verificaram que vacas recebendo dieta total perderam escore corporal mais lentamente que vacas manejadas a pasto e o aumento na taxa de lotação afetou negativamente o escore de condição corporal. Em uma revisão de literatura, Roche et al. (2009) levantaram alguns fatores relacionados às vacas que interferem na variação do escore corporal, como o intervalo entre partos, o escore corporal ao parto, a idade ao primeiro parto, a estação do ano ao parto, a raça ou mérito genético, a ordem de lactação e a heterose.

Gallo et al. (1996) verificaram que tanto a produção de leite como a ordem de parição afetaram o escore corporal de vacas Holandesas. Com o aumento da ordem de lactação ocorre uma mudança na taxa de perda de energia corporal, sendo que as vacas de primeira lactação, por estarem em crescimento, os nutrientes ingeridos na dieta serão destinados para crescimento do animal, o que irá retardar a deposição de gordura no tecido adiposo (COFFEY; SIMM; BROTHERSTONE, 2002).

Estes resultados mostram a necessidade de alimentar corretamente as primíparas, principalmente quando são manejadas em sistemas a pasto, para recuperarem a perda de escore corporal e chegarem com boa reserva corporal no segundo parto, sem comprometer a eficiência reprodutiva da próxima lactação (ROCHE et al., 2007).

### **2.2.1 Produção leiteira e variação do escore de condição corporal**

Segundo Leblanc (2010), com o aumento da capacidade produtiva, as vacas precisam de maiores cuidados no manejo nutricional visando atingirem o seu potencial genético e, se não for alcançado, poderá comprometer a eficiência reprodutiva futura. Leblanc (2010) citou que há um erro no conceito de que o melhoramento genético para produção de leite causou diretamente a queda da fertilidade das vacas nos últimos 30 anos. Há evidências de que vacas com alto mérito genético mobilizam mais tecidos corporais no início da lactação que vacas de médio mérito genético.

As vacas de maior potencial de produção leiteira apresentaram menor escore de condição corporal e perderam mais condição corporal no início da lactação que vacas de menor produção (PRYCE; COFFEY; SIMM, 2001). O escore corporal médio durante toda a lactação das vacas de maior produção foi de 3,04 e das vacas de menor produção foi de 3,45 (GALLO et al., 1996).

Outros trabalhos mostram que a seleção genética para maior produção de leite favoreceu vacas com menor escore de condição corporal ao parto, ao primeiro serviço e ao final da lactação, maior perda de escore na fase inicial da lactação e menor ganho de escore de condição corporal do primeiro serviço até o final da lactação (BUCKLEY et al., 2000; KENNEDY et al., 2003; HORAN et al., 2005).

O aumento da seleção genética nos últimos anos visando aumentar a produção de leite foi associado com o aumento da produção de leite por vaca, no entanto, favoreceu menor escore de condição corporal junto com a redução da fertilidade em vacas Holandesas (DILLON et al., 2006).

A baixa ingestão de matéria seca quando comparado com a energia necessária para produção de leite é uma das principais razões da redução da

eficiência reprodutiva em vacas de alta produção (KAWASHIMA et al., 2006), sendo que a ingestão de matéria seca foi o principal fator a influenciar no balanço energético, influenciando a fertilidade subsequente (PATTON et al., 2007).

Segundo Nebel e McGilliard (1993) a seleção genética para aumentar a produção leiteira favoreceu aumentos nas concentrações sanguíneas de hormônios como o GH e a prolactina, hormônios estimuladores da lactação, mas favoreceu redução da insulina, um hormônio importante para a lactação e para o desenvolvimento folicular normal. A seleção genética para produção de leite tem sido associada à diminuição das concentrações de insulina após o parto (BAUMAN e CURRIE, 1980), reduzindo-se então a quantidade de glicose disponível para os outros tecidos.

Shingua et al. (2002) verificaram que vacas leiteiras holandesas apresentaram maiores níveis de GH e menores níveis de insulina no plasma que vacas de corte na fase inicial da lactação, mas apresentaram níveis similares de GH e insulina durante o meio e final da lactação.

Vacas de alta produção e/ou quando subnutridas, apresentaram aumento das concentrações de GH no plasma, acompanhado por redução dos níveis de insulina e de receptores do GH no fígado (WEBB et al., 1999). Já as vacas de baixa produção apresentaram menores concentrações de GH no sangue e maiores concentrações de insulina. A capacidade delas mobilizarem tecido corporal é menor, além de que mais glicose é direcionada para os outros tecidos além da glândula mamária (LUCY, 2004).

Com isso, pode-se afirmar, que vacas de maior produção, por apresentarem maiores concentrações de GH, tendem a apresentarem maior mobilização de tecido, buscando mais nutrientes para sustentar a lactação no início da lactação.

### **2.2.2 Composição racial**

O desempenho produtivo irá depender das condições de manejo que determinada raça é submetida, apresentando bom desempenho quando a interação genótipo-ambiente é positiva, como foi mostrado em um trabalho realizado na Irlanda. Em sistema de pastejo, as vacas da raça Holandês-Frisian, selecionadas

para maior produção de leite, apresentaram menor escore de condição corporal durante toda a lactação que as vacas Norwegian Red, selecionadas para características funcionais e para produção de leite. As vacas das raças Montbeliarde e Normande, selecionadas tanto para produção de leite como para produção de carne, apresentaram maior condição corporal comparadas com as outras raças (WALSH et al., 2008).

Na Nova Zelândia o sistema de alimentação das vacas leiteiras é a pasto, sendo que no período do final do verão até o início do outono há uma redução no crescimento do pasto devido à redução da chuva. Quando isto acontece o rebanho precisa mobilizar reserva corporal para obter energia para continuar a lactação. Nessas condições, Pryce e Harris (2006) concluíram que as vacas mestiças de Jersey com Holandês apresentaram melhor escore de condição corporal quando comparadas com as vacas puras Holandês, provavelmente devido ao efeito da heterose.

Segundo Rocha et al. (2012), no cenário atual da atividade leiteira no Brasil há uma maior exigência de produção dos rebanhos, no qual muitos produtores têm optado pela utilização do melhoramento genético a partir da utilização de raças especializadas, normalmente originários de clima temperado. Estes animais são pouco adaptados às condições do clima tropical, encontrando condições ambientais que não são ideais para o seu conforto térmico.

A pecuária leiteira no Brasil vem sendo composta por vacas mestiças, formadas do cruzamento entre as raças Gir Leiteiro (GL) e Holandês (HO). Devido à combinação das características de rusticidade da raça zebuína (Gir) com as características de alta produção de leite da raça taurina (Holandês) e também do fenômeno da heterose, este cruzamento possibilita a produção de animais com maior produtividade nas regiões brasileiras de clima tropical (GUIMARÃES et al., 2002).

A raça Gir tem adaptações especiais para ambientes de alta temperatura, além da habilidade de serem criadas a pasto, maior resistência à endoparasitos e ectoparasitos, características convenientes para a produção leiteira no Brasil (PEREIRA et al., 2013). Devido à maior adaptabilidade, as vacas mestiças com maior composição racial de Holandês (vacas com 87,5% de HO e 12,5% de GL e

vacas com 75 % de HO e 25% de GL) tenderam a produzir mais leite que vacas holandesas puras (GUIMARÃES et al., 2002).

Visando aprimorar a produção de leite da raça Gir, o Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL) vem selecionando a raça para produção de leite, e hoje em dia, a produção desta raça é de 3000 kg  $\pm$  1500 de leite em 305 dias, com animais ultrapassando 18000 kg de leite na lactação (SANTANA et al., 2014).

Nos trópicos, as vacas mestiças *Bos indicus* e *Bos taurus* têm menores exigências nutricionais e diferente forma de partição de nutrientes que vacas de alto mérito genético para produção de leite. Por apresentarem menor potencial de produção, espera-se que as vacas mestiças tenham uma melhor resposta à suplementação concentrada no início da lactação, melhorando seu balanço energético, desempenho produtivo e reprodutivo (PÉREZ et al., 2009).

A eficiência reprodutiva foi influenciada pela proporção de Holandês ou Zebu na composição genética (RAHEJA; BURNSIDE; SCHAEFFER, 1989). As vacas holandesas (pura por crusa), provavelmente devido à maior sensibilidade às condições de manejo no clima tropical, obtiveram menor eficiência reprodutiva que as vacas mestiças. As vacas oriundas do cruzamento entre Holandês e Gir tiveram menor intervalo do parto ao primeiro serviço e menor período de serviço do que as vacas da raça Gir, observando-se, então, o efeito benéfico da heterose.

Júnior et al. (2014) ao compararem o desempenho reprodutivo de vacas holandesas puras por crusa com vacas mestiças de Gir e Holandês com a composição genética variando de 50% até 87,5% da raça Holandês, em um estudo realizado em Minas Gerais, concluíram que as vacas com composição genética de 50% de Holandês e 50% de Gir apresentaram menor intervalo entre partos, com menor período de serviço que as outras composições genéticas.

As vacas mestiças Girolando (3/4 HO e 1/4 GL) quando comparadas com as vacas puras da raça Holandês apresentaram menor intervalo entre partos no Brasil (MCMANUS et al., 2008). Provavelmente, devido à maior adaptação ao ambiente, as vacas mestiças apresentaram melhor eficiência reprodutiva que as vacas da raça Holandês. Como mostrado no trabalho de Da Costa et al. (2015), as vacas 1/2

Holandês e Gir foram mais termotolerantes e com melhor desempenho reprodutivo que as vacas com maior proporção de genética do Holandês (3/4 HO e 1/4 GL).

### **2.3 Período de transição: anestro pós-parto**

O período de transição é definido como o período das 3 semanas que antecedem o parto até as 3 semanas após o parto. É um período marcado por grandes mudanças hormonais para favorecer o parto e a lactação, sendo considerada a fase mais importante para a vaca leiteira. É durante o pré-parto que começa a ocorrer redução da ingestão de matéria seca pela vaca, ao mesmo tempo em que a demanda por nutrientes começa a aumentar, para suportar o crescimento do feto e a síntese de leite (GRUMMER, 1995). No último mês de gestação, devido as altas concentrações de estrógeno e ao maior tamanho do útero gravídico, o qual favorece uma compressão no rúmen, há um menor consumo de matéria seca pela vaca (FORBES, 2003).

Após o parto é necessário que ocorra a involução uterina e reposição dos estoques hipofisários do hormônio luteinizante (LH) e início do desenvolvimento folicular nas 3 primeiras semanas (YAVAS e WALTON, 2000). Segundo Rhodes et al. (2003) de 11 a 38% das vacas leiteiras são relatadas em anestro até 50 a 60 dias após o parto.

Para que as vacas tenham intervalos de parto de 12 a 13 meses, é necessário que se tornem gestantes até 100 dias após o parto. Para que isto ocorra, devem ter o retorno da atividade ovariana o mais cedo possível após o parto, ciclos estrais normais, ótimas taxas de detecção de estro e de concepção (RANASINGHE et al., 2011).

Após o parto existe um período de anestro que é considerado normal. No cruzamento entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, o anestro é considerado como anormal quando extende-se para mais de 90 dias pós-parto (FALLAS et al., 1987). Períodos prolongados de anestro (maiores que 150 dias) são característicos de *Bos indicus* e *Bos indicus/Bos taurus* em regiões tropicais.

O desempenho reprodutivo é afetado pelo nível nutricional, especialmente no que se refere ao início da puberdade, ao reinício da atividade ovariana cíclica pós-

parto e à manutenção dos ciclos estrais (FERREIRA, 1993). Durante o início da lactação, os mecanismos de partição de nutrientes dão prioridade à produção de leite, deixando as funções reprodutivas em segundo plano. Por isso, as vacas permanecem em anestro neste período, no qual os ovários encontram-se inativos, com ausência de folículos ovulatórios e de corpo lúteo (SENGER, 2003).

Segundo Beam e Butler (1997), a incapacidade do folículo dominante em produzir concentrações elevadas de estradiol está relacionada com o grau de balanço energético negativo que a vaca passa no pós-parto. O balanço energético e a concentração sérica de progesterona foram monitorados durante o início da lactação em um grupo de vacas holandesas de alta produção. A média do balanço energético durante os 20 primeiros dias de lactação foi correlacionada negativamente com os dias até a primeira ovulação ( $r = -0,6$ ) e com a produção de leite ( $r = -0,8$ ), sugerindo que o balanço energético durante os 20 primeiros dias de lactação é importante para determinar o início da atividade ovariana após o parto (BUTLER; EVERETT; COPPOCK, 1981).

São necessários padrões apropriados de secreções, concentrações e proporções adequadas de LH (hormônio luteinizante), FSH (hormônio folículo estimulante) e outros hormônios para haver o crescimento, maturação, ovulação e luteinização dos folículos ovarianos (HAFEZ e HAFEZ, 2004). Após o parto, em vacas leiteiras, começa a haver o aumento da produção do FSH na primeira semana (BEAM e BUTLER, 1999), cuja função está relacionada com o desenvolvimento folicular (WILTBANK; GTIMEN; SARTORI, 2002), resultando na emergência da primeira onda folicular dentro de 10 a 14 dias após o parto (RAJAMAHENDRAN e TAYLOR, 1990).

À medida que as concentrações de FSH reduzem, um dos folículos é selecionado para continuar a crescer para se tornar o folículo dominante. Esse folículo dominante é responsável por suprimir a secreção de FSH e a emergência de uma nova onda, provavelmente devido à produção de inibina e estradiol pelo folículo dominante (FORTUNE; RIVERA; YANG, 2004).

É necessário que haja pulsos de LH para que o folículo dominante continue crescendo e produzindo estradiol, até que seja alcançada a concentração de estradiol necessária para que ocorra um pico de liberação do LH e,

conseqüentemente, a ovulação do folículo dominante (WILTBANK; GTIMEN; SARTORI, 2002). Quando esse folículo dominante é incapaz de produzir estradiol suficiente para indução de uma onda pré-ovulatória de LH e, conseqüentemente a ovulação, ele irá entrar em atresia (ROCHE; MACKEY; DISKIN, 2000).

O tamanho do folículo dominante, a freqüência dos pulsos de LH e a concentração de IGF-1 são consideradas como sendo os principais fatores determinantes se o folículo dominante irá sofrer a ovulação. Para ocorrer a ovulação os folículos devem ter mais de 1 cm de diâmetro e a freqüência necessária de pulsos de LH deve ser de 1 pulso por hora, o que irá garantir um aumento significativo nas concentrações de estradiol produzido pelo folículo, necessário para induzir um feedback positivo, permitindo, assim, a ovulação (ROCHE, 2006).

A habilidade deste folículo em crescer e ovular irá depender da disponibilidade de alguns fatores de crescimento no fluido folicular, como o IGF-1 e suas proteínas de ligação (FORTUNE; RIVERA; YANG, 2004). O atraso na ovulação ocorre, pois há uma inibição da freqüência de pulsos de LH, além da redução das concentrações sanguíneas de glicose, insulina e IGF-1, o que reduz a produção de estradiol pelo folículo dominante de vacas em balanço energético negativo após o parto (BUTLER, 2000).

Esse problema é mais relevante em primíparas, pois o requerimento de energia e proteína é maior devido à lactação e à fase de crescimento (SENGER, 2003). No entanto, são consideradas mais férteis que as pluríparas, visto que muitos trabalhos relatam a taxa de concepção no primeiro serviço nas primíparas ao redor de 43% enquanto nas pluríparas varia de 32 a 39% antes de 60 dias pós-parto (INCHAIISRI et al., 2010).

Há trabalhos que sugerem que o retorno da função reprodutiva, tanto do útero como dos ovários, após o parto, diferiu significativamente entre as primíparas e pluríparas. Sendo que as primíparas tiveram um período de involução uterina em média de 12 dias a mais que as pluríparas. Além disso, apresentaram maior número de ondas foliculares até a primeira ovulação e 10 dias a mais no intervalo do parto até a primeira ovulação, sendo que os dois grupos encontravam-se sob o mesmo escore de condição corporal e mantiveram o mesmo nível de escore corporal durante o pós-parto (ZHANG et al., 2010).

Lopez et al. (2005) concluíram que em vacas Holandesas a maior incidência de vacas em anestro foi associado com o baixo escore de condição corporal, mas não foi associado com o nível de produção leiteira. No entanto, o longo intervalo entre o parto e a primeira ovulação, a redução da probabilidade de manifestação de estro e da manutenção da prenhez até 150 dias de gestação foram associados às vacas de alta produção leiteira (WESTWOOD; LEAN; GARVIN, 2002). Vacas com lactação de 10840 kg apresentaram maior número de dias do parto até o primeiro estro e maior número de ovulações silenciosas que vacas com lactação de 6912 kg (HARRISON et al., 1990).

#### **2.4 Influência do balanço energético na eficiência reprodutiva**

As baixas concentrações de glicose, insulina e IGF-1 observadas no início da lactação e o aumento dos AGNE, BHBA e triacilglicerol no sangue, oriundos do metabolismo de lipídeos, são observados no pós-parto, ao mesmo tempo em que há baixa frequência do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) e LH, hormônios importantes para a retomada da atividade ovariana (GARNSWORTHY; SINCLAIR; WEBB, 2008).

O balanço energético negativo é indesejável em vacas leiteiras, pois está relacionado com a redução do desempenho reprodutivo e ao aumento de doenças no pós-parto (GARNSWORTHY, 2013). A mobilização excessiva do tecido adiposo associado à alta demanda por nutrientes no pós-parto está associada às maiores incidências de problemas de saúde no periparto, favorecendo a ocorrência de desordens metabólicas, como hipocalcemia, cetose, esteatose hepática, deslocamento de abomaso, mastite e metrite (DRACKLEY, 1999; ROCHE, 2006), o que poderá comprometer o desempenho produtivo e reprodutivo da vaca leiteira.

Portanto, é necessário que as concentrações destes hormônios e metabólitos estejam normais para que a vaca apresente boa fertilidade, caso contrário, favorecerá alterações de alguns parâmetros reprodutivos como o atraso da primeira ovulação no pós-parto, duração do estro, taxa de concepção e taxa de prenhez, ocorrência de ovulações duplas e partos gemelares, perda de gestação, ovulação silenciosa e desenvolvimento de cistos foliculares (LEBLANC, 2012; LOPEZ;

SATTER; WILTBANK, 2004; LOPEZ et al., 2005; LÓPEZ-GATIUS et al., 2005; LUCY, 2001; PICCARDI et al., 2013; BECH-SÀBAT et al., 2008; GÁBOR et al. 2008; ROTH et al., 2011).

Vacas com maior escore de condição corporal ao parto possuem maior mobilização de gordura da reserva corporal, portanto, maiores produções de AGNE e BHBA, o que favorece maior ocorrência de doenças metabólicas e infecciosas no início da lactação e efeito negativo sobre a taxa de concepção (FOURICHON; SEEGERS; MALHER, 2000). Há trabalhos sugerindo que, além do maior escore de condição corporal ao parto, a intensidade de perda de condição corporal no início da lactação também influencia a duração do período de serviço e a taxa de concepção na primeira inseminação após o parto.

Kim e Suh (2003) verificaram que a ocorrência de metrite e desordens metabólicas foram maiores no grupo de vacas com maior perda de condição corporal do pré-parto até o início da lactação, além de maior intervalo entre o parto até a primeira concepção. Em uma meta-análise envolvendo 11 estudos, López-Gatius, Yániz e Madriles-Helm (2003) concluíram que vacas com grande perda de escore de condição corporal após o parto apresentaram um aumento significativo no período de serviço de 10,6 dias a mais que vacas com baixa ou moderada perda de condição corporal.

Não é interessante que as vacas cheguem muito magras ao parto, pois não terão reserva suficiente para produção máxima de leite e irão atrasar para se tornarem gestantes (NRC, 2001). Oliveira et al. (2014) concluíram que vacas mestiças magras ao parto apresentaram balanço energético negativo, hipoproteinemia com hipoalbuminemia e lesão hepática durante o pós-parto e se restabeleceram 30 dias após o parto, antes de recuperarem o escore corporal.

O período de serviço de vacas com baixa condição corporal ao parto foi de 20 dias a mais que de vacas com escore corporal moderado e, da mesma forma, foi de 11,7 dias a mais que vacas que pariram gordas, mas o número de serviços por concepção foi menor (0,37 unidades) (BAYRAM; AKSAKAL; AKBULUT, 2012).

No entanto, há outros trabalhos que concluíram que o desempenho reprodutivo não foi afetado pelo escore corporal. Tillard et al. (2008) levantaram os fatores que afetam o risco de concepção em vacas Holandesas em condições

tropicais e sub-tropicais e concluíram que a condição corporal ao parto não foi associada com o risco de concepção no primeiro serviço.

Em condições de criação extensiva, Mulliniks et al. (2012) avaliaram o desempenho reprodutivo de vacas que foram manejadas com escore corporal baixo ao parto e verificaram que o escore baixo não afetou a taxa de prenhez e o intervalo do parto até a primeira ovulação.

A baixa concentração de glicose, insulina e IGF-1 associados à elevada concentração de AGNE e BHBA promovem redução na fertilidade no pós-parto, pois provocam efeitos deletérios no ovócito e nas células da granulosa e nas células imunológicas (WALSH et al., 2007; BISINOTTO et al., 2012).

Leroy et al. (2005) demonstraram *in vitro*, na presença de AGNE (ácido palmítico e ácido esteárico), que a maturação do ovócito foi prejudicada, além da redução das taxas de fertilização. Segundo o autor, esses dados sugerem que um dos fatores pelo qual o balanço energético exerce efeito negativo sobre a fertilidade é através da toxicidade dos AGNE nos ovócitos de vacas de alta produção.

Ribeiro et al. (2011) avaliaram o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras mantidas a pasto. Utilizaram a concentração plasmática de AGNE nos dias 7 e 14 após o parto como indicador da condição energética e concluíram que as vacas com maior concentração de AGNE, em balanço energético negativo, apresentaram menores chances de reiniciar a atividade ovariana até 50 dias após o parto e apresentaram menores taxas de concepção no primeiro serviço.

Walsh et al. (2007) verificaram que as vacas com cetose, devido a alta metabolização de gordura corporal e, por isso com alta concentração de BHBA no sangue, apresentaram menores chances de emprenharem no primeiro serviço após o parto. Vacas de alta produção com concentrações altas de GH e de BHBA e com concentrações baixas de glicose e de insulina apresentaram maior intervalo do parto até a primeira ovulação (GUTIERREZ et al., 2006).

Está estabelecido que os mecanismos de defesa imune da vaca no periparto estão reduzidos (MALLARD; DEKKERS; IRELAND, 1998). A imunossupressão no periparto é multifatorial e está associado com as mudanças endócrinas e com a redução da ingestão de nutrientes nesse período (GOFF e HORST, 1997). No período de transição pode-se dizer que a redução da fertilidade é, em parte,

mediada pelos efeitos negativos sobre a imunidade e saúde da vaca leiteira. Tanto os AGNE como o BHBA têm sido associados à imunossupressão em vacas no pós-parto (SANTOS et al., 2013).

Vacas com balanço energético negativo severo após o parto apresentam redução da função dos neutrófilos (HAMMON et al., 2006), sugerindo que o balanço energético negativo pode favorecer maior probabilidade de desenvolvimento de infecções uterinas no pós-parto.

Vacas com retenção de placenta apresentaram maiores perdas de condição corporal do pré-parto até o pós-parto com média de 1,4 pontos enquanto que vacas sadias apresentaram 0,8 pontos de perda de escore corporal. A retenção de placenta ou a cetose foi observada em vacas com intensa mobilização de gordura, principalmente no período seco. Devido à grande queda na ingestão de matéria seca, vacas de alta produção mobilizam as reservas de gordura corporal de 1 a 3 semanas antes do parto (NOGALSKI et al., 2012).

O IGF-1 e o IGF-2 são importantes na fertilidade visto que agem aumentando a ação das gonadotrofinas nos ovários, estimulando a proliferação das células do folículo e a esteroidogênese (WATHES et al., 2003). É possível que os baixos níveis séricos de glicose, insulina e IGF-1 possam mediar o processo da secreção de GnRH e das gonadotrofinas (BUTLER et al., 2003). Os baixos níveis de insulina, glicose e IGF-1 de vacas em balanço energético negativo estão associados com a redução da freqüência dos pulsos de LH, o que limita a produção de estradiol pelos folículos dominantes (BUTLER, 2003).

Kawashima et al. (2007) confirmaram a evidência de que IGF-1 é um fator de grande importância no desenvolvimento do folículo dominante na primeira onda folicular no pós-parto. Eles concluíram que o aumento nos níveis de insulina junto com o pico de aumento do estradiol pôde garantir a maturação do ovócito e a ovulação.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local**

O estudo foi realizado em três fazendas de pecuária leiteira, localizadas no município de Gurinhatã, Minas Gerais, de Março de 2013 a Março de 2015. São fazendas localizadas próximas uma das outras, com manejo e rebanho semelhantes. O clima do município é classificado como Tropical de Altitude e apresenta grandes precipitações de Outubro a Março e o restante do ano é caracterizado pelo período pré-seco, de Abril a Maio, e período seco, de Junho a Setembro.

#### **3.2 Animais**

O rebanho de cada fazenda constituía-se por uma média de 110 vacas em lactação mestiças de Gir e Holandês, com produção média de 18 litros/vaca/dia. As vacas foram ordenhadas 2 vezes ao dia, sem a presença do bezerro ao pé, sendo que a maioria das vacas recebiam aplicação de oxitocina exógena para ejeção do leite.

Foram coletados dados referentes a 499 partos de vacas lactantes mestiças de Gir (GL) com Holandês (HO) variando-se os cruzamentos entre 1/4 HO (3/4 GL) e 7/8 HO (1/8 GL). Deste número, foram excluídos da análise 29 partos de vacas com laminites ao parto, totalizando-se 470 partos.

#### **3.3 Manejo alimentar e sanitário**

No período chuvoso, de Novembro a Maio, as vacas foram alimentadas a pasto, em pastejo rotativo e adubado, suplementadas com concentrado com 18% de proteína bruta e casca de soja após a ordenha em cocho coletivo. Os pastos das fazendas eram compostos por *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

No período da seca, de Junho à Outubro, foram alimentadas com silagem de milho, concentrado com 24% de proteína bruta e casca de soja. A dieta foi formulada de acordo com as exigências citadas no Nutrient Requirements of Dairy Cattle (NRC, 2001) considerando-se o nível de produção dos animais, por meio do software SPARTAN®.

As vacas eram mantidas em quatro lotes para suplementação de acordo com a produção, o número de dias em lactação, o ECC e a situação reprodutiva, sendo destinado um lote para as vacas de primeira cria. As vacas pré-parto foram suplementadas com concentrado pré-parto, mantidas em um lote separado no período seco do ano ou num piquete separado no período chuvoso onde eram observadas até o parto.

As vacas foram vacinadas para Aftosa, Clostridioses, Raiva e para as principais doenças reprodutivas (Rinotraqueíte Infecciosa Bovina, Diarréia Viral Bovina, Leptospirose e Campylobacter).

### **3.4 Coleta dos dados**

Foram coletados dados referentes à ordem de lactação, composição racial, produção de leite no pico de produção, ECC no pré-parto, ECC após o parto, tipo de serviço, data do primeiro serviço após o parto, diagnóstico de gestação e período de serviço. Os dados reprodutivos foram coletados do software PRODAP Profissional®, onde eram informadas as datas do parto, do primeiro serviço e o diagnóstico de gestação.

A produção de leite foi medida a cada 30 dias, por meio de medidores mecânicos instalados na ordenhadeira e registrados em planilhas. O escore corporal foi avaliado uma vez por mês por um único indivíduo nas três fazendas, em duas fases, no pré-parto (até 30 dias antes do parto) e após o parto (10 a 30 dias pós-parto), usando uma escala que variava de 1,0 (muito magra) a 5,0 (obesa) (FERGUSON; GALLIGAN, THOMSEN, 1994). Todas as vacas em lactação e todas as vacas que encontravam-se no pré-parto foram avaliadas 1 vez por mês no dia da visita e a avaliação do escore de condição corporal foi registrada em planilhas.

### 3.5 Manejo reprodutivo

Nas fazendas estudadas foram utilizados 3 tipos de serviço nas vacas lactantes com mais de 30 dias: inseminação artificial convencional (IA), no qual, após a observação do estro natural as vacas eram inseminadas 12 horas após a aceitação da monta; inseminação artificial em tempo fixo (IATF), no qual as vacas não observadas em estro natural e já aptas para serem inseminadas foram submetidas ao protocolo de sincronização da ovulação; e monta controlada, no qual, algumas vacas após serem observadas em estro natural eram colocadas junto ao touro da fazenda, essas vacas que eram colocadas com o touro não eram inseminadas por serem de baixa produção e/ou vacas que seriam descartadas do rebanho. Os touros utilizados eram Gir e Girolando, ficavam em piquete separado das vacas lactantes.

O protocolo de IATF utilizado era o seguinte: Dia 0 – inserção do dispositivo intravaginal de liberação lenta de progesterona contendo 1,0 g deste hormônio (Sincrogest®, Ouro Fino) e aplicação via intramuscular de 2,0 mg (2,0 mL) de Benzoato de Estradiol (BE) (Sincrodiol®, Ouro Fino); Dia 8 – retirada do dispositivo intravaginal e aplicação de 0,526 mg (2,0 mL) de Cloprosteno Sódico (PGF2 $\alpha$ ) (Sincrocio®, Ouro Fino); Dia 9 – aplicação de 1,0 mg (1,0 mL) de BE (Sincrodiol®, Ouro Fino); Dia 10 – IATF após 54 horas da retirada do dispositivo de progesterona (Figura 1).



Figura 1. Representação esquemática do protocolo de IATF (dispositivo de 1,0g de progesterona, Sincrogest®, Ouro Fino; BE - benzoato de estradiol, Sincrodiol®, Ouro Fino; PGF2 $\alpha$  - prostaglandina, Sincrocio®, Ouro Fino).

As vacas foram avaliadas as vacas e o diagnóstico de gestação realizado a cada 30 dias. As vacas lactantes aptas para serem inseminadas e que ainda não

tinham sido detectadas em estro natural eram submetidas a avaliação do útero e ovários e as que se encontravam clinicamente bem e com escore corporal maior que 3,0 eram submetidas ao protocolo de IATF. O diagnóstico foi através de palpação retal a partir de 40 dias após a inseminação.

### **3.6 Análise estatística**

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa Statistical Analysis System (SAS 2015). Utilizou-se o procedimento GLIMMIX e as médias foram comparadas pelo Lsmeans. As médias foram usadas para descrever todas as variáveis resposta. Significância estatística foi definida como  $P \leq 0,05$  e tendência estatística como  $0,05 < P \leq 0,12$ .

Para análise estatística, as vacas foram classificadas de acordo com a ordem de lactação em 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> lactação; com a composição racial em vacas de maior composição racial de Gir (1/4 HO e 3/8 HO), de composição racial intermediária (1/2 HO e 5/8 HO) e de maior composição racial de Holandês (3/4 HO e 7/8 HO); quanto a produção de leite foram classificadas em vacas de baixa produção ( $\leq 17$  kg/dia), média produção (18 a 23 kg/dia) e alta produção ( $\geq 24$  kg/dia).

Em relação ao ECC no pré-parto e à variação do ECC, as vacas foram classificadas em ECC menor ou igual a 3,25, ECC de 3,5 e 3,75 e ECC maior ou igual a 4,0; vacas com perda de ECC (variação de -0,5 até -2,0 unidades no ECC) e vacas sem perda de ECC (variação de 0 e -0,25 unidades no ECC).

Analisa-se o efeito dos seguintes fatores no ECC no pré-parto e na variação do ECC do pré-parto ao pós-parto: ordem de lactação, composição racial e nível de produção de leite. E foi analisado o efeito do ECC ao parto e da variação do ECC do parto ao pós-parto na taxa de concepção ao primeiro serviço e no período de serviço. Também foram analisados a interação do ECC com o tipo de serviço na taxa de concepção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Fatores que afetam o ECC no pré-parto e a variação do ECC

Não foi detectado efeito da ordem de lactação no ECC no pré-parto nem na variação do ECC do pré ao pós-parto (Tabela 1), diferindo dos resultados de Roche et al. (2007) que verificaram, na Nova Zelândia, que as vacas de primeira lactação pariram com maior ECC. Segundo Chilliard (1991), a condição corporal ao parto resulta da deposição ou da mobilização de gordura e proteína da reserva corporal durante a vida da vaca, e particularmente durante a lactação anterior e durante o período seco.

As novilhas gestantes, no presente trabalho, eram alimentadas de forma a não perder peso durante a gestação em pastagens de boa qualidade e disponibilidade e as vacas em lactação eram suplementadas com concentrado proteico durante toda a lactação, fator que poderia justificar o fato de não ter sido detectado efeito da ordem de lactação no ECC no pré-parto.

Tabela 1. Efeito da ordem de lactação no ECC no pré-parto e na variação do ECC do pré-parto ao pós-parto de vacas leiteiras mestiças, Gurinhatã-MG, 2015.

	Ordem de lactação				Valor P
	1 <sup>a</sup> lactação	2 <sup>a</sup> lactação	3 <sup>a</sup> lactação		
ECC Pré-parto (n)	3,55 (106) <sup>a</sup>	3,52 (78) <sup>a</sup>	3,75 (283) <sup>a</sup>		0,4293
Variação do ECC do pré-parto ao pós-parto (n)	- 0,300 (103) <sup>a</sup>	- 0,278 (62) <sup>a</sup>	- 0,269 (248) <sup>a</sup>		0,5358

Letras iguais na mesma linha denotam ausência de diferença estatística significante pelo Lsmeans ( $P > 0,05$ ).

Roche et al. (2007) também verificaram que a perda de ECC após o parto das vacas de primeira lactação foi igual à das pluríparas. No entanto, Coffey, Simm e Brotherstone (2002) verificaram que durante a lactação a perda da condição corporal foi menor nas vacas de primeira lactação que nas outras lactações, o que foi compatível com a menor produção de leite, ingestão de alimento e menor peso vivo exibido pelas vacas de primeira lactação. Berry, Veerkamp e Dillon (2006) verificaram que a perda de ECC após o parto também foi diferente entre as vacas de

primeira lactação e as vacas pluríparas, porém as vacas de primeira lactação perderam mais ECC no início da lactação.

Comparando-se os resultados do presente trabalho com os relatados da literatura, pode-se dizer que há diferença de potencial genético para produção de leite entre as vacas do presente trabalho e as vacas dos trabalhos citados, visto que estes foram realizados com vacas de raça pura mais especializada para leite, como a Holandesa.

As vacas com maior composição racial de Gir apresentaram maior ECC no pré-parto em relação às outras vacas de composição racial intermediária e às vacas de maior composição racial Holandês, as quais apresentaram ECC no pré-parto similares. Portanto, a composição racial ( $P = 0,0003$ ) afetou o ECC no pré-parto, porém, não afetou a variação do ECC (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da composição racial no ECC no pré-parto e na variação do ECC do pré-parto ao pós-parto de vacas leiteiras mestiças, Gurinhatã-MG, 2015.

	Composição racial (HO e GL)			Valor P
	1/4 e 3/8	1/2 e 5/8	3/4 e 7/8	
ECC Pré-parto (n)	3,80 (61) <sup>a</sup>	3,54 (234) <sup>b</sup>	3,49 (175) <sup>b</sup>	0,0003
Variação do ECC do pré-parto ao pós-parto (n)	- 0,240 (54) <sup>a</sup>	- 0,285 (210) <sup>a</sup>	- 0,281 (149) <sup>a</sup>	0,3633

Letras iguais na mesma linha denotam ausência de diferença estatística significante pelo Lsmeans ( $P > 0,05$ ).

1/4 e 3/8 - maior composição racial de Gir; 1/2 e 5/8: composição racial intermediária; 3/4 e 7/8: maior composição racial de Holandês.

Este resultado concorda com o de Walsh et al. (2008), no qual, ao compararem o ECC no pré-parto de vacas raças puras leiteiras com raças mestiças leiteiras na Irlanda, observaram efeito da raça e da composição racial no ECC, no entanto, não concorda com os resultados de Júnior (2010), o qual não observou efeito da composição racial no ECC no pré-parto em vacas mestiças de Gir e Holandês.

Em relação à variação de ECC após o parto, o resultado do presente estudo diferiu dos resultados encontrados por autores que relataram efeito da raça e da composição racial na perda de ECC após o parto, considerado um indicador do balanço energético. Walsh et al. (2008) ao compararem raças puras leiteiras e raças

mestiças verificaram que o tipo de raça bovina influenciou na perda de ECC durante a lactação.

Ao avaliar o perfil metabólico energético em vacas 1/2 HO e 1/2 GL com vacas 3/4 HO e 1/4 GL, Junior (2010) concluiu que as vacas com maior composição racial de Holandês (3/4 HO e 1/4 GL), quando comparadas com as vacas 1/2 HO, apresentaram maiores níveis de BHBA no sangue nos primeiros 60 dias em lactação, o que está relacionado ao maior balanço energético negativo, portanto, maior mobilização de gordura corporal após o parto.

No presente trabalho não foi detectada correlação entre a produção de leite e a composição racial ( $r = -0,01$ ;  $P = 0,7655$ ), os três grupos raciais apresentaram produção de leite similares. Batista (2013) relatou que vacas com composição racial 3/4 HO apresentaram maior produção de leite e balanço energético negativo superior em comparação com vacas de maior composição racial de Holandês (7/8 HO) durante os primeiros 90 dias em lactação, caracterizando um melhor desempenho produtivo por parte das vacas 3/4 HO, possivelmente, segundo a autora, devido a uma melhor adaptação destas vacas às condições de clima quente quando comparadas às vacas 7/8 HO.

O maior ECC no pré-parto das vacas com maior composição racial Gir pode estar relacionado a interação genótipo-ambiente positiva destas vacas com o clima quente predominante na região estudada e com o manejo alimentar adotado nas fazendas. Segundo Friggens et al. (2007), em qualquer situação, as mudanças observadas na reserva de energia corporal terão influência tanto de fatores genéticos como de fatores ambientais, em proporções diferentes, de forma que irá depender das condições ambientais.

As vacas de maior composição racial Gir são mais adaptadas geneticamente às condições climáticas dos trópicos, por isso, não sofrem tanto os efeitos do estresse térmico no verão quando encontram-se a pasto e são consideradas menos exigentes que as vacas com maior composição da raça Holandês, considerada uma raça menos tolerante ao estresse térmico e de maior exigência nutricional. Segundo Pérez et al. (2009), as vacas mestiças *Bos indicus* e *Bos taurus* são menos exigentes e apresentam diferente forma de partição de nutrientes quando comparadas com vacas puras *Bos taurus*.

As vacas mestiças quando comparadas às vacas puras de raças especializadas mobilizam menos a reserva corporal na fase inicial da lactação (CARVALHO et al., 2009). Portanto, o esperado é que as vacas mestiças com maior predominância de raça Gir percam menos peso na fase inicial da lactação e ganhem mais peso no meio e final da lactação, principalmente quando estão confinadas consumindo um volumoso mais energético, como a silagem de milho, no período em que encontram-se confinadas. Isto foi verificado no presente trabalho visto que as vacas com maior composição racial Gir apresentaram maior ECC no pré-parto, indicativo de maior ganho de peso durante a lactação.

A produção de leite tendeu ( $P = 0,0957$ ) a influenciar o ECC no pré-parto e a variação do ECC do pré ao pós-parto ( $P = 0,1179$ ) (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito do nível de produção de leite no ECC no pré-parto e na variação do ECC do pré-parto ao pós-parto de vacas leiteiras mestiças, Gurinhatã-MG, 2015.

	Produção de leite (kg/vaca/dia)			Valor P
	≤ 17	18 a 23	≥ 24	
ECC Pré-parto (n)	3,51 (160) <sub>a</sub>	3,53 (171) <sub>a</sub>	3,64 (137) <sub>b</sub>	0,0957
Variação do ECC do pré-parto ao pós-parto (n)	- 0,266 (149) <sub>a</sub>	- 0,258 (148) <sub>a b</sub>	- 0,318 (116) <sub>b</sub>	0,1179

Letras iguais na mesma linha denotam ausência de diferença estatística significante pelo Lsmeans ( $P > 0,05$ ).

As vacas com produção de leite igual ou superior a 24 kg/dia apresentaram maior ECC no pré-parto em relação às vacas de produção igual ou inferior a 23 kg/dia. No entanto, diferente do observado no presente trabalho, vários trabalhos apontam que a seleção genética para maior produção de leite favoreceu vacas com menor ECC ao parto, ao primeiro serviço e ao final da lactação, maior perda de ECC na fase inicial da lactação e menor ganho de ECC do primeiro serviço até o final da lactação (BUCKLEY et al., 2000; KENNEDY et al., 2003; HORAN et al., 2005).

Portanto, pode-se dizer que as vacas de produção de leite superior a 24 kg/dia, no presente trabalho, podem ter produzido mais leite devido ao efeito do maior ECC no pré-parto e não o contrário. Ou seja, o maior ECC no pré-parto apresentado pelo grupo das vacas de maior produção de leite, pode ter sido um fator que teria contribuído para a maior produção de leite das vacas do presente trabalho, visto que outros trabalhos apontam para isto. As vacas com maior reserva corporal tiveram um

aumento esperado na produção de leite corrigido com 3,5% de teor gordura até os 90 dias em lactação foi de 170 kg (6 a 7%) para as vacas primíparas e de 182 kg (5 a 6%) para as vacas pluríparas para cada unidade adicional de escore corporal ao parto em um trabalho realizado por Markusfeld, Galon & Ezra (1997).

É importante enfatizar que no presente trabalho houve uma tendência de efeito do nível de produção de leite no ECC. As vacas de produção de leite maior ou igual a 24 kg/dia tiveram maior perda de ECC após o parto em relação às vacas de produção igual ou inferior à 17 kg/dia. No entanto, vários trabalhos citados na literatura confirmaram o efeito do nível de produção de leite no balanço energético após o parto, sendo que a seleção genética para produção de leite favoreceu efeitos indesejáveis em relação ao balanço energético após o parto, como demonstrado em um trabalho revisado por Dillon et al. (2006), no qual vacas Holandesas de maior mérito genético para produção de leite, apresentaram maior perda de ECC após o parto, no entanto, diferentemente do resultado do presente trabalho,

Essa maior perda de ECC observada é explicado por Chilliard (1991), o qual citou que as vacas de alta produção de leite têm sido selecionadas para priorizar os nutrientes da alimentação para o tecido mamário. Apesar das vacas de maior potencial genético para produção apresentarem maior consumo de alimento, este não foi suficiente para atender totalmente os requerimentos nutricionais extras acarretados pelo aumento da produção leiteira (VAN ARENDONK, 1991). Veerkamp et al. (2000) demonstraram que o aumento no consumo cobriu somente 40 a 48% desses requerimentos, o que favorece o balanço energético negativo.

Segundo Nebel e McGilliard (1993), com a melhoria da produção de leite, as vacas de alta produção vêm aumentando a concentração de hormônios estimuladores da lactação, como o GH. Por ser um hormônio que favorece maior mobilização de tecido adiposo, pode-se afirmar que as vacas de maior produção, por apresentarem maiores concentrações de GH, tendem a apresentarem maior mobilização de tecido corporal, buscando mais nutrientes para sustentar a alta produção no início da lactação (LUCY, 2004).

Além disso, os resultados do presente trabalho concordam com os resultados do trabalho realizado por Buckley et al. (2000), no qual observaram que as vacas de alto mérito genético para produção de leite tiveram maior perda de peso da primeira

até a quarta semana de lactação em comparação com vacas de médio mérito e apresentaram significante perda de escore corporal até a oitava semana em lactação e o grupo genético apresentou significante efeito na média de escore de condição corporal durante a lactação. Estes trabalhos contribuem para justificar porque as vacas de maior produção leiteira são mais favoráveis à apresentarem maiores perdas de ECC após o parto em relação às vacas de menor produção de leite, conforme foi demonstrado no presente trabalho.

## 4.2 Influência do ECC e da variação do ECC no desempenho reprodutivo

### 4.2.1 Taxa de concepção

A taxa de concepção no primeiro serviço das 3 fazendas avaliadas foi 57,3%. Foi altamente afetada pelo tipo de serviço ( $P < 0,0001$ ), sendo maior na MC (75,8%) do que na IA (51,1%) e menor na IATF (42,8%). As vacas classificadas com ECC maior ou igual a 4,0 no pré-parto e as vacas classificadas com perda de ECC após o parto, apesar de numericamente apresentarem menor taxa de concepção, estatisticamente, não foi verificado efeito do ECC no pré-parto (Figura 2) e da variação do ECC após o parto (Figura 3) na taxa de concepção geral. Não houve efeito da interação do ECC no pré-parto (Figura 4) e da variação do ECC (Figura 5) após o parto com o tipo de serviço na taxa de concepção.

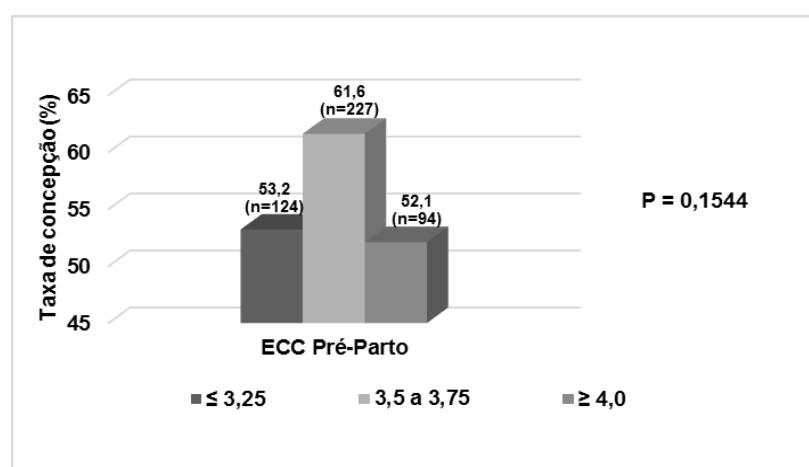


Figura 2. Efeito do ECC no pré-parto na taxa de concepção geral do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes, Gurinhatã-MG, 2015.

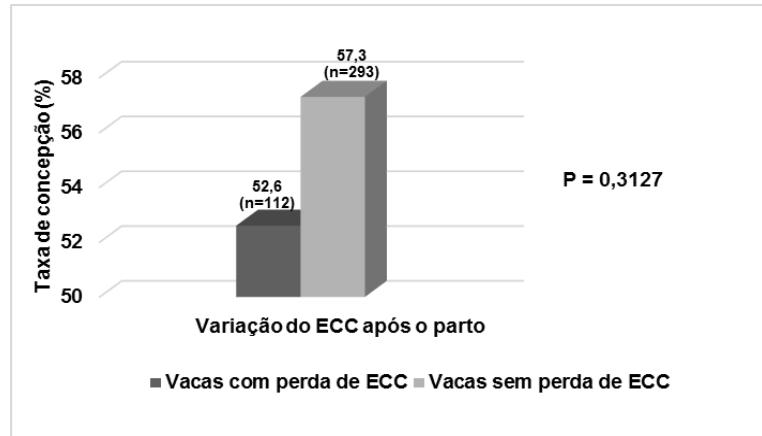


Figura 3. Efeito da variação do ECC do pré-parto ao pós-parto na taxa de concepção do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes, Gurinhatã-MG, 2015.

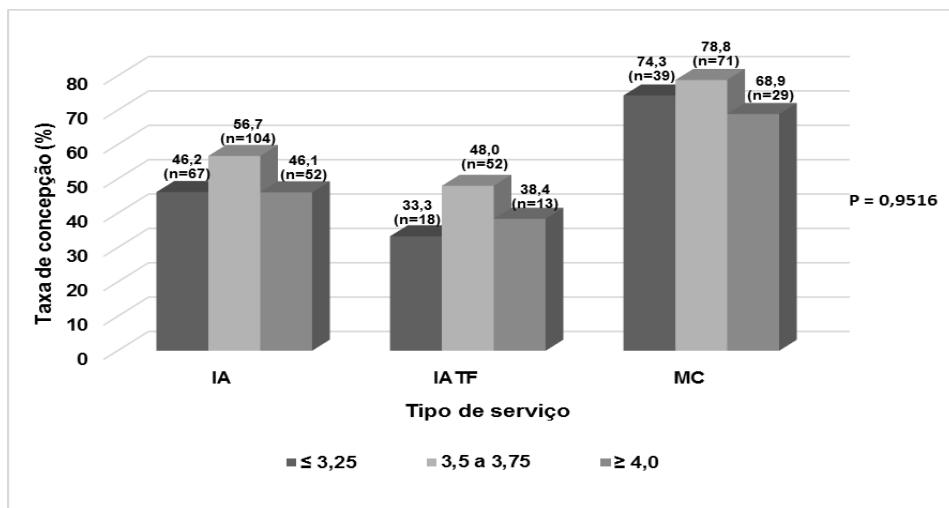


Figura 4. Efeito do ECC no pré-parto na taxa de concepção do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes submetidas a de 3 tipos de serviços, Gurinhatã-MG, 2015.

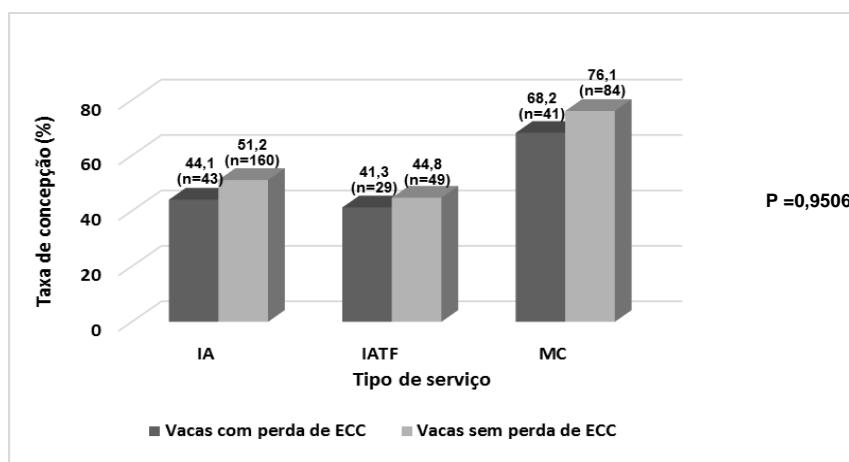


Figura 5. Efeito da variação do ECC do pré-parto ao pós-parto na taxa de concepção do primeiro serviço após o parto de vacas leiteiras mestiças lactantes submetidas a de 3 tipos de serviços, Gurinhatã-MG, 2015.

Ao contrário do resultado obtido, López-Gatius, Yániz e Madriles-Helm (2003) concluíram, em uma meta-análise envolvendo 10 estudos, que o ECC no pré-parto influenciou no risco de concepção, sendo que somente as vacas muito magras apresentaram redução significativa na taxa de concepção na primeira IA comparadas com vacas de ECC intermediário. Foi verificado pelos autores que os melhores resultados relacionados à eficiência reprodutiva foram obtidos quando as vacas leiteiras chegaram com escore corporal maior que 3,5 ao parto e ao primeiro serviço e naquelas em que houve moderada perda de escore corporal.

Há trabalhos na literatura mostrando efeito negativo de vacas com alto ECC ao parto e de vacas com perda de ECC após o parto na taxa de concepção (BARLETTA et al., 2015; CARVALHO et al., 2014; PRYCE et al., 2001). Carvalho et al. (2014), ao verificarem o efeito da variação do ECC após o parto na taxa de concepção no primeiro serviço de vacas inseminadas aos 80 dias ( $\pm 3$ ) em lactação e sincronizadas no protocolo Double-Ovsynch, observaram grandes diferenças na taxa de concepção entre os grupos que perderam, mantiveram e ganharam ECC após o parto (22,8%, 36% e 78,3%, respectivamente). Da mesma forma, Pryce et al. (2001) concluíram que a perda de ECC no início da lactação não favoreceu o desempenho reprodutivo, com maior efeito na categoria das vacas de alto mérito genético, as quais tiveram maior efeito da perda de escore.

No trabalho de Barletta et al. (2015) as concentrações de AGNE e BHBA foram maiores no grupo de vacas que perderam ECC após o parto e a variação do ECC após o parto afetou a taxa de concepção de vacas inseminadas em IATF, sendo que as vacas que perderam ECC apresentaram menor taxa de concepção (13%) e as vacas que ganharam ECC apresentaram maior taxa de concepção (47%). As altas concentrações de AGNE e BHBA no sangue provocou efeitos negativos na fertilidade, favorecendo efeitos deletérios no ovócito e nas células da granulosa (WALSH et al., 2007; BISINOTTO et al., 2012).

Butler (2003) relatou que o balanço energético negativo está associado com a atenuação da frequência dos pulsos de LH e com os baixos níveis de glicose, insulina e IGF-I no sangue, os quais limitam a produção de estrogênio pelos folículos dominantes, o que favorece a diminuição da qualidade dos ovócitos e a competência

para o desenvolvimento embrionário, além de baixas concentrações séricas de progesterona.

No entanto, há trabalhos que concordam com os resultados do presente trabalho, como relatado por Markusfeld, Galon e Ezra (1997), no qual verificaram, em 8 rebanhos leiteiros de alta produção em Israel, que também não houve associação entre o ECC ao parto e a taxa de concepção no primeiro serviço, tanto em primíparas como em pluríparas. Em relação à variação do ECC após o parto, López-Gatius, Yaniz e Madriles-Helm (2003) verificaram que a variação do ECC após o parto não foi associada com o risco de concepção, conforme apresentado no presente trabalho. E em vacas inseminadas em IATF aos 80 dias em lactação, Carvalho e Fricke (2015) também verificaram que a variação do ECC após o parto não afetou a taxa de concepção.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os encontrados por Tillard et al. (2008) ao avaliarem os fatores que afetam o risco de concepção no primeiro serviço de vacas Holandesas inseminadas. Eles verificaram correlação ( $r = 0,45$ ) entre ECC ao parto e perda de ECC após o parto, além de maiores concentrações de AGNE e BHBA em vacas com maior ECC até 30 dias após o parto. No entanto, não verificaram efeito do ECC ao parto no risco de concepção no primeiro serviço.

Portanto, o trabalho de Tillard et al. (2008) mostra que o ECC ao parto pode não estar influenciando na concepção, como não influenciou no presente trabalho, pois este efeito seria maior no início da lactação, período em que a vaca encontra-se em maior balanço energético negativo, como confirmado por Markusfeld, Galon e Ezra (1997), os quais verificaram efeito do ECC ao parto sobre a fertilidade somente nos primeiros 3 meses da lactação.

A taxa de concepção não ter sido influenciada pelo ECC no pré-parto poderia ser explicada pelo fato de que a taxa de concepção ao primeiro serviço do presente trabalho não ter sido avaliada somente nos primeiros 3 meses da lactação, mas sim durante toda a lactação, desde vacas com primeiro serviço aos 30 dias até vacas com primeiro serviço após 150 dias após o parto.

Além disso, Butler (2005) relacionou que para cada 0,5 unidade de ECC perdida após o parto a taxa de concepção diminuiu 10% e o risco de concepção no primeiro serviço foi显著mente menor somente quando a perda de ECC após

o parto foi maior que 1,5 unidades de ECC (TILLARD et al., 2008). No presente trabalho, as vacas que perderam ECC tiveram uma média de perda de -0,692 unidade de ECC após o parto e somente 22 vacas das 117 vacas do grupo que perderam ECC (18,8%) perderam mais que 1,0 unidade de ECC, portanto, a perda de ECC após o parto neste grupo não foi tão intensa, não sendo suficiente para prejudicar o desempenho reprodutivo.

#### 4.2.2 Período de serviço

Tanto o ECC no pré-parto como a variação do ECC após o parto afetaram o período de serviço das vacas leiteiras mestiças lactantes (Tabela 4). A média do ECC no pré-parto das vacas do grupo de ECC menor ou igual a 3,25 foi de 2,90, por isso, não foram consideradas vacas magras. A média do ECC no pré-parto das vacas de ECC entre 3,5 e 3,75 foi de 3,66 e das vacas com ECC maior ou igual a 4,0 foi de 4,09. Foi observado poucas vacas magras com ECC menor que 2,5 nas fazendas estudadas, devido, provavelmente, ao bom manejo nutricional adotado, por isso a média do grupo de vacas com ECC menor ou igual a 3,25 foi alta, não sendo consideradas vacas magras.

As vacas que pariram com ECC menor ou igual a 3,25 empreenharam 29 dias mais cedo que as vacas de ECC maior ou igual a 3,5, demonstrando um melhor desempenho reprodutivo nas vacas que pariram com ECC menor que 3,25.

Tabela 4. Efeito do ECC no pré-parto e da variação do ECC do pré-parto ao pós-parto no período de serviço de vacas leiteiras mestiças lactantes, Gurinhatã-MG, 2015.

Variável	Período de Serviço (n)	Valor <i>P</i>
<b>ECC Pré-Parto</b>		
≤ 3,25	112 (118) <sub>a</sub>	
3,5 a 3,75	141 (183) <sub>b</sub>	< 0,0001
≥ 4,0	142 (75) <sub>b</sub>	
<b>Variação de ECC</b>		
Vacas com perda de ECC	111 (116) <sub>a</sub>	
Vacas sem perda de ECC	141 (240) <sub>b</sub>	< 0,0001

Letras iguais na mesma coluna denotam ausência de diferença estatística significante pelo Lsmeans (*P* > 0,05).

Este resultado confirma o que foi relatado por Roche et al. (2009) em uma revisão, em que o ECC ótimo ao parto é de 3 a 3,25, sendo que o ECC muito baixo ao parto (menor que 3,0) foi associado a redução da produção de leite e a redução do desempenho reprodutivo e o  $\text{ECC} \geq 3,5$  foi associado tanto a redução da ingestão de matéria seca no início da lactação, o que favorece maior balanço energético negativo, como também redução na produção de leite e aumento no risco das desordens metabólicas.

Conforme observado no presente estudo, López-Gatius, Yaniz e Madriles-Helm (2003) verificaram efeito do ECC ao parto no período de serviço, porém, ao contrário do que foi observado no presente estudo, as vacas com baixo ECC ao parto tiveram um período de serviço maior (somente 6 dias) que as vacas com médio ECC ao parto. Da mesma forma, Markusfeld e Ezra (1997) verificaram que as vacas primíparas que pariram com alto ECC apresentaram período de serviço menor, variando de 6 a 3 dias para cada unidade adicional de ECC ao parto, no entanto, nas vacas pluríparas, o ECC ao parto não influenciou o período de serviço.

O resultado obtido no presente trabalho, em que as vacas com maior ECC no pré-parto atrasaram mais para se tornarem gestantes, pode ser explicado pela metodologia utilizada, na qual as vacas classificadas com  $\text{ECC} \geq 3,5$  já poderiam serem consideradas como vacas com reserva de gordura corporal bem maior que as vacas com  $\text{ECC} \leq 3,25$ . No presente trabalho foi verificado que as vacas de ECC mais alto no pré-parto produziram mais leite e perderam mais ECC após o parto, fatores que poderiam ter contribuído para o maior período de serviço observado nestas vacas.

As vacas com alto ECC ao parto tendem a mobilizar mais gordura corporal após o parto (TREACHER, R.J.; REID, I.M.; ROBERTS, 1986). No Brasil, em vacas Holandesas confinadas em sistema “free-stall”, o alto ECC ao parto foi relacionado a maior produção de BHBA e a perda de peso mais intensa na primeira semana após o parto, demonstrando um balanço energético negativo mais intenso pelas vacas de maior ECC ao parto (DO LAGO et al., 2001).

Segundo Roche et al. (2009), devido ao conhecimento dos efeitos fisiológicos do balanço energético na duração do período de anestro após o parto, muitos pesquisadores têm investigado a associação entre o ECC e a eficiência reprodutiva.

Segundo o autor, a maioria dos estudos sugerem que o período de anestro pós-parto tem sido associado com o ECC, mas esta associação nem sempre é consistente e muitas vezes não-linear.

Algumas dessas inconsistências podem refletir as diferenças existentes entre as metodologias utilizadas entre estes estudos. Por exemplo, a forma como foi avaliado o ECC, as diferentes raças ou linhagens genéticas dentro das raças estudadas, as quais podem influenciar no desempenho produtivo e reprodutivo, além de diferenças no tipo de tratamento recebido pelos animais, como o tipo de alimentação ou tratamento hormonal.

No presente estudo, as vacas com perda de ECC após o parto apresentaram um período de serviço menor (30 dias a menos) que as vacas sem perda de ECC. Foi observado que o ECC médio no pré-parto das vacas com perda de ECC foi de 3,71 e que 15% do total de vacas com perda de ECC apresentaram ECC menor que 3,25, ou seja, a maior parte das vacas com perda de ECC pariram com boa reserva de gordura corporal.

Conforme publicado na maioria dos trabalhos que associaram ECC e eficiência reprodutiva, o esperado no presente trabalho, seria verificar que as vacas com perda de ECC após o parto apresentassem maior período de serviço como foi observado no estudo realizado por López-Gatius, Yaniz e Madriles-Helm (2003), no qual as vacas com perda severa de ECC após o parto tiveram período de serviço maior (10,6 dias a mais) que as vacas com baixa ou moderada perda de escore corporal. Dechow, Rogers e Clayt (2002) acharam uma correlação entre a perda de ECC e o período de serviço variando de 0,29 a 0,68, na qual o período de serviço aumenta com o aumento da perda de ECC.

Segundo Butler (2000), o balanço energético negativo é a principal causa da baixa pulsatilidade do LH no período pós-parto. Vacas leiteiras com maior perda de ECC após o parto, portanto, com maiores concentrações de AGNE e BHBA no sangue favoreceram menores chances de retornar a atividade ovariana até 50 dias após o parto e prejudicaram a maturação do ovócito, devido aos efeitos de toxicidade destes metabólitos (RIBEIRO et al., 2011; LEROY et al., 2005). Como resultado, o desenvolvimento dos folículos disponíveis no ovário é reduzido (BAYRAM, AKSAKAL e AKBULUT, 2012).

Pode-se dizer que as diferenças encontradas no presente trabalho com outros trabalhos envolvendo ECC podem ser devido às diferentes formas de manejo adotadas nos diversos trabalhos, como tipo de alimentação e nível de produção, além das diferenças de raças e composições raciais entre os rebanhos estudados.

## 5 CONCLUSÃO

O escore de condição corporal no pré-parto é influenciado pela composição racial e pela produção de leite. O escore corporal no pré-parto e a variação do escore corporal após o parto afetam o desempenho reprodutivo das vacas mestiças, com efeito no período de serviço. Vacas com ECC menor ou igual a 3,25 apresentaram menor período de serviço e as vacas com perda de ECC emprenharam mais cedo. Pode-se afirmar que a perda média de ECC do grupo das vacas que perderam ECC após o parto foi pouca, não sendo suficiente para prejudicar o período de serviço.

## REFERÊNCIAS

- ARTUNDUAGA M.A.T. **Efeito de dietas com fontes lipídicas e gliconeogênicas no período de transição de primíparas leiteiras sobre: perfil metabólico, produção de leite e reprodução.** 2009. Tese (Doutorado em Produção Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BARLETTA, R.V.; CARVALHO, P.D.; MADUREIRA, M.; DEL VALE, T.A.; MADUREIRA, E.R.; NETTO, A.S.; BAEZ, G.M.; FRICKE, P.M.; WILTBANK, M.C. Association between changes in body condition score, NEFA, and BHBA concentrations during the transition period on fertility of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, suppl.2, 2015.
- BATISTA, D.M. **Desempenho produtivo de vacas 3/4 e 7/8 Holandês x Zebu criadas em condições de clima quente.** 2013, Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão-SE.
- BAUMAN, D. E.; CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1514-1529, 1980.
- BAYRAM, B.; AKSAKAL, V.; AKBULUT, O. Effect of the body condition score on some reproduction and milk yield traits of swedish red and white cows. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v.22, n.3, p.545-551, 2012.
- BEAM, S.; BUTLER, W.R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. **Biology of Reproduction**, v.56, p.133-142, 1997.
- BEAM, S.W.; BUTLER, W.R. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. **Journal Reproduction Fertility**, v.54, p.411-424, 1999.
- BECH-SÀBAT, G.; LÓPEZ-GATIUS, F.; YÁNIZ, J.L.; GARCÍA-ISPIERTO, I.; SANTOLARIA P.; SERRANO, B.; SULON, J.; DE SOUSA, N. M.; BECKERS, J.F. Factors affecting plasma progesterone in the early fetal period in high producing dairy cows. **Theriogenology**, v. 69, n.4, p.426-432, 2008.
- BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2804-2819, 1995.
- BERRY. D.P.; VEERKAMP, R.F.; DILLON, P. Phenotypic profiles for body weight, body condition score, energy intake, and energy balance across different parities and concentrate feeding levels. **Livestock Science**, v.104, p.1-12, 2006.
- BINES, J.A.; MORANT, S.V. The effect of body condition on metabolic changes associated with intake of food by the cow. **British Journal of Nutrition**, v.50, n.1, p.81-89, 1983.

BISINOTTO, R.S.; GRECO, L.F.; RIBEIRO, E.S.; MARTINEZ, N.; LIMA, F.S.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W.; SANTOS, J.E.P. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. **Animal Reproduction**, v.9, n.3, p.260-272, 2012.

BUCKLEY, F.; DILLON, P.; RATH, M.; VEERKAMP, R.F. The relationship between genetic merit for yield and live weight, condition score, and energy balance of spring calving Holstein Friesian dairy cows on grass based systems of milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1878– 1886, 2000.

BUTLER, S.T.; MAR, A.L; PELTON, S.H.; RADCLIFF, R.P; LUCY, M.C.; BUTLER, W.R. Insuline restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-1 and GH receptor 1A. **Journal of Endocrinology**, v.76, p. 205-217, 2003.

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

BUTLER, W.R. Nutrition, negative energy balance and fertility in the postpartum dairy cow. **Cattle Practice**, v.13, p.13-18, 2005.

BUTLER, W.R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v.60, p.449–457, 2000.

BUTLER, W.R.; EVERETT, R.W.; COPPOCK, C. E. The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.53, p.742-748, 1981.

BUTLER, W.R.; SMITH, R.D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.767-783, 1989.

CARVALHO, B.C.; RUAS, J.R.M.; SILVA FILHO, J.M.; FERREIRA, J.J.; SILVA, M.A.; MENEZES, G.C.C. Avaliação de diferentes manejos pré-parto sobre o peso e o escore da condição corporal de vacas mestiças F1 Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 16, p. 62-67, 2009.

CARVALHO, P.D.; FRICKE, P.M.; WI. Association between changes in body condition score and back fat thickness during the transition period with fertility and health events in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, suppl.2, 2015.

CARVALHO, P.D.; SOUZA, A.H.; AMUNDSON, M.C.; HACKBART, K.S.; FUENZALIDA, M.J.; HERLIHY, M.M.; AYRES, H.; DRESCH, A.R.; VIEIRA, L.M.; GUENTHER, J.N.; GRUMMER, R.R.; FRICKE, P.M., SHAVER R.D.; WILTBANK M.C. Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.3666–3683, 2014.

- CHILLIARD, Y. Physiological constraints to milk production: factors which determine nutrient partitioning, lactation persistency and mobilization of body reserves. **World Rev. Anim. Prod.**, v. 27, p. 19-26, 1992.
- COFFEY, M.P.; SIMM, G.; BROTHERSTONE, S. Energy balance profiles for the first three lactations of dairy cows estimated using random regression. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2669–2678, 2002.
- COLLIER, R.J.; MCNAMARA, J.P.; WALLACE, C.R.; DEHOFF, M.H. A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. **Journal of Animal Science**, v.59, n. 2, p.498-510, 1984.
- DA COSTA, A.N.L.; FEITOSA, J.V.; JÚNIOR, P.A.M.; DE SOUZA, P.T.; DE ARAÚJO, A.A. Hormonal profiles, physiological parameters, and productive and reproductive performances of Girolando cows in the state of Ceará-Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v.59, p.231–236, 2015.
- DECHOW, C.D.; ROGERS, G.W.; CLAYT, J.S. Heratibility and correlations among body condition score loss, body condition score, production and reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3062-3070, 2002.
- DILLON, P.; BERRY, D.P.; EVANS, R.D.; BUCKLEY, F.; HORAN, B. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. **Livestock Science**, v.99, p. 141– 158, 2006.
- DO LAGO, E.P.; PIRES, A.V.; SUSIN, I., DE FARIA, V.P.; DO LAGO, L.A. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1544-1549, 2001.
- DRACKLEY, J.K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2259-2273, 1999.
- EDMONSON; A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p. 68-78, 1989.
- FALLAS, M.R.; ZARCO, Q.L.; GALINA, C.S.; BASURTO, H. Efecto del amamantamiento sobre la actividad ovárica posparto en vacas F1 (Holstein x Indobrasil) en dos tipos de pasto. **Reunión de Investigación Pecuaria**, p.348-349,1987.
- FENWICK, M.A.; FITZPATRICK, R.; KENNY, D.A.; DISKIN, M.G.; PATTON, J.; MURPHY, J.J.; WATHES, D.C. Interrelationships between negative energy balance (NEB) and IGF regulation in liver of lactating dairy cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v.34, p.31–44, 2008.

- FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; THOMSEN, N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2695-2703, 1994.
- FERREIRA, A.M. Nutrição e atividade ovariana: uma revisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.9, p. 1077-1093, 1993.
- FORBES, J.M. The multifactorial nature of food intake control. **Journal of Animal Science**, v.81, n.2, p.139-144, 2003.
- FORTUNE, J.E.; RIVERA, G.M.; YANG, M.Y. Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. **Animal Reproduction Science**, v. 82–3, p.109–126, 2004.
- FOURICHON, C.; SEEGERS, H.; MALHER, X. Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. **Theriogenology**, v.53, p.1729-1759, 2000.
- FRIGGENS, N.C.; BERG, P.; THEILGAARD, P.; KORSGAARD, I.R.; INGVARTSEN, K.L.; LOVENDAHL, P.; JENSEN, J. Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: evidence of genetically driven body energy change . **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5291–5305, 2007.
- GÁBOR, G.; TÓTH, F.; ÓZSVÁRI, L.; ABONYI-TÓTH, Z.S.; SASSER, R.G. Factors influencing pregnancy rate and late embryonic loss in dairy cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v.8, p. 43-53, 2008.
- GALLO, L.; CARNIER, P.; CASSANDRO, M.; MANTOVANI, R.; BAILONI, L.; CONTIERO, B.; BIITANTE, G. Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1004-1015, 1996.
- GARNSWORTHY, P.C.; SINCLAIR, K.D.; WEBB, R. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. **Animal**, v.2, p.1144-1152, 2008.
- GARNSWORTHY, P.C.; TOPPS, J.H. The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. **Animal Production**, v. 35, p. 113-119, 1982.
- GOFF, J.P.; HORST, R.L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1260-1268, 1997.
- GRUMMER, R.R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2820-2833, 1995.
- GUIMARÃES, J.D.; ALVES, N.G.; DA COSTA, E.P.; SILVA, M.R.; COSTA, F.M.J.; ZAMPERLINI, B. Eficiências reprodutiva e produtiva em vacas das raças Gir, Holandês e cruzadas Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.641-647, 2002.

GUTIERREZ, C.G.; GONG, J.G.; BRAMLEY, T.A.; WEBB, R. Selection on predicted breeding value for milk production delays ovulation independently of changes in follicular development, milk production and body weight. **Animal Reproduction Science**, v.95, p.193-205, 2006.

HAFEZ, E.S.E; HAFEZ, B. **Reprodução Animal** 7. Ed. Baruerí: SP,Editora Manole, 2004. 73 p.

HAMMON, D.S.; EVJEN, I.M.; DHIMAN, T.R.; GOFF, J. P.; WALTERS, J. L. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.113, n.1, p.21-29, 2006.

HARRISON, R.O.; FORD, S.P.; YOUNG, J.W.; CONELY, A.J.; FREEMAN, A.E. Increased milk production vs. reproductive and energy status in high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2749-2758, 1990.

HORAN, B.; DILLON, P.; FAVERDIN, P.; DELABY, L.; BUCKLEY, F.; RATH, M. The interaction of strain of Holstein-Friesian cow and pasture based feed system for milk production, bodyweight and body condition score. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.1231-1243, 2005.

INCHAIISRI, C.; HOGEVEEN, H.; VOS, P.L.A.M.; VAN DER WEIJDEN, G.C.; JORRITSMA, R. Effect of milk yield characteristics, breed, and parity on success of the first insemination in Dutch dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p.5179-5187, 2010.

INGVARTSEN, K.L.; ANDERSEN, J.B. Symposium: dry matter intake of lactating dairy cattle Integration of Metabolism and Intake Regulation: a review focusing on periparturient animals. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, 2000.

JÚNIOR, A.B.; PRATA, M.A.; MOREIRA, H.L.; FILHO A.E.V.; CARDOSO, V.L.; EL FARO, L. Avaliação de desempenho produtivo e reprodutivo de animais mestiços do cruzamento holandês x gir. **Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa**, v.71, n.4, p.357-364, 2014.

JÚNIOR, C.O.P. **Perfil metabólico energético em dois grupos genéticos de vacas Holandês x Gir de segunda ordem de parição, em dois períodos da lactação, na época da seca, nos trópicos.** 2010, Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES.

KAWASHIMA, C.; FUKIHARA, S.; MAEDA, M.; KANEKO, E.; MONTOYA, C.A.; MATSUI, M.; SHIMIZU, T.; MATSUNAGA, N.; KIDA, K.; MIYAKE, Y.; SCHAMS, D.; MIYAMOTO, A. Relationship between metabolic hormones and ovulation of dominant follicle during the first follicular wave post-partum in high-producing dairy cows. **Reproduction**, v.133, p.155–163, 2007.

KAWASHIMA, C.; KANEKO, E.; MONTOYA, C.A.; MATSUI, M.; YAMAGISHI, N.; MATSUNAGA, N.; ISHII, M.; KIDA, K.; MIYAKE, Y.; MIYAMOTO, A. Relationship

between the first ovulation within three weeks postpartum and subsequent ovarian cycles and fertility in high producing dairy cows. **Journal of Reproduction and Development**, v.52, n.4, 2006.

KENNEDY, J.; DILLON, P.; O'SULLIVAN, K.; BUCKLEY, F.; RATH, M. Effect of genetic merit and concentrate feeding level on the reproductive performance of Holstein Friesian dairy cows in a grass based milk production system. **Animal Science**, v.76, p.297–308, 2003.

KIM, H.; SUH, G.H. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. **Theriogenology**, v.60, p.1445-1456, 2003.

LEBLANC, S. Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. **Journal of Reproduction and Development**, v.56 (suppl), s.1–7, 2010.

LEROITH, D.; BONDY, C.; YAKAR, S.; LIU, J.L.; BUTLER, A. The somatomedin hypothesis: 2001. **Endocrine Reviews**, v.22, p.53-74, 2001.

LEROY, J.L.M.R.; VANHOLDER, T.; MATEUSEN, B.; CHRISTOPHE, A.; OPSOMER, G.; DE KRUIF, A.; GENICOT, G.; VAN SOOM, A. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. **Reproduction**, v.130, p.485–495, 2005.

LOPEZ, H.; CARAVIELLO, D.Z.; SATTER, L.D.; FRICKE, P.M.; WILTBANK M.C. Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2783-2793, 2005.

LOPEZ, H.; SATTER, L.D.; WILTBANK, M.C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.81, p. 209–223, 2004.

LÓPEZ-GATIUS, F.; LÓPEZ-BÉJAR, M.; FENECH, M.; HUNTER, R.H.F. Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: risk factors and effects. **Theriogenology**, v.63, p. 1298–1307, 2005.

LÓPEZ-GATIUS, F.; YÁNIZ, J.; MADRILES-HELM, D. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. **Theriogenology**, v. 59, p.801-812, 2003.

LUCY, M. C. Mechanisms linking the somatotropic axis with insulin: lessons from the postpartum dairy cow. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.64, p.19–23, 2004.

LUCY, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1277-1293, 2001.

- LUCY, M.C.; JIANG, H.; KOBAYASHI, Y. Changes in the somatotropin axis associated with the initiation of lactation. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.E113–E119, 2001.
- MALLARD, B.A.; DEKKERS, J.C.; IRELAND, M.J. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.585–595, 1998.
- MARKUSFELD, O.; GALON, N.; EZRA, E. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. **Veterinary Record**, v.141, p.67-72, 1997.
- MCMANUS, C.; TEIXEIRA, R.A.; DIAS, L.T.; LOUVANDINI, H.; OLIVEIRA, E.M.B. Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças Holandês x Gir no Planalto Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.819–823, 2008.
- MULLINIKS, J.T.; COX S.H.; KEMP, M.E.; ENDECOTT, R.L.; WATERMAN, R.C.; VANLEEUWEN, D.M.; PETERSEN, M. K. Relationship between body condition score at calving and reproductive performance in young postpartum cows grazing native range. **Journal of Animal Science**, v.90, p.2811-2817, 2012.
- MWAANGA, E.S.; JANOWSKI, T. Anoestrus in dairy cows: causes, prevalence and clinical forms. **Reproduction in Domestic Animals**, v.35, p.193-200, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutritional Requirements of Dairy Cattle**. Washington D.C. National Academy Press, 7<sup>a</sup> ed., 2001.
- NEBEL, R.L.; MCGILLIARD, M.L. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3257-3268, 1993.
- NOGALSKI, Z.; WROŃSKI, M.; LEWANDOWSKA, B.; POGORZELSKA, P. Changes in the blood indicators and body condition of high yielding Holstein cows with retained placenta and ketosis **Acta Veterinaria Brno**, v.81, p.359–364, 2012.
- OLIVEIRA, R.S.B.R.; MOURA, A.R.F.; PÁDUA, M.F.S.; BARBON, I.M.; SILVA, M.E.M.; SANTOS, R.M., MUNDIM, A.V.; SAUT, J.P.E. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras com baixo escore de condição corporal no periparto. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.4, p.362-368, 2014.
- PATTON, J.; KENNY, D.A.; MCNAMARA, S.; MEE, J.F.; O'MARA, F.P.; DISKIN, M. G.; MURPHY, J. J. Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in Holstein-Friesian cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.649-658, 2007.
- PEREIRA, R.J.; AYRES, D.R.; EL FARO, L.; VERCESI FILHO, A.E.; VERNEQUE, R.S.; DE ALBUQUERQUE, L.G. Genetic parameters for production traits of dairy Gyr (*Bos indicus*) x Holstein cattle estimated with a random regression model. **Livestock Science**, v.158, p.24–31, 2013.

PÉREZ, C.A.; VERA, J.; CASTRO, F.C.; GARNSWORTHY, P.C. Energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics with and without cereal supplementation. **Livestock Science**, v.122, p.227–233, 2009.

PHIL GARNSWORTHY. Influência da nutrição nos hormônios metabólicos e na eficiência produtiva. In: XVII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovino, **Anais...**Uberlândia, 2013, p.1-11.

PICCARDI, M.; CAPITAINE FUNES, A.; BALZARINI, M.; BÓ, G.A. Some factors affecting the number of days open in Argentinean dairy herds. **Theriogenology**, v.79, p. 760-765, 2013.

PRYCE, J.E.; COFFEY, M.P.; SIMM, G. The relationship between body condition score and reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1508–1515, 2001.

PRYCE, J.E.; HARRIS, B.L. Genetics of body condition score in New Zealand dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4424–4432, 2006.

RADCLIFF, R.P.; MCCORMACK, B.L.; CROOKER, B.A.; LUCY, M.C. Growth hormone (GH) binding and expression of GH receptor 1A mRNA in hepatic tissue of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3933–3940, 2003.

RAHEJA, K.L.; BURNSIDE, E.B.; SCHAEFFER, L.R. Relationships between fertility and production in Holstein dairy cattle in different lactations. **Journal of Dairy Science**, v.72, p. 2670-2678, 1989.

RAJAMAHENDRAN, R.; TAYLOR, C. Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone profiles. **Animal Reproduction Science**, v.22, p.171–180, 1990.

RANASINGHE, R.M.S.B.K.; NAKAO, T.; YAMADA, K.; KOIKE, K.; HAYASHI, A.; DEMATAWEWA, C.M.B. Characteristics of prolonged luteal phase identified by milk progesterone concentrations and its effects on reproductive performance in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.116-127, 2011.

RHODES, F.M.; MCDOUGALL, S.; BURKE, C.R.; VERKERK, G.A.; MACMILLAN, K.L. Invited review: treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1876-1894, 2003.

RIBEIRO, E.S.; LIMA, F.S.; AYRES, H.; GRECO, L.F.; BISINOTTO, R.S.; FAVORETO, M.; MARSOLA, R.S.; MONTEIRO, A.P.A.; THATCHER, W.W.; SANTOS, J.E.P. Effect of postpartum diseases on reproduction of grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.1, p.63, 2011.

ROCHA, D.R.; SALLES, M.G.F.; MOURA, A.A.A.N.; ARAÚJO, A.A. Impacto do estresse térmico na reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.36, n.1, p.18-24, Belo Horizonte, 2012.

ROCHE, J. R.; BLACHE, D.; KAY, J. K.; MILLER, D. R.; SHEAHAN, A. J.; MILLER, D. W. Neuroendocrine and physiological regulation of intake, with particular reference to domesticated ruminant animals. **Nutrition Research Review**, v.21, p.207–234, 2008.

ROCHE, J.F. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. **Animal Reproduction Science**, v.96, p.282-296, 2006.

ROCHE, J.F.; MACKEY, D.; DISKIN, M.D. Reproductive management of postpartum cows. **Animal Reproduction Science**, v.60-61, p.703-712, 2000.

ROCHE, J.R.; BERRY, D.P.; LEE, J.M.; MACDONALD, K.A.; BOSTON, R.C. Describing the body condition score change between successive calvings: a novel strategy generalizable to diverse cohorts. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4378–4396, 2007.

ROCHE, J.R.; FRIGGENS, N.C.; KAY, J.K.; FISHER, M.W.; STAFFORD, K.J.; BERRY, D.P. Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.5769–5801, 2009.

ROTH, Z.; BIRAN, D.; LAVON, Y.; DAFNI, I.; YAKOBI, S.; BRAW-TAL, R. Endocrine milieu and developmental dynamics of ovarian cysts and persistent follicles in postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, p. 1729-1737, 2011.

SANTANA JR, M.L.; PEREIRA, R.J.; BIGNARDI, A.B.; EL FARO, L.; TONHATI, H.; ALBUQUERQUE, L.G. History, structure, and genetic diversity of Brazilian Gir cattle **Livestock Science**, v.163, p. 26–33, 2014.

SANTOS, J.E.P.; BISINOTTO, R.S.; GRECO, L.F.; RIBEIRO, E.S.; MARTINEZ, N.; LIMA F.S.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Influência da nutrição e metabolismo sobre a fertilidade de vacas leiteiras. In: XVII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, **Anais...Uberlândia**, 2013.

SENGER, P.L. **Pathways to Pregnancy and Parturition**. 2. ed. Washington: Pullman, 2003. 152 p.

SHINGUA, H.; HODATEB, K.; KUSHIBIKIA, S.; UEDAA, Y.; WATANABEA, A.; SHINODAA, M.; MATSUMOTOB, M. Breed differences in growth hormone and insulin secretion between lactating Japanese Black cows (beef type) and Holstein cows (dairy type). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v.132, p.493–504, 2002.

TILLARD, E.; HUMBLOT, P.; FAYE, B.; LECOMTE, P.; DOHOO, I.; BOCQUIER, F. Postcalving factors affecting conception risk in Holstein dairy cows in tropical and sub-tropical conditions. **Theriogenology**, v.69, p.443-457, 2008.

TREACHER, R.J.; REID, I.M.; ROBERTS, C. J. Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. **Animal Production**, v.43, n.1, p.1-6, 1986.

VAN ARENDONK, J.A.M.; NIEUWHOEF, G.F.; VOS, H.; KORVER, S. Genetic aspects of feed intake and efficiency in lactating dairy heifers. **Livestock Production Science**, v. 29, p.263-275, 1991.

VAN KNEGSEL, A.T.M.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; VAN STRAALEN, W.M.; JORRITSMA, R.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3397-3409, 2007.

VEERKAMP, R.F.; OLDEN BROEK, J.K.; VAN DER GAAST, H.J.; VAN DER WEFF, J.H.J. Genetic correlation between day until start of luteal activity and milk yield, energy balance and live weights. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.577-583, 2000.

VERNON, R.G.; DENIS, R.G.P.; SORENSEN, A. Signals of adiposity. **Domestic Animal Endocrinology**, v.21, p.197-214, 2001.

VILLA-GODOY, A; HUGHES, T.L.; EMERY, R.S.; CHAPLIN, T.L.; FOGWELL, R.L.; Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 1063-1069, 1988.

WALSH, R.B.; WALTON, J.S.; KELTON, D.F.; LEBLANC, S.J.; LESLIE, K.E.; DUFFIELD, T.F. The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.2788-2796, 2007.

WALSH, S.; BUCKLEY, F.; PIERCE, K.; BYRNE, N.; PATTON, J.; DILLON, P. Effects of breed and feeding system on milk production, body weight, body condition score, reproductive performance, and postpartum ovarian function. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.4401-4413, 2008.

WATHES, D.C.; TAYLOR, V.J.; CHENG, Z.; MANN, G.E. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in the postpartum cow. **Reproduction**, v.61, p.219-237, 2003.

WATHES, D.C.; CHENG, Z.; BOURNE, N. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the interrelationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 33, p. 203-225, 2007.

WEBB, R.; GARNSWORTHY, P.C.; GONG, J.G.; ROBINSON, R.S.; WATHES, D.C.; Consequences for reproductive function of metabolic adaption to load. **Animal Science Occas. Publ.**, v.24, p.99-112, 1999.

WESTWOOD, C.T; LEAN, I.J.; GARVIN, J.K. Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3225-3237, 2002.

WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUT, H.F.; LESCH, T.N. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.495-501, 1982.

WILTBANK, M.C.; GTIMEN, A.; SARTORI, R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. **Theriogenology**, v.57, p.21-52, 2002.

YAVAS, Y.; WALTON, J.S. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v.54, p. 25-55, 2000.

ZHANG, J.; DENG, L.X.; ZHANG, H.L.; HUA, G.H.; HAN, L.; ZHU, Y.; MENG, X.J.; YANG, L.G. Effects of parity on uterine involution and resumption of ovarian activities in postpartum Chinese Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.1979-1986, 2010.

ZULU, V.C.; NAKAO, T.; SAWAMUKAI, Y. Insulin like growth factor I as a possible hormonal mediator of nutritional regulation of reproduction in cattle. **Journal of Veterinary Medicine Science**, v.64, n.8, p.657-665, 2002.