

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Júlio de Mesquita Filho”  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

## Fatores que influenciam a temperatura corporal de vacas da raça holandesa lactantes

ERALDO LAERTE DRAGO FILHO

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das exigências  
para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SP

Julho – 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Júlio de Mesquita Filho”  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

## Fatores que influenciam a temperatura corporal de vacas da raça holandesa lactantes

ERALDO LAERTE DRAGO FILHO

ZOOTECNISTA

Orientador: Prof. Assoc. José Luiz Moraes Vasconcelos  
Co-Orientador: Prof. Assoc. Dr. Ronaldo Luis Aoki Cerri

Trabalho de apresentação ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das exigências  
para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SP

Julho – 2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

D759f Drago Filho, Eraldo Laerte, 1987-  
Fatores que influenciam a temperatura corporal de vacas  
da raça holandesa lactantes / Eraldo Laerte Drago Filho. -  
Botucatu : [s.n.], 2017  
48 f.: il., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,  
2017

Orientador: José Luiz Moraes Vasconcelos

Coorientador: Ronaldo Luis Aoki Cerri

Inclui bibliografia

1. Bovino de Leite - Criação. 2. Leite - produção. 3.  
Stress (Fisiologia). I. Vasconcelos, José Luiz Moraes. II.  
Cerri, Ronaldo Luis Aoki. III. Universidade Estadual Pau-  
lista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Fa-  
culdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

Ativ:  
Acess

## **Agradecimentos**

Em especial para minha mãe, pai e irmão, por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui, sempre me apoiando e me incentivando.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Luiz Moraes Vasconcelos, pela oportunidade, conhecimento adquirido, confiança e amizade.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Ronaldo Cerri, por ter me apoiado durante esses anos e ter dado a oportunidade de realizar o projeto de pesquisa junto com sua equipe, pela experiência transmitida, pelas cobranças, e por tudo que colaborou para meu conhecimento.

A todos os meus amigos de pós-graduação pela colaboração: Augusto Madureira, Bruna Silper, Liam Polsky, João Pedro de Albuquerque e Jean Elias, obrigado pelo companheirismo de vocês e toda ajuda.

Aos meus amigos de “republica boi na zona”, pela convivência e aprendizado nesses 9 anos que estamos juntos. Uma segunda família.

À Conaptec Jr. por todo aprendizado adquirido ao longo dos anos.

Aos funcionários da sessão de Pós-Graduação da UNESP – Botucatu: Seila, Claudiane e Ellen; Departamento de produção Animal: Renato, Claudio e José Luís Barbosa, pela disposição e prontidão para ajudar.

A Toda equipe da fazenda Colorado, pela compreensão e paciência durante a realização do projeto e por todo o companheirismo. Em especial, Sergio Soriano, Alex Sica, Luca e Sr Luiz.

Aos membros da banca de qualificação, Professor Dr. Heraldo Cezar e Professor Dr. José Roberto Sartori, meu agradecimento pelas sugestões e críticas que contribuíram para melhoria da dissertação.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Ocilon G. Filho e Prof. Dr. José Fernando Garcia.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela bolsa fornecida.

Aos meus amigos, e todos que de alguma maneira participaram desta caminhada.

**Muito Obrigado a Todos!**

## SUMÁRIO

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| LISTA DE ABREVIATURAS.....                                                              | i   |
| SUMÁRIO DE TABELAS.....                                                                 | ii  |
| SUMÁRIO DE FIGURAS.....                                                                 | iii |
| CAPÍTULO 1                                                                              |     |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                     | 1   |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....                                                           | 3   |
| 2.1.1 Fisiologia do estresse térmico.....                                               | 3   |
| 3. Efeito do ambiente no estresse térmico.....                                          | 4   |
| 4. Efeito do estresse térmico em parâmetros produtivos.....                             | 5   |
| 4.1.1 Produção de leite.....                                                            | 5   |
| 5. Efeito do estresse térmico no período seco e na lactação subsequente.....            | 6   |
| 6. Efeito do estresse térmico na reprodução.....                                        | 7   |
| 6.1.1 Temperatura retal e fertilidade.....                                              | 9   |
| 7. Relação com cor de pelagem com estresse térmico.....                                 | 10  |
| 8. REFERÊNCIAS.....                                                                     | 11  |
| CAPÍTULO 2                                                                              |     |
| Fatores que influenciam a temperatura vaginal de vacas da raça holandesa lactantes..... |     |
| RESUMO.....                                                                             | 18  |
| ABSTRACT.....                                                                           | 19  |
| 1. Introdução.....                                                                      | 20  |
| 2. Material e Métodos.....                                                              | 22  |
| 2.1.1 Animais e instalações.....                                                        | 22  |
| 2.1.2 Manejo reprodutivo.....                                                           | 23  |
| 2.1.3 Diagnostico de gestação.....                                                      | 23  |
| 2.1.4 Produção de leite.....                                                            | 24  |
| 2.1.5 Mensuração da Espessura do couro e classificação de cores.....                    | 24  |
| 2.1.6 Coleta do índice de temperatura e umidade e temperatura vaginal.....              | 24  |
| 2.1.7 Análise estatística.....                                                          | 25  |
| 3. Resultados.....                                                                      | 26  |
| 4. Discussão .....                                                                      | 28  |
| 5. Conclusão .....                                                                      | 33  |
| 6. Referências .....                                                                    | 34  |
| CAPÍTULO 3                                                                              |     |
| CONSIDERAÇÕES GERAIS E IMPLICAÇÕES .....                                                | 48  |

## LISTA DE ABREVIATURAS

DEL – Dias em lactação

DG – Diagnóstico de gestação

ECC – Escore de condição corpórea

IATF – Inseminação artificial em tempo fixo

IEP – Intervalo entre partos

IMS – Ingestão de matéria seca

ITU – Índice de temperatura e umidade

kg - Quilograma

mm - Milímetro

P/IA – Prenhez por inseminação artificial

PCT – Porcentagem do período de três dias em que a temperatura vaginal foi  $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$

Alta PCT – Categorização através do ultimo quartil das vacas com maior PCT

ITUmax – ITU máximo registrado do período de três dias em que o ITU foi avaliado

## SUMÁRIO DE TABELAS

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1- Fatores de risco associados á porcentagem de tempo para temperatura vaginal acima de 39°C (PCT)..... | 38 |
| Tabela 2- Fatores de risco associados com a prenhez por inseminação artificial.....                            | 39 |
| Tabela 3- Fatores de risco associados a produção de leite.....                                                 | 40 |
| Tabela 4- Efeito da PCT, Produção de leite, ECC na prenhez por inseminação artificial.....                     | 41 |
| Tabela 5- Efeito da cor associado a PCT na prenhez por inseminação artificial.....                             | 42 |

## SUMÁRIO DE FIGURAS

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Figura 1- Efeito de ordem na taxa de prenhez.....        | 43 |
| Figura 2-.Correlação entre ITUmax e PCT.....             | 44 |
| Figura 3- Correlação entre produção de leite e PCT.....  | 45 |
| Figura 4 - Correlação entre espessura de pele e PCT..... | 46 |

# **CAPÍTULO 1**

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o assunto aquecimento global tem sido importante tópico em reuniões no mundo todo, pois segundo o órgão de pesquisa espacial americana (NASA) a terra está aquecendo em velocidade que não foi vista nos últimos 1.000 anos. A estimativa para temperatura média global para o século XXI é 1,38 °C superior à média do século XX e com que o ano de 2016 foi considerado o mais quente da história.

Wolfeson et al. (2000) reportaram que aproximadamente 60% das fazendas produtoras de leite ao redor do mundo sofrem com perdas econômicas severas devido ao estresse térmico, incluindo-se o fato de que mais de 50% dos rebanhos leiteiros estão localizados nos trópicos, de modo que o efeito do clima tropical acarretam em sérios problemas para a manutenção de níveis adequados de bem-estar, saúde, produção e fertilidade (LEBLANC, 2010). Sendo assim, a nutrição humana por meio de produtos lácteos pode estar comprometida, devido ao aumento da frequência de períodos com temperatura ambiente elevada, acarretando queda na produção (GARNER; MARETT, 2016).

Portanto, estudos são necessários para se entender melhor como bovinos leiteiros reagem as variáveis climáticas do ambiente. Dentre elas, a temperatura ambiental, a umidade relativa do ar e a radiação solar direta são os principais responsáveis por causarem o desconforto, levando os animais a adotarem medidas fisiológicas e comportamentais para manterem a temperatura corpórea constante, as quais em sua grande parte têm como consequência a redução no desempenho (MELLACE, 2010). O termo estresse térmico é usado de maneira ampla, referindo-se ao seu efeito sobre os animais, como no desempenho produtivo e nas respostas fisiológicas WEST. (2003). Segundo Nobrega et al. (2011) os animais dissipam calor sensível para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por convecção. Se o animal não conseguir dissipar o calor excedente por meio dos mecanismos citados, a temperatura retal aumenta acima dos valores fisiológicos normais, sendo no caso de vacas leiteiras valores acima de 39,1°C (WEST, 2003), ocorrendo o estresse térmico. Neste quadro, as consequências possíveis incluem comprometimento na produção e fertilidade de vacas de leite. O calor gerado decorrente da manutenção das funções vitais e produção de leite representam aproximadamente 31% do consumo de energia de uma vaca de 600 kg de

peso vivo, produzindo 40 kg de leite, contendo 4% de gordura (COPPOCK, 1985). Gastos energéticos para termorregulação são maiores para vacas em ambientes quentes do que vacas em ambiente de termoneutralidade (NRC, 2001). Dessa forma, é imprescindível o conhecimento da interação entre os animais e o ambiente. Bovinos leiteiros, ao longo dos anos, tem sofrido uma intensa seleção genética para maior produção de leite (LUCY, 2001). Porém, essa produtividade, não depende exclusivamente de genética, tendo relação direta com fatores ambientais e manejo (PURWANTO et al., 1990). O índice de temperatura e umidade (ITU) é um parâmetro utilizado para avaliar a condição ambiental. Diversos autores sugerem que este índice pode ser usado como base para o início do processo de resfriamento. Estudiosos definiram limiares para este índice correlacionando-o com estresse térmico nos animais, e com o consequente declínio na produtividade, como no estudo de Armstrong (1994) que sugere ITU acima de 72, de Mader et al. (2006) que sugerem valores de ITU acima de 70, e de Bohmanova et al. (2007) que sugerem ITU igual a 68.

Estudos realizados nos Estados Unidos mostraram que há impacto financeiro significativo causado pelo estresse calórico, com perdas de US\$ 383 e US\$ 337 vaca/ano nos estados da Flórida e Texas, respectivamente, totalizando uma perda de quase 1 bilhão de dólares (ST-PIERRE et al., 2003). O Brasil possui cerca de 39 milhões de vacas leiteiras e no ano de 2014 produziu 33 bilhões de litros de leite, sendo considerado o quarto maior produtor mundial (ANUALPEC, 2014).

Em estudo no Brasil, Vasconcelos et al. (2011) detectaram em 33 fazendas, avaliadas durante o verão, que 60% das vacas apresentaram temperatura vaginal acima de 39,1°C no período da tarde, valor este que segundo Berman et al. (1985) pode ser considerado para detecção de estresse térmico.

Dikmen et al. (2012) relataram a possibilidade de a capacidade de manter a temperatura corporal ser hereditária, portanto havendo a possibilidade de melhorar via ganho genético para a termotolerância em vacas de leite.

Embora o monitoramento da temperatura ambiental e retal sejam indicadores de estresse térmico em vacas de leite, esses dados ainda são pouco avaliados como instrumento para modificação de práticas de manejo e de seleção de animais mais adaptados ao clima tropical. O presente estudo teve por objetivo mensurar temperatura vaginal, avaliar seus efeitos na produção e reprodução e estudar sua relação com

características físicas individuais em vacas da raça holandesa em lactação. A hipótese é de que, sob o mesmo ambiente, exista uma variação significativa no padrão circadiano de temperatura vaginal suficiente para impactar aspectos da produção e reprodução de vacas em lactação.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Fisiologia do estresse térmico**

Estresse térmico é quando a soma de cargas calóricas proveniente do ambiente (radiação solar, temperatura, umidade relativa e velocidade de vento) mais o calor gerado pelo metabolismo da vaca (COPPOCK., 1985), são maiores do que a capacidade dela em dissipar a carga para o meio ambiente (BOHMANOVA et al., 2007). Deste modo esta sobrecarga no sistema de controle do indivíduo reduz sua adaptação (BROOM et al., 2004).

A redução do calor primário para a maioria dos mamíferos é a perda de calor evaporativa, acompanhada de aumento da respiração e frequência cardíaca (KADZERE et al., 2002). A perda de calor evaporativa de vacas leiteiras é aumentada pelo aumento da sudorese, vasodilatação, área de superfície irradiada. O ato de ofegar permite vacas leiteiras estressadas pelo calor aumentar a quantidade de perda de água evaporativa através da língua, boca e pulmões. Aproximadamente 15% do calor endógeno é perdido do núcleo do corpo através do trato respiratório (McDOWELL et al., 1976). A frequência respiratória de animais começará a exceder 60 respirações/min, quando a temperatura ambiente exceder 25 °C, e se persistir, as vacas desenvolverão alcalose respiratória (COOK et al., 2007). O aumento da produção de CO<sub>2</sub> irá mudar o sistema de tampão de bicarbonato no sangue, resultando em maior pH sanguíneo (WEST, 2003).

Na tentativa de aliviar seu metabolismo interno, as vacas leiteiras diminuirão sua ingestão de alimentos para reduzir o calor que é gerado pela fermentação do rúmen (GAULY et al., 2013). Diminuição da IMS tem efeitos prejudiciais sobre parâmetros produtivos (WEST, 2003).

### **3. Efeito do ambiente no estresse térmico**

Aumento da temperatura e umidade podem causar efeito negativo significativo na produtividade e bem estar de bovinos (GARNER; MARETT, 2016). Em bovinos de leite, a relação entre temperatura e umidade do ambiente (ITU) possui limiares que ao serem excedidos afetam significativamente ingestão de alimento, produção de leite e fertilidade (WEST, 2003).

Vacas de alta produção são sensíveis aos efeitos do estresse térmico de modo que a zona de conforto para estes animais está entre 0,5 a 25°C (JOHNSON, 1987). No entanto, Bohmanova et al. (2007), ao avaliarem 7 índices de temperatura e umidade e correlacionarem com queda de produção de leite em regiões de clima semiárido (quente e seco) e subtropical (quente e úmido), concluíram que para cada região devem ser utilizados índices específicos. No caso de clima quente e úmido deve se levar em conta não só a temperatura ambiente, mas a umidade relativa também. Deste modo, Mader et al. (2006), ao avaliarem desempenho de bovinos de corte de acordo com ITU, utilizaram um índice que levava em conta temperatura ambiente, umidade relativa do ar e ajustes pela velocidade do vento e radiação solar e encontraram que o limiar para se detecção de efeito no desempenho era de 70. Além disso, o intervalo de tempo em que o animal passa sob ambiente de estresse térmico também causa efeitos totais sobre a produção. Em uma pesquisa realizada por West. (2002), que relacionou as variáveis ambientais em temperatura ambiente ultrapassando 22°C ou ITU ultrapassando 72, foram detectadas quedas significativas na produção de leite e IMS.

Segundo Igono et al. (1992), a frequência e duração de condições de estresse térmico têm aumentado em regiões onde se encontra o gado leiteiro, de modo que o tempo de dissipação de calor corpóreo durante a noite está reduzindo. Gaughan et al. (2008) relataram que, apesar das elevadas temperaturas ambientes durante o dia, um período com queda da mesma abaixo de 21°C, com duração entre 3 e 6 h, atua reduzindo o efeito do estresse térmico, impactando significativamente na saúde e bem estar dos animais e, conseqüentemente, na produção e fertilidade. Estes estudos descrevem a importância em minimizar não apenas o aumento de temperatura corporal de vacas durante o dia, onde ocorrerão os horários mais quentes, mas também o resfriamento desses animais durante a noite.

Ravagnolo et al. (2000), detectaram uma queda na produção de leite de 0,2kg/dia para cada 24 horas sob ITU de 68, concluindo haver queda na produção, porém efeitos adversos são observados com significância sob o  $ITU \geq 72$ . Berry et al. (1964) demonstraram intensa queda na produção e IMS quando o ITU máximo atingiu 77. Já Igono et al. (1992) definiram valor mínimo, médio e máximo para ITU como 64, 72 e 76, respectivamente. À temperatura de 29 °C e 40% de umidade relativa, o rendimento leiteiro de vacas holandesas, jersey e pardas suíças foram de 97, 93 e 98%, mas quando a umidade relativa foi aumentada para 90%, os rendimentos foram de 69, 75 e 83% (BIANCA, 1965). Entretanto ao avaliar oito contas de ITU, Bohmanova et al. (2007) concluíram que existem diferentes valores de ITU gerado para cada região e que valores de temperatura com ênfase em umidade devem ser levados em consideração em climas onde a umidade relativa é elevada.

#### **4. Efeito do estresse térmico em parâmetros produtivos**

##### **4.1.1 Produção de leite**

A produção de calor decorrente da manutenção das funções vitais e da produção de leite representam aproximadamente 31% do consumo de energia de uma vaca de 600 kg de peso vivo, produzindo 40 kg de leite, contendo 4% de gordura (COPPOCK, 1985). O aumento da frequência respiratória e outros mecanismos fisiológicos usados pela vaca para dissipar calor justifica a diminuição do aporte de energia para produção de leite (KADZERE et al. 2002; WEST, 2002).

Rhoads et al. (2009) realizaram o seguinte estudo: dois grupos de animais onde o primeiro era constituído de vacas em estresse térmico, e o segundo possuindo vacas subalimentadas (simulando mesma queda de ingestão dos animais do primeiro grupo). Foi demonstrado que a taxa de captação de glicose pela célula foi maior em vacas sob estresse térmico comparativamente às vacas subalimentadas mantidas em termo neutralidade, e que o estresse calórico inibe a utilização de ácidos graxos não-esterificados. Em resumo, o organismo da vaca em estresse térmico tem menor capacidade de oxidar gordura e, portanto, passa a dispor de menos fontes de energia, direcionando também menos glicose para a glândula mamária, e intensificando as

perdas em produção, uma vez diminuída devido a queda do consumo (BAUMGARD e RHOADS, 2012).

Aproximadamente 36% da queda de produção leiteira ocorre devido à diminuição na ingestão de alimentos, enquanto o restante corresponde a mudanças fisiológicas para dissipação de calor, devido as altas temperaturas (RHOADS et al., 2009).

### **5. Efeito do estresse térmico no período seco e suas consequências na lactação subsequente**

Estudos de resfriamento têm como alvo vacas em lactação, devido a maior facilidade em se mensurar prejuízos econômicos, pois há maior desafio desses animais em dissipar o calor gerado e, conseqüentemente, maior susceptibilidade ao estresse térmico (WEST, 2003).

Vacas secas consomem quantidades menores de matéria seca em relação a vacas em lactação e devido a essa menor ingestão há menor incremento calórico. Assim, esses animais possuem menor desafio em regular a temperatura corpórea em ambientes de estresse térmico. Porém pesquisas realizadas no período seco têm mostrado efeitos negativos do estresse térmico durante a lactação subsequente.

Em pesquisas realizadas na Florida, constatou-se aumento de 3,5 kg/d na lactação subsequente de animais que foram resfriados durante o período seco. Uma possível explicação seria o aumento na proliferação de células da glândula mamária, de animais resfriados em relação ao hipertérmicos, o que indica aumento na síntese de prolactina (AMARAL et al., 2009). Wolfeson et al. (1988) relataram que grupo de vacas resfriadas usando aspersores e ventiladores durante o período seco mantiveram temperaturas corporais mais baixas, os bezerros nascidos 2,6 kg mais pesados e média de 3,5 kg a mais de leite diariamente nos primeiros 150 dias de lactação, comparativamente ao grupo de vacas controle, apenas com sombreamento. Collier et al. (1981) constataram que, ao providenciarem sombra para vacas no período seco, houve menor temperatura retal e frequência cardíaca e respiratória diminuídas, fatores esses que foram associados a maior duração da gestação, maior peso do bezerro ao nascimento e aumento na produção de leite. Reynolds et al., (1985) relataram que vacas em estresse térmico possuem o fluxo sanguíneo alterado,

potencialmente, afetando o desenvolvimento fetal. Esses resultados foram relatados em bovinos de corte, onde houve queda no peso ao nascer em vacas submetidas a estresse térmico entre os dias 100 e 174 da gestação. Houve também redução de 51% no fluxo sanguíneo uterino desses animais e de 30% no umbilical. Isso sugere que os bezerros de vacas estressadas pelo calor não eram apenas menores ao nascimento, mas provavelmente seriam menos vigorosos e com possíveis problemas na maquinaria metabólica necessária para prosperar nas próximas fases. Urdaz et al. (2006) detectaram maior eficácia submetendo animais à aspersão na linha de cocho, ventilação e sombreamento comparativamente a animais submetidos apenas a aspersão na linha de cocho, obtendo aumento significativo na produção. Com relação ao custo benefício de se resfriar animais desde o período seco até o final da lactação subsequente, relataram lucro de U\$ 2.131, por vaca.

Em pesquisa realizada por Ferreira et al. (2016), foi avaliado economicamente o efeito do resfriamento em vaca seca, sua produtividade na lactação subsequente e as perdas causadas pelo estresse térmico. Na Califórnia, o total de perdas econômicas em vacas que não foram resfriadas no período seco é de U\$ 181 milhões por ano. Para a Califórnia, Wisconsin, Nova York, Flórida e Texas, as perdas anuais médias seriam U\$ 101, U\$ 68, U\$ 75, U\$ 233 e U\$ 176 por vaca, respectivamente.

## **6. Efeito do estresse térmico na reprodução.**

Estresse térmico é um dos principais fatores que levam a baixa fertilidade, particularmente nas zonas tropicais e subtropicais ao redor do mundo (WOLFENSON et al., 2000). Vários componentes do sistema reprodutivo são susceptíveis ao calor excessivo, e seu comprometimento impacta diretamente o sucesso de programas de reprodução em rebanhos leiteiros (JORDAN, 2003).

Em um estudo realizado por Her et al. (1988) foram observados grupos de animais sincronizados, onde um foi resfriado desde o dia antecedente ao estro até oito dias subsequentes, e o outro não sofreu resfriamento. Apesar de não haver diferença na taxa de concepção, animais que foram resfriados tiveram maior produção de leite e melhor demonstração de comportamento de estro. Já nos animais não resfriados, foi observada maior frequência de ovulação silenciosa ou anestro.

Wofeson et al. (1993), através da medição da temperatura retal, constataram que em vacas sob estresse térmico, o tamanho e volume dos folículos subordinados foram maiores comparativamente aos de vacas sem estresse térmico. Também foi observada menor concentração no plasmática de LH em animais expostos aos ambientes de estresse térmico, sugerindo que folículos dominantes nesses bovinos podem crescer em um ambiente de baixo LH endócrino. A redução do suporte da gonadotrofina pode comprometer o estágio final do crescimento do folículo e sua diferenciação. Uma explicação para esse fenômeno seria a interação entre estresse térmico, ingestão de matéria seca, estágio da lactação, produção de leite, balanço energético, e uma consequente redução da secreção de LH e diminuição de diâmetro do folículo dominante no período pós-parto (JONSSON et al., 1997). Outro prejuízo seria o comprometimento da função do endométrio e do fluxo sanguíneo para o útero (HANSEN et al., 2001).

O aumento da temperatura corpórea tendo como consequência o estresse térmico, afeta o desenvolvimento folicular, através da diminuição no número de receptores para FSH nas células da granulosa (SHIMIZU et al., 2005) e por supressão na atividade de enzimas, como a aromatase, resultando em baixa capacidade de produção de estradiol, pelos folículos (WOLFENSON et al., 1995). Além dos animais sob estresse térmico terem consequências negativas no crescimento dos folículos, também há efeito na manutenção do corpo lúteo, ocasionando fases luteínicas mais prolongadas. Esse retardamento pode ser explicado pela redução na secreção de estradiol pelo folículo dominante. Outros efeitos que não afetam diretamente o embrião, entretanto comprometem sua sobrevivência incluem a redução no fluxo sanguíneo no útero (ROMAN-PONCE et al., 1978), comprometendo o envio de nutrientes e hormônios a este órgão (HOWELL et al., 1994).

O estresse térmico reduz a expressão de comportamento de cio (HANSEN et al., 2001), altera o desenvolvimento folicular (WOLFENSON et al., 1995), o crescimento e a função do folículo dominante (WILSON et al., 1998) e as taxas de concepção (ULBERG; BURFENING, 1967). Vacas submetidas ao estresse térmico após a inseminação apresentam menor taxa de prenhez (EALY et al., 1993). Em um estudo realizado em Israel, compararam-se taxa de concepção e produção de leite no inverno e no verão, em grupos com diferentes estratégias de resfriamento: intensivo (7,5h/dia),

moderado (4,5h/dia) e não resfriado (0h/dia). Vacas com resfriamento intensivo obtiveram uma relação na produção de leite verão/inverno de 98,5% e taxa de concepção no inverno de 56% e verão 33,8%. Vacas com resfriamento moderado tiveram produção de leite verão/inverno de 96% e taxa de concepção no inverno de 53% e no verão 34,5%. Vacas que não foram resfriadas tiveram produção de leite verão/inverno 90% e taxa de concepção no inverno de 54% e no verão de 15%. Esses resultados mostram a importância na utilização de sistemas de resfriamento intensivos com o intuito de manter a temperatura abaixo dos níveis de estresse térmico.

Pesquisas realizadas nos Estados Unidos relataram que, para cada vaca prenhe, a propriedade tem um lucro de US\$ 278, enquanto que, um aborto gera perda de US\$ 555 (DE VRIES, 2006). No Brasil, onde as temperaturas médias permanecem altas durante todo o ano na maioria do território, o clima se torna um fator impactante na produção, de forma massiva aos rebanhos brasileiros, e as perdas econômicas são altas.

#### **6.1.1 Temperatura Retal e Fertilidade**

Ulberg e Burfening. (1967) relataram que a taxa de concepção diminuiu de 61% para 45% quando a temperatura retal aumentou 1°C, 12 h após a inseminação.

Vasconcelos et al. (2011) encontraram em vacas de alta produção (>35kg/dia), com alta temperatura retal (>39°C), uma menor taxa de prenhez em relação às vacas de alta produção com baixa temperatura retal ( $\leq 39^\circ\text{C}$ ). Nesse estudo foi utilizado a transferência de embriões, demonstrando ainda assim os efeitos deletérios do estresse térmico. Segundo Ealy et al. (1993), embriões expostos ao estresse térmico nos primeiros dias têm desenvolvimento negativamente afetado.

Pereira et al. (2013), ao avaliarem diferentes momentos a temperatura retal de vacas submetidas a protocolo de IATF, observaram relação inversamente proporcional entre o número de eventos de temperatura retal acima de 39,1°C e a taxa de prenhez.

Em um estudo no Sudeste do Brasil, Vasconcelos et al. (2011) detectaram que em 33 fazendas avaliadas durante o verão, 60% das vacas apresentavam temperatura vaginal acima de 39,1°C no período da tarde.

## **7. Relação entre cor de pelagem e estresse térmico**

Informações sobre a relação entre cor da pelagem e performance reprodutiva são limitadas, especialmente para o gado holandês brasileiro visto que a sua maioria provém de genética importada. O efeito das características do pelo na adaptação ao clima quente vem sendo examinado (OLSON et al., 2003). Características de pelagem afetam a transferência de energia térmica do ambiente para a pele, e o controle da temperatura corpórea (MCARTHUR, 1991). Quando um animal é exposto ao sol, um gradiente de temperatura é estabelecido entre a superfície da pelagem e a pele, de forma que tanto a pelagem curta, quanto a espessura de pele delgada melhoram a condução de calor e vapor de água (GEBREMEDHIN et al., 1997). Em estudo realizado por Bertipaglia et al. (2005), constatou-se que vacas com menor espessura de pêlo (<2mm), tiveram menor número de inseminação por concepção em relação a vacas com pelagem mais espessa (>3mm).

Em ambiente de estresse térmico, a coloração do couro pode afetar tratos produtivos e reprodutivos (HANSEN, 1990). Entretanto Becerril et al. (1996) encontraram correlação fraca ou nula entre a coloração de couro branca com tratos produtivo e reprodutivo. Segundo Arpl et al. (1983), novilhos de pelagem preta, em confinamentos comerciais, tiveram maior temperatura corpórea do que novilhos de coloração branca. A explicação seria uma maior absorção de radiação solar sobre a superfície corpórea. Entretanto, tem sido demonstrado que os pelames claros apresentam maior penetração da radiação solar comparativamente aos escuros (CENA e MONTEITH, 1975). Segundo King et al., 1988 que relataram em seu estudo, que, vacas brancas são mais férteis e ainda menos sensíveis ao ambiente com temperaturas maiores. Vacas brancas produzem mais leite que vacas pretas e que vacas de pelagem mista (BECERRIL et al., 1996).

Em resumo o aumento da temperatura ambiente, eleva a temperatura corporal o tendo como consequência o estresse térmico. Efeitos negativos gerados pelo estresse térmico, são detectados em parâmetros produtivos e reprodutivos, gerando prejuízos a sistemas de produção de leite.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, B. C; CONNOR E. E; TAO, S; HAYEN, J; BUBOLZ J; DAHL, G. E. **Heat-stress abatement during the dry period: does cooling improve transition into lactation?** Journal of Dairy Science, v. 92, n. 12, p. 5988–5999, 2009.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**, Instituto FNP, São Paulo, 2014.
- ARMSTRONG, D. V. **Heat stress interaction with shade and cooling.** Journal of Dairy Science, v. 77, n. 7, p. 2044–2050, 1994.
- ARPL, S. C; OWENS, F. N; ARMBRUSTER, S. L; SHIMIDT, D. **Effect of Animal Density , Coat color and heat stress on performance of feedlot steers.** Animal science report. p. 79–81, 1983.
- BAUMGARD, L H; SUCU, E; UPAH, N C; NAYERI, A; M V SANZ-FERNANDEZ; RHOADS, R P. **Partição de nutrientes: por que alguns animais produzem mais leite e são mais eficientes?** Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos. 2012.
- BECERRIL, C. M.; WILCOX, C. J.; GUERRERO, V. M. **Holstein white coat color and performance: phenotypic, genetic and environmental correlations.** Brazilian Journal of Genetics, v. 19, n. 4, p. 587–591, 1996.
- BERRY, I. L.; SHANKLIN, M. D.; JOHNSON, H. D. **Dairy shelter design- based on milk production decline as affected by temperature and humidity.** Transactions of the ASAE. p. 329–331, 1964.
- BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. **Fertility and hair coat characteristics of Holstein cows in a tropical environment.** Animal Reproduction p. 187 194, 2005.
- BIANCA, W. Section A. Physiology. **Cattle in a hot environment.** Journal of Dairy Research, v. 32, n. 03, p. 291-345, 1965.
- BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. **Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress.** Journal of Dairy Science, v. 90, n. 4, p. 1947–1956, 2007.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. **Bem estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão.** Archives of Veterinary Science, v. 9, n. 2, p. 1–11, 2004.

CENA, K.; MONTEITH, J. L. Transfer processes in animal coats. I. Radiative transfer. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 188, n. 1093, p. 377–393, 1975.

COOK, N. B., MENTINK, R. L., BENNETT, T. B., and BURGI, K. **The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows**. *Journal of dairy science*, 90(4), 1674-1682. 2007.

COLLIER, R. J; ELEY R. M; SHARMA A. K; PEREIRA R. M; BUFFINGTON D. E.. **Shade Management in Subtropical Environment for Milk Yield and Composition in Holstein and Jersey Cows**. *Journal of Dairy Science*, v. 64, n. 5, p. 844–849, 1981.  
COPPOCK, C. E. **Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow**. *Journal of Dairy Science*, v. 68, n. 12, p. 3403–3410, 1985.

DE VRIES, A. **Economic Value of Pregnancy in Dairy Cattle**. *Journal of Dairy Science*, v. 89, n. 10, p. 3876–3885, 2006.

DIKMEN, S; COLE, J B; NULL, D J; HANSEN, P J. **Heritability of rectal temperature and genetic correlations with production and reproduction traits in dairy cattle**. *Journal of Dairy Science*, v. 95, n. 6, p. 3401–3405, 2012.

EALY, A D.; DROST, M.; HANSEN, P. J. **Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows**. *Journal of Dairy Science*, v. 76, n. 10, p. 2899–2905, 1993.

EDMONSON, A. 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, n. 1, p. 68–78, 1989.

FERREIRA, F. C; GENNARI R. S; DAHL G. E; VRIES A. D. **Economic feasibility of cooling dry cows across the United States**. *Journal of Dairy Science*, p. 9931–9941, 2016.

GARNER, J.; MARETT, L. C. **Genomic selection improves heat tolerance in dairy cattle**. *Scientific Reports* | 6:34114 | DOI: 10.1038/srep34114, 2016.

GAUGHAN, J. B; MADER T L; HOLT S. M; LISLE A. **A new heat load index for feedlot cattle**. *J. Anim. Sci.*86:226–234 doi:10.2527/jas.2007-0305, 2008.

GAULY, M., BOLLWEIN, H., BREVES, G., BRÜGEMANN, K., DÄNICKE, S., DAS, G., DEMELER, J., HANSEN, H., ISSELSTEIN, J., KÖNIG, S. AND L. HOLTER, M. **Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in central europeu a review**. *Animal*, 7(05), pp.843-859. 2013.

GEBREMEDHIN, K. G.; NI, H.; HILLMAN, P. E. **Modeling temperature profile and heat flux through irradiated fur layer**. *Transactions of the ASAE*, v. 40, n. 5, p. 1441–1447, 1997.

HANSEN, P. J. **Effects of coat colour on physiological responses to solar radiation in Holsteins.** Veterinary record, v. 127, n. 13, p. 333–334, 1990.

HANSEN, P. J; M. DROST A; R.M. RIVERA; F.F P LOPES; Y.M. AI-KATANANIT; C.E.KRININGER; C.C. CHASE, JR. **Adverse impact of heat stress on embryo production: Causes and strategies for mitigation.** Theriogenology, v. 55, n. 1, p. 91–103, 2001.

HER, E; WOLFENSON, D; FLAMENBAUM, I; FOLMAN, Y; KAIM, M; BERMAN, A. **Thermal, productive, and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer.** Journal of Dairy Science, v. 71, n. 4, p. 1085–1092, 1988.

HOLTER, J. B. **Fasting heat production in “lactating” versus dry dairy cows.** Journal of Dairy Science, v. 59, n. 4, p. 755–759, 1976.

HOWELL, J. L., J. W. FUQUAY, AND A. E. SMITH. **Corpus luteum growth and function in lactating Holstein cows during spring and summer.** Journal of Dairy Science. 77:735–739. 1994.

IGONO, M. O.; BJOTVEDT, G.; SANFORD-CRANE, H. T. **Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate.** International Journal of Biometeorology, v. 36, n. 2, p. 77, 1992.

JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and the adaptation of livestock.** World Animal Science (Netherlands), v. B5, p. 279, 1987.

JONSSON, N. N; HUSSAIN, A M; KAFI, M; MATSCHOSS, A. **Relationships among calving season , heat load , energy balance and postpartum ovulation of dairy cows in a subtropical environment.** Animal Reproduction science v. 47, 315–326, 1997.

JORDAN, E. R. **Effects of Heat Stress on Reproduction.** Journal of Dairy Science Vol. 86, p. 104–114, 2003.

KADZERE, C. T; MURPHY, M R; SILANIKOVE, N; MALTZ, E. **Heat stress in lactating dairy cows : a review.** Livestock Production Science. v. 77, p. 59–91, 2002.

KING, V. L., S. K. DENISE, D. V. ARMSTRONG, M. TORABI E F. WIERSMA.. **Effects of a Hot Climate on the Performance of First Lactation Holstein Cows Grouped by Coat Color** 1, 2. Journal of Dairy Science, 71(4), 1093–1096. 1988

LEBLANC, S. **Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle.** Journal of Reproduction and Development. v.56, p. S1 – 7, 2010.

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

NRC. **Effect of Environment on Nutrient Requirement of Domestic Animals.** National Academy Press. Washington, DC, 1981.

MADER, T. L; DAVIS, M S; BRANDL, T. B. **Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle.** The online version of this article, along with updated information and services, is located on the World Wide Web at : Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle 1 , 2. p. 712–719, 2006.

MCARTHUR, A. J. **Thermal radiation exchange, convection and the storage of latent heat in animal coats.** Agricultural and forest meteorology, v. 53, n. 4, p. 325–336, 1991.

MCDOWELL, R. E. **Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk health and fitness.** Journal of Animal Science (EUA), 1985.

MELLACE, E. M. **Avaliação Do Ambiente Físico Promovido Pelo Sombreamento Sobre O Processo Termorregulatório Em novilhas leiteiras.** Weather, p. 59–65, 2010.

NÓBREGA, G. H; SILVA, E. M. N; SOUZA, B B; MANGUEIRA, J. M. **A Produção Animal Sob a Influência Do Ambiente Nas condições de semiárido nordestino.** Resvista Verde, v. 6, n. 1, p. 67–73, 2011.

OLSON, T. A; LUCENA, C; CHASE, C C; HAMMOND, A. C. **Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in Bos taurus cattle.** The online version of this article, along with updated information and services, is located on the World Wide Web at : Evidence of a major gene influencing hair len. p. 80–90, 2003.

PEREIRA, M. H. C; RODRIGUES, A. D. P; MARTINS, T; OLIVEIRA, W. V. C; SILVEIRA, P. S. A; WILTBANK, M. C; VASCONCELOS, J. L. M. **Timed artificial insemination programs during the summer in lactating dairy cows: Comparison of the 5-d Cosynch protocol with an estrogen/progesterone-based protocol.** Journal of Dairy Science, v. 96, n. 11, p. 6904–6914, 2013.

PURWANTO, B. P; ABO, Y; SAKAMATO, R; FURUMOTO, F; YAMAMOTO, S. **Diurnal patterns of heat production and heart rate under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differing in milk production.** Journal Agriculture Science., v. 114, p. 139–142, 1990.

RAVAGNOLO, O.; MISZTAL, I.; HOOGENBOOM, G. **Genetic Component of Heat Stress in Dairy Cattle, Development of Heat Index Function.** Journal of Dairy Science, v. 83, n. 9, p. 2120–2125, 2000.

REYNOLDS, L. P., C. L. FERRELL, J. A. NIENABER, AND S. P. FORD. **Effects of chronic environmental heat stress on blood flow and nutrient uptake of the gravid bovine uterus and foetus.** Journal Agriculture. Science., Camb. 104:289–297. 1985.

RHOADS, M. L; KIM, J W; COLLIER, R J; CROOKER, B A; BOISCLAIR, Y R; BAUMGARD, L H; RHOADS, R P. **Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I . Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin 1.** Journal of Dairy Science, v. 92, n. 5, p. 1986–1997, 2009.

ROMAN-PONCE, H; THATCHER, W W; CATON, D; BARRON, D H; WILCOX, C J. **Thermal stress effects on uterine blood flow in dairy cows.** Journal of Animal Science, v. 46, n. 1, p. 175–180, 1978.

SHIMIZU, T; OSHIMA, I; OZAWA, M; TAKAHASHI, S; TAJIMA, A; SHIOTA, M; MIYAZAKI, H; KANAI, Y. **Heat stress diminishes gonadotropin receptor expression and enhances susceptibility to apoptosis of rat granulosa cells.** Reproduction, v. 129, n. 4, p. 463–472, 2005.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. **Economic losses from heat stress by US livestock industries.** Journal of Dairy Science, v. 86, n. 31, p. E52–E77, 2003.

TURNER, H. G. **Variation in rectal temperature of cattle in a tropical environment and its relation to growth rate.** Animal Production, v. 38, p. 417–427, 1984.

ULBERG, L. C.; BURFENING, P. J. **Embryo death resulting from adverse environment on spermatozoa or ova.** Journal of Animal Science, v. 26, n. 3, p. 571–577, 1967.

URDAZ, J. H; OVERTON, M. W; MOORE, D. A; SANTOS, J. E. P. **Technical Note : Effects of Adding Shade and Fans to a Feedbunk Sprinkler System for Preparturient Cows on Health and Performance.** Journal of Dairy Science Vol. 89 No. 6, 2006.

VASCONCELOS, J. L. M, GARCIA, D; DEMETRIO, B. **Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico.** Revista Brasileira De Zootecnia, v. 2011, n. 2001, p. 396–401, 2011.

VASCONCELOS, J. L. M; COOKE, R. F; JARDINA, D. T G; ARAGON, F. L; VERAS, M. B; SORIANO, S; SOBREIRA, N; SCARPA, A. B. **Associations among milk production and rectal temperature on pregnancy maintenance in lactating recipient dairy cows.** Animal Reproduction Science, v. 127, n. 3–4, p. 140–147, 2011.

WEST, J. W. **Physiological effects of heat stress on production and reproduction.** Proc. Tri-State Nutr. Conf, 2002.

WEST, J. W. **Effects of heat-stress on production in dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 86, n. 6, p. 2131–44, 2003.

WHEELOCK, J. B; RHOADS, R P; VANBAALE, M J; SANDERS, S R; BAUMGARD, L H. **Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows 1.** Journal of Dairy Science, v. 93, n. 2, p. 644–655, 2010.

WILSON, S. J; KIRBY, C.J; KOENIGSFELD, A.T; KEISLER, D.H; LUCY, M.C.. **Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows.** Journal of Dairy Science, v. 81, n. 8, p. 2124–2131, 1998.

WOLFENSON, D; BARTOL, F F; BADINGA, L; BARROS, C M; MARPLE, D N; CUMMINS, K; WOLFE, D; LUCY, M C; SPENCER, T E; THATCHER, W W. **Secretion of PGF $2\alpha$  and oxytocin during hyperthermia in cyclic and pregnant heifers.** Theriogenology, v. 39, n. 5, p. 1129–1141, 1993.

WOLFENSON, D; THATCHER, W W; BADINGA, L; SAVIO, J D; MEIDAN, R; LEW, B J; BRAW-TAL, R; BERMAN, A. **Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle.** Biology of Reproduction, v. 52, n. 5, p. 1106–1113, 1995.

WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I.; BERMAN, A. **Hyperthermia and Body Energy Store Effects on Estrous Behavior, Conception Rate , and Corpus Luteum Function in Dairy Cows.** Journal of Dairy Science, v. 71, n. 12, p. 3497–3504, 1988.

WOLFENSON, D.; ROTH, Z.; MEIDAN, R. **Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects.** Animal Reproduction Science, v. 60–61, p. 535–547, 2000.

ZIMBELMAN, R. **A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows.** Proceedings of the ..., p. 158–169, 2009.

# **CAPÍTULO 2**

Fatores que influenciam a temperatura corporal de  
vacas da raça holandesa lactantes

## RESUMO

### Fatores que influenciam a temperatura corporal de vacas da raça holandesa lactantes

O objetivo do experimento foi avaliar a temperatura vaginal em parâmetros produtivos e reprodutivos. Vacas Holandesas lactantes  $n = 641$  (209 primíparas  $36,9 \pm 6,54$  kg de leite / d; 432 multíparas  $43,9 \pm 9,77$  kg de leite / d) tiveram a temperatura vaginal monitorada através de termômetros, anexados a um dispositivo intravaginal como parte de um protocolo de IATF. A temperatura vaginal foi registrada a cada 10 minutos durante três dias. A temperatura ambiente e a umidade relativa (ITU) foram mensuradas usando um termômetro externo colocado dentro do barracão. Os dados foram analisados com SAS 9.4 usando correlação de Pearson, ANOVA e regressão logística. Calculou-se o estresse térmico com base na porcentagem de tempo que a vaca ficou com uma temperatura vaginal  $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$  (PCT). As vacas foram classificadas através de quartis (AltaPCT (3º quartil; PCT-60%) e BaixaPCT; PCT-16%) para PCT e o mediana para produção de leite, que eram diferentes para primíparas e multíparas. Houve uma baixa correlação entre ITU e produção de leite com PCT ( $r = 0,01$ ), indicando maior variação na termorregulação. O BaixaPCT (22,4 e 13,9%) e o AltaPCT (12,6 e 9,7%) reduziram significativamente o P/AI no dia 30 e 52 pós-IA ( $P < 0,01$ ) e sem interações com ordem, escore de condição corporal e ITU observados. A cor da pelagem e a espessura do couro não influenciaram o PCT ( $P > 0,1$ ). Entretanto houve interação entre cor de pelagem, PCT e produção de leite, onde independente da PCT e produção de leite, vacas de cor branca apresentaram menor prenhez ( $P = 0,03$ ). Em resumo, houve uma grande variabilidade em como as vacas respondem individualmente ao estresse térmico. A prenhez foi afetada somente em vacas com alta PCT independente da ordem, produção de leite, ECC. A seleção de animais com controle eficiente da temperatura corporal apesar da alta produção de leite deve ser abordada como uma estratégia para manter a fertilidade adequada.

**Palavras-chave:** Estresse térmico, produção de leite, fertilidade

## ABSTRACT

### Factors affecting body temperature in high producing lactating Holstein cows

The aim of the experiment was to evaluate vaginal temperature on productive and reproductive traits and potential genetic contribution to thermotolerance. Lactating Holstein cows  $n = 641$  (209 primiparous  $36,9 \pm 6,54$  kg milk/d; 432 multiparous  $43,9 \pm 9,77$  kg milk/d) had vaginal temperature monitored using thermometers, attached to an intravaginal device as part of a timed-AI protocol and recorded vaginal temperature every 10 minutes for 3 days. Ambient temperature and relative humidity (THI) were monitored using an external thermometer placed inside the barn. The data were analyzed with SAS 9.4 using Pearson correlation, ANOVA and logistic regression. Heat stress was calculated based on the percentage of time the cow spent with a vaginal temperature  $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$  (PCT). Cows were classified using the 75<sup>th</sup> percentile threshold (HighPCT and LowPCT) for PCT and the median value for milk, which were different for primiparous and multiparous. There was a low correlation between THI and milk production with PCT ( $r=0,01$ ) indicating a large variation in thermoregulation. Multiparous LowPCT (22,4 and 13,9%) and HighPCT (12,6 and 9,7%) significantly reduced P/AI on day 30 and 52 post-AI ( $P < 0,01$ ) and no interactions with parity, body condition score and THI were observed. Coat color and skin thickness did not influenced PCT. However, there was interaction between coat color, where, independent of PCT and milk production, white cows presented lower pregnancy rate ( $P < 0,03$ ). In summary, there is a large variability on how individual cows respond to heat stress. Pregnancy was just affected in cows with high PCT independent of parity, milk production, BCS. Selection of animals with efficient control of body temperature in spite of high milk production should be further approached as a strategy to maintain adequate fertility.

**Key words: Heat stress, milk production, fertility**

## 1. INTRODUÇÃO

Conforto e bem-estar animal tem sido tópicos de muitos estudos ao redor do mundo, visto que impactam na produção de vacas de leite. Dentre esses tópicos, o estresse térmico é um dos mais importantes principalmente em regiões tropicais, onde o clima é quente e úmido em grande parte do ano. A definição de estresse térmico é quando o somatória da carga térmica gerada pela vaca (Coppock et al., 1985) e a carga térmica do ambiente são superiores a capacidade da vaca em dissipar calor (Bohmanova et al., 2007). Segundo Wolfeson et al., (2000) aproximadamente 60% das fazendas produtoras de leite do mundo sofrem com perdas econômicas devido ao estresse térmico e mais de 50% do rebanho bovino localiza-se nos trópicos.

Estudos americanos mostram impacto financeiro causado pelo estresse térmico em vacas leiteiras, com perda de U\$ 383,00 e U\$ 337,00 vaca/ano nos estados da Flórida e Texas, respectivamente, totalizando um valor de aproximadamente U\$ 1,00 bilhão (St-Pierre et al., 2003).

O índice de temperatura e umidade (ITU) é um indicador ambiental que permite avaliar e correlacionar seu efeito com parâmetros produtivos (Bohmanova et al., 2007). O aumento do ITU tendo como consequência o estresse térmico, gera uma queda na IMS e consequentemente menor produção de leite, também é destacado o efeito retardado nesses parâmetros, visto que o efeito negativo causado por tal ITU, perdura por pelo menos dois dias (West, 2002).

Estudando diferentes protocolos de IATF (Pereira et al., 2013), encontrou-se queda significativa ( $P < 0,05$ ) na fertilidade quando ocorreram dois ou mais eventos com temperatura retal acima de 39,1°C. Isso mostra que o estresse térmico afeta também em demasia a fertilidade de animais leiteiros especializados. Vasconcelos et al.

(2011) ao avaliarem fertilidade na transferência de embrião de vacas leiteiras, encontraram menores taxas em animais de alta produção com temperatura retal acima de 39°C, sugerindo diferente habilidade dos animais em manter a temperatura corpórea.

Segundo King et al. (1988), vacas brancas são mais férteis e menos sensíveis a ambiente com altas temperaturas. De acordo Becerril et al. (1994), vacas brancas tem produção leiteira superior comparado com vacas de pelagem preta e mista. Em outro estudo, os mesmos autores não encontraram interferência da cor da pelagem na fertilidade das vacas leiteiras (Becerril et al., 1996).

Dikmen et al. (2012) relataram que a capacidade de manter a temperatura corporal dos animais submetidos ao estresse térmico pode ser hereditário, o que possibilita a seleção genética de vacas leiteiras a termotolerância.

Apesar do monitoramento da temperatura ambiental e retal serem indicadores de estresse térmico em vacas de leite, esses dados ainda são pouco avaliados como instrumentos para modificação de práticas de manejo e de seleção de animais adaptados ao clima tropical. Alguns autores (Vasconcelos et al., 2011; Pereira et al., 2013) relataram a variação da temperatura corporal ao longo do dia em vacas de leite com mesmas condições de saúde, produção, manejo e ambiente e efeitos negativos na fertilidade causados pelo aumento de tal.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da temperatura vaginal de vacas holandesas em lactação, alocadas em um barracão com ventilação cruzada, sobre a produção e reprodução, associado com as características físicas individuais. A hipótese é que, sob o mesmo ambiente exista variação no padrão circadiano de temperatura vaginal suficiente para impactar aspectos da produção e reprodução de vacas em lactação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1.1. Instalações, Animais e Dietas

O experimento foi conduzido de fevereiro de 2014 até fevereiro de 2015 em uma fazenda de leite comercial localizada em Araras, Brasil. A latitude, longitude e altitude dessa localização são, respectivamente, 22-21\_sul, 47-23\_oeste, e 614 m. Os animais foram manejados de acordo com o comitê de Ética (Nº 116/2015- CEUA).

Utilizaram 641 vacas holandesas lactantes (209 primíparas  $36,9 \pm 6,54$  kg leite/d; 432 multíparas  $43,9 \pm 9,77$  kg leite/d). Foram registrados 843 eventos de temperaturas e análises de inseminações. As vacas ficaram alojadas em galpões free-stall fechados, com tecnologia de ventilação cruzada, divididas de acordo com a ordem e produção. As vacas foram alimentadas *ad libitum*, com dieta a base de silagem de milho, capim (*Cynodon dactylon* cv. *Coast-cross*) milho moído, caroço de algodão, farelo de soja e suplemento mineral e vitamínico, balanceadas de acordo com as exigências nutricionais de animais em lactação (NRC, 2001), e livre acesso aos cochos de água. Os animais eram ordenhados três vezes ao dia no sistema de ordenha tipo carrossel. A produção diária de cada vaca era coletada automaticamente. Todos os procedimentos relacionados ao estudo realizado, incluindo injeções, IATF, diagnóstico de gestação, inserção dos termômetros acoplados ao dispositivo intravaginal de P4, foram realizados enquanto as vacas se apresentavam contidas em canzís na linha de alimentação.

### **2.1.2. Manejo reprodutivo**

Antes de iniciar o protocolo reprodutivo, as vacas com DEL acima de 50 dias eram submetidas a avaliação de endometrites (DOHMEN et al., 1995) e de ECC (escala de 1-5; EDMONSON et al., 1989).

Somente vacas diagnosticadas saudáveis entraram no experimento com o intuito de evitar que outros motivos interferissem nos índices reprodutivos. No dia zero do protocolo, a produção média foi de  $45,6 \pm 10,7$  Kg/d, com DEL médio de  $164 \pm 106$ d e ECC de  $3,00 \pm 0,5$ . O protocolo reprodutivo utilizado foi o de 4 manejos, de sincronização do ciclo estral, sendo que no dia 0 as vacas receberam 2,0 mg IM de benzoato de estradiol (BE; 2,0 mL de Gonadiol®, Zoetis, SP, Brasil), 20 mg de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH; 2,0 ml de Cystorelin®, Merial) e um implante intravaginal de P4 (CIDR® 1,9 g de P4, Zoetis, SP, Brasil); no dia 7 foram submetidas a uma injeção na dose de 25 mg IM de dinoprost trometamina (5,0 mL Lutalyse®; Zoetis Animal Health), no dia 9 25 mg IM de dinoprost trometamina (5,0mL Lutalyse®; Zoetis Animal Health), 1,0 mg IM de cipionato de estradiol (0,5ml de ECP®; Zoetis Animal Health) administrados intramuscular e retirada do CIDR no dia 9 e inseminadas no dia 11.

### **2.1.3. Diagnóstico de gestação**

O diagnóstico de gestação foi realizado aos 30 e 52 dias após a IATF através de ultrassonografia. A prenhez por IA (P/IA) foi calculada dividindo o número de vacas prenhes no diagnóstico de 30 e 52 d após IATF pelo número de vacas que receberam IATF.

#### **2.1.4. Produção de leite**

Coleta de dados de produção de leite foi referente ao dia da inserção do termômetro.

#### **2.1.5. Espessura do couro e classificação de cor de pelagem**

Espessura da couro foi feita através de um cutímetro digital (Agrozootec, CUT - 1316) na região central da escapula sendo expresso em milímetros.

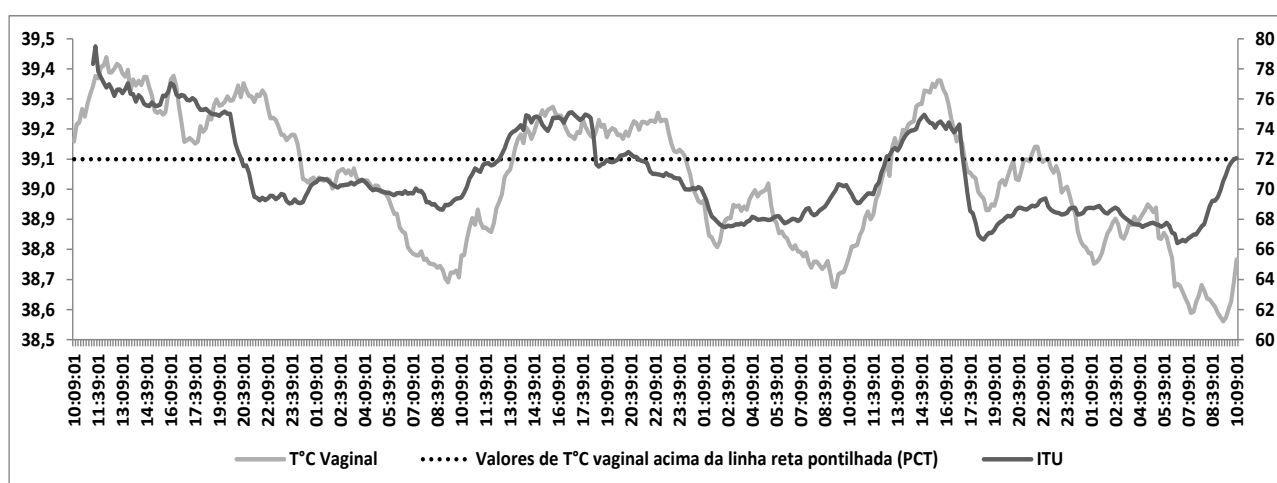
A análise da coloração da pele foi feita pela avaliação visual de ambos os lados, exceto para cauda, membros torácicos e pélvicos e região abdominal com três classificações (01: predominante preta; 02: Mista; 03 predominante branca) de acordo com a metodologia proposta por Becerril & Wilcox (1992).

#### **2.1.6. Mensuração do índice de temperatura e umidade (ITU) e da temperatura vaginal dos animais**

Um termômetro de medição de umidade e temperatura (registrador de dados de temperatura/umidade relativa HOBO U23 Pro v2, registradores de dados HOBO® de Onset®, Cape Cod, Massachusetts, EUA) foi fixado dentro do barracão em uma altura de 3 metros da cama, para evitar o contato com os animais. Os dados de temperatura e umidade foram registrados a cada 10 min por três dias consecutivos. O software fornecido pela empresa (HOBOWare, Onset® HOBO® Data Loggers, Cape Cod, Massachusetts, EUA) foi usado para ler os dados de temperatura e umidade registrados. O ITU foi calculado utilizando a equação  $ITU = (0,8 \times T^{\circ}C) + [(RH / 100) \times (T^{\circ}C - 14,4)] + 46,4$  (Mader et al., 2006).

Um registrador de temperatura (Thermochron iButton, Lawrenceburg, KY, EUA) foi acoplado a um implante de progesterona intravaginal (CIDR®, Zoetis, São Paulo, Brasil) permitindo que os sensores ficassem em contato com a mucosa da parede vaginal continuamente e as mensurações eram feitas a cada 10 minutos durante 3 d, 11-9d antes da IA.

Esquema de ITU e T°C vaginal a cada 10 minutos durante 24h.



### 3. Análise estatística

Este experimento foi um estudo de corte observacional, com um total de 843 eventos de temperaturas registrados. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico SAS 9.4 (SAS Inst., Inc., Cary, NC). A estatística descritiva e os testes de normalidade para fatores de riscos associados a produção de leite e PCT foram obtidos usando o procedimento UNIVARIATE. A ordem foi dividida em vacas em primeira lactação ou segunda lactação e superiores (primíparas vs. multíparas). A PCT é a porcentagem do tempo durante a coleta de dados de 3 dias quando a temperatura vaginal foi  $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$  e foi classificada por ordem, através de quartis, em AltaPCT (3º quartil) ou BaixaPCT (primíparas: 38,2%; multíparas: 42,7%). A produção

de leite foi classificada por ordem, através da mediana, em alta ou baixa, com base na produção média (primíparas: 39,8 kg/d; multíparas: 46,2 kg/d).

Os coeficientes de correlação e os níveis de significância de Pearson foram calculados para as relações entre medidas de animais (ECC, produção de leite, ITU e PCT), e medidas de ambiente (ITU) usando o pacote LOGISTIC. Os dados contínuos foram analisados por ANOVA.

A P/IA foi avaliada por regressão logística usando o procedimento LOGISTIC. O modelo construído pela regressão logística incluiu os efeitos fixos de PCT, produção de leite, ordem, cor e ECC. Utilizando-se a eliminação passo a passo, as variáveis foram removidas do modelo de acordo com o critério estatístico de Wald ( $P > 0,15$ ). A significância foi estabelecida em  $P < 0,05$ , e valores entre  $0,05 \leq P < 0,10$  foi considerada uma tendência.

#### 4. RESULTADOS

Fatores de risco associados a PCT foram analisados em relação a parâmetros, como: ordem, ECC, produção de leite, ITU e a cor da pelagem (Tabela1). Os parâmetros foram ranqueados por ordem, ECC, produção de leite, ITU e cor da pelagem. Os resultados mostraram que houve efeitos de ECC, produção de leite e ITU na PCT. Observa-se na Tabela 1, portanto, que não houve diferença na PCT entre primíparas e multíparas, vacas com o ECC baixo ( $\leq 2,75$ ) permaneceram mais tempo com a temperatura vaginal acima de 39,1°C (maior PCT) em relação a vacas de ECC moderado ( $> 2,75$ ;  $P = 0,01$ ; efeito de ECC). As vacas primíparas com produção de leite acima da mediana (38,2 kg/d) apresentaram maior PCT em relação as primíparas abaixo da mediana ( $P = 0,01$ ); o mesmo foi observado para multíparas (mediana, 46,2 kg/d).

Houve correlação positiva entre o ITU e a PCT das vacas ( $P < 0,01$ ; efeito da ITU). No entanto, a cor da pelagem não influenciou a PCT, e vacas de coloração branca, mista e preta apresentaram tempo semelhante com temperatura corpórea acima de  $39,1^{\circ}\text{C}$  ( $P > 0,21$ ).

Com relação a fatores de riscos associados à produção de leite (Tabela 3), observou-se que as primíparas tiveram produção inferior às multíparas ( $P < 0,001$ ; efeito de ordem). As vacas com ECC baixo tenderam ( $P = 0,08$ ) a produzir mais leite em relação às de ECC moderado. Vacas de cor branca apresentaram maior produção em relação às vacas de pelagem preta ( $P = 0,05$ ) e tenderam a produzir mais que as mistas ( $P = 0,10$ ). Com relação à ITU, não foi detectado efeito na produção de leite ( $P = 0,16$ ).

Interações entre fatores de riscos para análise de manutenção de gestação (Tabela 2) foram analisadas de acordo com alguns parâmetros, tais como ordem, PCT, ECC, produção de leite e cor da pelagem.

A tabela 2 mostra que parâmetros como produção de leite e ECC não influenciaram na fertilidade dos animais, porém a ordem, PCT e a cor da pelagem tiveram impacto na mesma. A ordem impactou na fertilidade, sendo que as primíparas apresentaram maior taxa de prenhez em relação às multíparas (Figura 1). Não houve interação ( $P < 0,05$ ) entre PCT, ordem, produção de leite, ECC onde independente destes parâmetros somente um subgrupo (Último quartil; Primíparas: PCT: 38,2%; Multíparas: PCT: 42,7%) de vacas que foram denominados AltaPCT foram detectadas com pior fertilidade em relação às de BaixaPCT (Tabela 4). No entanto, vacas de coloração preta e mista mostraram maior taxa de prenhez quando comparadas com as de pelagem branca (Tabela 2). Porém, as vacas com pelagem de cor branca apresentaram maior produção de leite em relação às pretas e tenderam a produzir mais que as mistas

(Tabela 3). Por fim, ao categorizar-se por cor de pelagem entre Alta e BaixaPCT não houve diferença na produção de leite entre categorias (Tabela 5).

Foi encontrado correlação fraca ( $r = 0,02$ ) entre PCT e ITUmax. Essas variáveis tem relação diretamente proporcional, quanto maior o ITUmax, maior a PCT (Figura 2). Ou seja, quanto maior a temperatura ambiental, mais tempo os animais passam com temperatura vaginal acima de  $39,1^{\circ}\text{C}$ .

Entre PCT e produção de leite também foi encontrada correlação fraca ( $r = 0,04$ ) (Figura 3), entretanto quanto maior a produção leiteira, maior a proporção de animais que passam mais tempo com temperatura vaginal acima de  $39,1^{\circ}\text{C}$ .

Para PCT e espessura de pele (Figura 4), não foi detectado correlação ( $P > 0,16$ ), ou seja, a espessura da pele não influenciou a temperatura corpórea dos animais.

## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a mensuração contínua de temperatura vaginal em vacas em lactação da raça Holandesa alocadas em um único barracão com ventilação cruzada. A hipótese foi que sob o mesmo ambiente, existem animais com diferentes temperaturas vaginais. Segundo Wolfeson et al., (2000) aproximadamente 60% das fazendas produtoras de leite do mundo sofrem com perdas econômicas devido ao estresse térmico e mais de 50% do rebanho bovino localiza-se nos trópicos. Nota-se que o estresse térmico em vacas leiteiras é um problema que atinge principalmente países de clima tropical, visto que possuem temperatura e umidade elevada durante a maior parte do ano, causando perdas econômicas consideráveis devido à redução de produção e queda na fertilidade. Por isto, a

importância de se realizar um estudo que avalie as diferentes respostas dos animais em mesmo ambiente com relação ao estresse calórico.

Com relação aos fatores de riscos associados à PCT (Tabela 1), os resultados evidenciam que animais com ECC baixo apresentaram maior PCT que animais com ECC moderado, e este fato pode ser relacionado com a produção leiteira, visto que o ECC tem influência na mesma (Kadzere et al., 2002). Vacas de ECC baixo apresentaram maior produção de leite e maior PCT que vacas de ECC moderado, mostrando uma relação positiva entre temperatura corpórea e produção, ou seja, quanto maior a produção maior a temperatura. As vacas leiteiras são menos eficiente em dissipar o calor durante o período de lactação, devido ao aumento da produção de calor metabólico interno associado a alta ingestão de alimentos para a síntese do leite (Kadzere et al., 2002). Conclui-se que quanto maior a produção de leite, maior a ingestão de alimentos, e consequentemente maior temperatura corpórea.

Em relação ao ambiente foi detectado que vacas que ficaram sob ITU alto tiveram maior PCT em relação a vacas que ficaram em ITU baixo. Esses dados concordam com os encontrados por Mader et al. (2006) e Bohmanova et al. (2007), que encontraram relação positiva entre temperatura ambiental e temperatura dos animais, e correlação positiva entre temperatura corpórea e ITU. Nestes trabalhos citados, houve diferenças com relação aos limiares a partir dos quais há detecção de efeito negativo na produção dos animais, causado pelo estresse térmico. Portanto, estes dados, evidenciam que quanto maior a temperatura ambiental, maior a temperatura corpórea dos animais. No presente estudo, o aumento de PCT no ITU alto não foi o suficiente para detectar decréscimo na fertilidade (Tabela 2).

Com relação à categoria animal, primíparas apresentaram melhor fertilidade em relação às múltiparas, concordando com diversos relatos que evidenciam a maior taxa de prenhez em primíparas comparadas as múltiparas quando submetidas à IATF (Chebel et al., 2003; Cerri et al 2004; Santos et al., 2009). A produção de leite não apresentou influência na taxa de prenhez no presente estudo, discordando com resultados mostrados na revisão de Lucy (2001). Quando categorizaram-se as vacas por PCT e produção de leite, não foi encontrada interação na prenhez por IATF, onde somente vacas com alta PCT (Tabela 4), independente de produção e ECC, tiveram decréscimo na taxa de prenhez, o que pode ser explicado por Leblanc. (2010), que relata a possibilidade de haver outros fatores, como manejo, estrutura que fornecem condições compatíveis com o mérito genético dos animais, que afetam a fertilidade de vacas de leite. De acordo com Dickmen et al. (2009), a capacidade de manter a temperatura corporal pode ser hereditária, ou seja, é possível existir vacas com baixa produção e mais susceptíveis ao estresse térmico, assim como podem existir vacas de alta produção mais tolerantes ao estresse térmico.

Os resultados evidenciam que não há interferência da coloração da pelagem na PCT. Porém, a coloração da pelagem influenciou na fertilidade, onde vacas de pelagem preta e mista apresentaram maior prenhez por IA em relação as de pelagem branca (Tabela 2). Entretanto, vacas de cor de pelagem branca apresentaram maior produção de leite (Tabela 3). Porém, ao associar-se a cor com a PCT, foi detectado que independente da produção de leite, vacas de cor branca apresentaram pior fertilidade. Contradizendo o estudo de King et al. (1988), onde os mesmos afirmam que vacas brancas são mais férteis e menos sensíveis ao ambiente com temperaturas elevadas. Em estudos com vacas da raça holandesa, Becerril et al. (1994) não encontraram interferência da cor da

pelagem na fertilidade. No presente estudo observou-se que animais de cor branca apresentam produção leiteira maior do que as pretas e mistas. Esses valores são semelhantes com os encontrados por Becerril et al. (1996), onde vacas brancas produziram mais leite quando comparadas as de pelagem preta e mista. Estes dados não são completamente elucidados fisiologicamente, e mais estudos devem ser delineados a fim de explicar o efeito da coloração da pelagem em alguns parâmetros. As vacas do experimento não foram expostas a radiação solar visto que estavam alojadas em barracão ao abrigo de luz solar, o que pode minimizar os efeitos sobre a cor da pelagem.

Houve correlação fraca entre PCT e produção de leite, porém, quanto maior a produção maior a proporção de vacas com maior PCT, concordando com dados de literatura (Chebel et al 2004; Kadzere et al., 2002). Os estudos prévios que detectaram também relação entre temperatura corpórea e produção leiteira (Chebel et al 2004; Kadzere et al., 2002), assim como detectado neste estudo, sugerem que esta correlação pode ser decorrente de uma maior ingestão de matéria seca devido a maior produção de leite, gerando um incremento calórico maior e assim diminuindo a eficiência em dissipar calor corpóreo. No entanto, a correlação encontrada em nosso estudo é fraca, devido a grande variabilidade entre nível de produção de leite e a PCT de cada vaca (figura 3). A PCT teve correlação com o ITU, entretanto, quanto maior o ITU maior a proporção de vacas com maior PCT, valores semelhantes aos encontrados por Bohmanova et al. (2007) e Collier et al. (2010). Porém, a correlação encontrada no presente estudo foi fraca, devido a uma grande dispersão nos dados, pois os indivíduos sob o mesmo ITU apresentaram diferentes valores de PCT (Figura 2). Os resultados, bem como outros autores (Verwoerd et al., 2006; Suthar et al., 2012) não demonstraram uma relação entre temperatura ambiente ou ITU com temperatura vaginal. O fato da

correlação fraca entre temperatura vaginal e a ambiente pode ser atribuída à grande variação nos perfis de temperatura individuais entre os animais. Mesmo com o design do barracão e o sistema de ventilação cruzada neste estudo assegurando condições ambientais estáveis, que nem sempre são encontradas em estudos realizados em climas tropicais Kendall et al. (2006) houve vacas que passaram a maior parte do tempo em estresse térmico. Este dado mostra que há necessidade não apenas de se selecionar animais com boa produção de leite mas também com maior termotolerância.

## 6. CONCLUSÃO

A coleta de dados contínuos de temperatura vaginal e ambiente a forma desenvolvida para trabalhar esses dados (PCT) permitiu uma caracterização mais precisa de termorregulação em vacas leiteiras. Há uma grande variabilidade nas respostas individuais aos desafios climáticos. Isto é evidenciado com os resultados de correlações ente produção de leite e ITU com a PCT. Vacas de ECC baixo, alta produção de leite e que mantidas em ambiente mais quente são mais susceptíveis a alta temperatura vaginal.

Diminuição da P/IA ocorreu somente para um subgrupo (Alta PCT) de vacas independente de produção e ECC, mostrando que ainda há um grande número de vacas de alta produção capazes de limitar prolongados períodos em estresse térmico. Esses dados mostram que a seleção genética para produção de leite possa estar seguindo o caminho errado. O fato de existir, no presente estudo, vacas com alta produção e com boa capacidade de termorregulação nos mostra a possibilidade de seleção mais eficiente de animais mais produtivos e adaptados a climas quentes. Vacas com cor de pelagem branca de maneira geral produziram mais leite do que vacas de pelagem preta e mista. Porém ao categorizar-se em alta e baixa PCT, independente de produção vacas de pelagem branca apresentaram menor P/IA em relação as de pelagem mista e preta. Entretanto mais estudos para se entender melhor como cor de pelagem influencia a fertilidade são necessários.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerril, C. M., C. J. Wilcox, and V. M. Guerrero. 1996. Holstein white coat color and performance: phenotypic, genetic and environmental correlations. *Brazilian Journal of Genetics*, v. 19, n. 4, p. 587–591.
- Becerrill C. M., C. J. Willcox, G. R. Wiggans, K. N. Sigmon. 1994. Transformation of measurements percentage of white coat color for holsteins and estimation of Heritability. *Journal of Dairy Science* Vol. 77, No. 9.
- Becerril C. M., C. J. Wilcox. 1992. Determination of percentage of coat color from registry certificates in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 75:3582-3586.
- Bohmanova, J., I. Misztal, and J. B. Cole. 2007. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *Journal of Dairy Science*, v. 90, n. 4, p. 1947–1956.
- Cerri R. L. A., J. E. P. Santos, S. O. Juchem, K. N. Galvão, and R. C. Chebel. 2004. Timed Artificial Insemination with Estradiol Cypionate or Insemination at Estrus in High-Producing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 87:3704–3715.
- Chebel R. C., J. E. P. Santos, J. P. Reynolds, R. L. A. Cerri, S. O. Juchem, and M. Overton. 2003/2004. Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 84 239–255.
- Dikmen, S., J. B. Cole, D. J. Null, and P. J. Hansen. 2012. Heritability of rectal temperature and genetic correlations with production and reproduction traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 95, n. 6, p. 3401–3405.
- Dohmen M. J. W., J. Lohuis, G. Huszenicza, P. Nagy, and M. Gacs. 1995. The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis. *Theriogenology*. 43:1379–1388.

- Edmonson, A. A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 72, n. 1, p. 68–78.
- Kadzere, C. T., M. R. Murphy, N. Silanikove, and E. Maltz. 2002. Heat stress in lactating dairy cows : a review. *Livestock Production Science*. v. 77, p. 59–91.
- Kendall, P. E., P. P. Nielsen, J. R. Webster, G. A. Verkerk, R. P. Littlejohn, and L. R. Matthews. 2006. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science*. 103:148-157.
- King, V. L., S. K. Denise, D. V. Armstrong, M. Torabi e F. Wiersma. 1988. Effects of a Hot Climate on the Performance of First Lactation Holstein Cows Grouped by Coat Color 1, 2. *Journal of Dairy Science*, 71(4), 1093-1096.
- Leblanc, S.. 2010. Assessing the Association of the Level of Milk Production with Reproductive Performance in Dairy Cattle. *Journal of Reproduction and Development*. 56, Suppl. S1 – 7.
- Lucy, M. C.. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will end? *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. 1277–1293.
- Vasconcelos, J. L. M., D. Garcia, and B. Demetrio. 2011. Revista Brasileira de Zootecnia Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico. *Revista Brasileira De Zootecnia*, v. 2011, n. 2001, p. 396–401.
- Mader, T. L., M. S. Davis, and T. B. Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle The online version of this article, along with updated information and services, is located on the World Wide Web at : Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle 1 , 2. p. 712–719.

- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle 7th ed. Washington, DC: National Academic Science.
- Pereira, M. H. C., A. D. P. Rodrigues, T. Martins, W. V. C. Oliveira, P. S. A. Silveira, M. C. Wiltbank, and J. L. M. Vasconcelos. 2013. Timed artificial insemination programs during the summer in lactating dairy cows: Comparison of the 5-d Cosynch protocol with an estrogen/progesterone-based protocol. *Journal of Dairy Science*, v. 96, n. 11, p. 6904–6914.
- Pereira, M. H. C., A. D. P. Rodrigues, R. J. de Carvalho, M. C. Wiltbank, and J. L. M. Vasconcelos. 2014. Increasing length of an estradiol and progesterone timed artificial insemination protocol decreases pregnancy losses in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 97, n. 3, p. 1454–1464.
- ST-Pierre, N. R., B. Cobanov, and G. Schnitkey. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 31, p. E52–E77.
- Santos J.E.P, H.M. Rutigliano, M. F. Sa Filho. 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 110.207–221
- Suthar, V. S., O. Burfeind, S. Bonk, A. J. Dhimi, and W. Heuwieser. 2012. Endogenous and exogenous progesterone influence body temperature in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 95:2381-2389.
- Vasconcelos, J. L. M., R. F. Cooke, D. T. G. Jardina, F. L. Aragon, M. B. Veras, S. Soriano, N. Sobreira, and A. B. Scarpa. 2011. Associations among milk production and rectal temperature on pregnancy maintenance in lactating recipient dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v. 127, n. 3–4, p. 140–147.

- Verwoerd, W., M. Wellby, and G. Barrell. 2006. Absence of a causal relationship between environmental and body temperature in dairy cows (*Bos taurus*) under moderate climatic conditions. *Journal Thermal Biology*. 31:533-540.
- West, J. W.. 2002. Physiological effects of heat stress on production and reproduction. *Proc. Tri-State Nutr. Conf. Anais*.
- Wolfenson, D., Z. Roth, and R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects. *Animal Reproduction Science*, v. 60–61, p. 535–547.

**Tabela 1.** Fatores de risco associados á porcentagem de tempo com a temperatura vaginal  $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$  (PCT).

| Parâmetros                               | Média | EP <sup>6</sup> | Valor de P <sup>7</sup> |
|------------------------------------------|-------|-----------------|-------------------------|
| Ordem <sup>1</sup>                       |       |                 |                         |
| Primíparas                               | 26,6  | 1,4             | 0,54                    |
| Múltiparas                               | 28,2  | 1,5             |                         |
| Escore de condição corpórea <sup>2</sup> |       |                 |                         |
| Baixo                                    | 41,2  | 1,1             | 0,01                    |
| Moderado                                 | 30,6  | 1,1             |                         |
| Produção de leite <sup>3</sup>           |       |                 |                         |
| Primíparas, mediana: 39,8kg              |       |                 |                         |
| Abaixo da mediana                        | 24,2  | 1,0             | 0,01                    |
| Acima da mediana                         | 30,5  | 1,2             |                         |
| Múltiparas, mediana: 46,2kg              |       |                 |                         |
| Abaixo da mediana                        | 24,9  | 1,3             | 0,01                    |
| Acima da mediana                         | 31,6  | 2,0             |                         |
| ITU <sup>4</sup>                         |       |                 |                         |
| Baixo                                    | 31,1  | 1,2             | 0,01                    |
| Alto                                     | 40,8  | 1,1             |                         |
| Cor da pelagem <sup>5</sup>              |       |                 |                         |
| Preta                                    | 34,9  | 1,0             | 0,21                    |
| Mista                                    | 37,0  | 1,5             |                         |
| Branca                                   | 35,9  | 1,7             |                         |

<sup>2</sup> ECC = Baixo:  $\leq 2,75$ , Moderado:  $> 2,75$ ]. <sup>1,3</sup> [Primíparas: 1<sup>st</sup> lactação, Multiparas: 2<sup>nd</sup> lactação ou mais]. <sup>4</sup> [ITU: Baixo  $\leq 68$ ; Alto  $> 68$ ] <sup>5</sup> [Classificação de cor segundo o método de Becerril e Wilcox., 1992). <sup>5</sup>]. <sup>5</sup> [EP= Erro padrão]. <sup>7</sup> Significância foi considerada para valores de  $P < 0.05$ , e  $0.05 > P < 0.10$  foi para tendência

**Tabela 2.** Efeito da PCT associado a P/IA.

| Parâmetros                                     | OR   | 95%CI     | Valor de P | DG2 <sup>8</sup> (%; n/n)      |
|------------------------------------------------|------|-----------|------------|--------------------------------|
| Primípara vs Multípara <sup>1</sup>            | 0,59 | 0,41-0,85 | 0,04       | 23,2% (62/267); 16,3% (88/539) |
| PCT (Alta vs Baixa) <sup>2</sup>               |      |           |            |                                |
| Primíparas                                     | 0,48 | 0,35-0,67 | 0,09       | 16,1% (11/68); 25,6% (51/199)  |
| Multíparas                                     | 0,51 | 0,33-0,79 | 0,01       | 9,7% (13/134); 18,5% (75/405)  |
| ITU (Alto vs Baixo) <sup>3</sup>               | 0,8  | 0,50-1,31 | 0,39       | 14,9% (55/368); 15,5% (50/321) |
| Escore de condição corpórea (ECC) <sup>4</sup> |      |           |            |                                |
| Baixo vs Moderado                              | 1,11 | 0,57-2,14 | 0,89       | 19,3% (77/397); 17,8% (73/409) |
| Produção de leite (Alta vs Baixa) <sup>5</sup> |      |           |            |                                |
| Primíparas                                     | 0,85 | 0,62-1,32 | 0,52       | 21,7% (28/129); 24,6% (34/138) |
| Multíparas                                     | 0,90 | 0,63-1,29 | 0,57       | 17,3% (47/271); 15,2% (41/268) |
| Dias em lactação (DEL) <sup>6</sup>            |      |           |            |                                |
| DEL (Alto vs. Baixo)                           | 0,44 | 0,28-0,70 | <0,01      | 16% (35/220); 26%(95/363)      |
| DEL (Alto vs Médio)                            | 0,58 | 0,35-0,96 | <0,01      | 16% (35/220); 22% (50/223)     |
| Cor de pelagem <sup>7</sup>                    |      |           |            |                                |
| Preta vs Branca                                | 1,67 | 0,96-2,96 | 0,03       | 19,5% (76/389); 10,5% (15/143) |
| Preta vs Mista                                 | 1,65 | 0,92-3,2  | 0,53       | 19,5% (76/389); 20,9% (51/244) |
| Mista vs Branca                                | 1,59 | 1,1-2,98  | 0,01       | 20,9% (51/244); 10,5% (15/143) |

<sup>1</sup>[Ordem= Primíparas: 1<sup>st</sup> lactação, Multíparas: 2<sup>nd</sup> lactação ou mais]. <sup>2</sup>[PCT-Porcentagem de tempo com T°C vaginal acima de 39,1°C, analisada através de quartis: AltaPCT-Ultimo quartil (60%); Baixa (16%)]. <sup>3</sup> [ITU médio, Alto>68; Baixo≤68]. <sup>4</sup>[ECC = Baixo: ≤2,75, Moderado: >2,75] <sup>5</sup>[Produção de leite baseada na mediana: Primíparas 39,8 e Multíparas 46,2 kg/d]; <sup>6</sup>(DEL: Baixo<100d; Médio 100-180d e Alto- >180d) -<sup>7</sup>[Classificação de cor segundo o método de Becerril e Wilcox., 1992). <sup>8</sup>[DG2- diagnóstico de gestação aos 52 dias pós IA]. Significância foi considerada para valores de P<0.05, e 0.05 > P < 0.10 foi para tendência.

**Tabela 3.** Fatores de risco associados a produção de leite.

| Parâmetros                          | OR   | 95%CI     | Valor de P <sup>6</sup> | Média ± EP <sup>5</sup> |
|-------------------------------------|------|-----------|-------------------------|-------------------------|
| Primípara vs Multípara <sup>1</sup> | 4,7  | 3,6-6,2   | 0,001                   | 36,9±6 vs 43,9±9        |
| ECC (Alto vs Baixo) <sup>2</sup>    | 0,67 | 0,46-0,9  | 0,08                    | 40,0±9 vs 42,3±9        |
| Cor de pelagem <sup>3</sup>         |      |           |                         |                         |
| Preta vs Branca                     | 1,4  | 1,1-2,1   | 0,05                    | 41,0±9 vs 42,5±9        |
| Preta vs Mista                      | 1,3  | 1,0-2,2   | 0,23                    | 41,0±9 vs 41,2±8        |
| Mista vs Branca                     | 1,5  | 1,2-2,0   | 0,10                    | 41,2±8 vs 42,5±9        |
| ITU (Alto vs Baixo) <sup>4</sup>    | 0,68 | 0,63-0,88 | 0,16                    | 42±9 vs 41,5±9          |

<sup>1</sup>[Primíparas: 1<sup>st</sup> lactação, Multiparas: 2<sup>nd</sup> lactação ou mais]. <sup>2</sup> [ECC = Baixo: ≤2,75, Moderado:> 2,75] <sup>3</sup>[Classificação de cor segundo o método de Becerril e Wilcox., 1992). <sup>4</sup> [ITU: Alto>68; Baixo≤ 68]. <sup>5</sup> [EP= Erro padrão]. <sup>6</sup>Significância foi considerada para valores de P<0.05, e 0.05 > P < 0.10 foi para tendência.

**Tabela 4.** Efeito da PCT associado a produção de leite, ECC na P/IA

| Primíparas                                                             | P/IA 30       | P/IA 52       | Produção de leite | ECC       |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-------------------|-----------|
| AP Alta PCT                                                            | 17,6 (6/34)   | 17,6 (6/34)   | 42,5 ± 3          | 2,9 ± 0,1 |
| AP Baixa PCT                                                           | 27,3 (26/95)  | 23,1 (22/95)  | 42,2 ± 4          | 2,9 ± 0,2 |
| Valor de P                                                             | 0,09          | 0,09          | NS                | NS        |
| BP Alta PCT                                                            | 20,5 (7/34)   | 14,7 (5/34)   | 32,9 ± 4          | 2,9 ± 0,2 |
| BP Baixa PCT                                                           | 31,7 (33/104) | 27,8 (29/104) | 32,1 ± 4          | 2,9 ± 0,2 |
| Valor de P                                                             | 0,09          | 0,09          | NS                | NS        |
| Multíparas                                                             |               |               |                   |           |
| AP Alta PCT                                                            | 12,9 (10/77)  | 9,0 (7/77)    | 51,9 ± 4          | 2,9 ± 0,4 |
| AP Baixa PCT                                                           | 23,2 (45/194) | 20,6 (40/194) | 51,4 ± 4          | 2,9 ± 0,4 |
| Valor de P                                                             | 0,01          | 0,01          | NS                | NS        |
| BP Alta PCT                                                            | 12,3 (7/57)   | 10,5 (6/57)   | 39,3 ± 5          | 2,9 ± 0,3 |
| BP Baixa PCT                                                           | 21,8 (46/211) | 16,5 (35/211) | 35,3 ± 7          | 3,0 ± 0,5 |
| Valor de P                                                             | 0,01          | 0,01          | NS                | NS        |
| AP- Alta produção                                                      |               |               |                   |           |
| BP- Baixa produção                                                     |               |               |                   |           |
| Valores significativos foram considerados para $P < 0,05$ .            |               |               |                   |           |
| Valores de tendência foram considerados para $P > 0,05$ e $\leq 0,1$ . |               |               |                   |           |
| Valores não significativos (NS) foram considerados para $P > 0,1$      |               |               |                   |           |

**Tabela 5.** Efeito da cor associado a PCT na prenhez por inseminação artificial.

|                   | P/IA 30d      | P/IA 52d      | Produção de leite (kg) |
|-------------------|---------------|---------------|------------------------|
| Preta APCT        | 15(17/113)    | 11,5 (13/113) | 44,4 ± 8               |
| Branca APCT       | 11,6 (5/48)   | 7,0 (3/48)    | 44,8 ± 8               |
| Valor de <i>P</i> | 0,03          | 0,03          | NS                     |
| Mista APCT        | 18,0 (9/50)   | 18,0 (9/50)   | 42,5 ± 7               |
| Branca APCT       | 11,6 (5/48)   | 7,0 (3/48)    | 44,8 ± 8               |
| Valor de <i>P</i> | 0,03          | 0,03          | NS                     |
| Mista APCT        | 18,0 (9/50)   | 18,0 (9/50)   | 42,5 ± 7               |
| Preta APCT        | 15(17/113)    | 11,5 (13/113) | 44,4 ± 8               |
| Valor de <i>P</i> | 0,53          | 0,09          | NS                     |
| Preta BPCT        | 27,5 (76/276) | 22,8 (63/276) | 40,6 ± 10              |
| Branca BPCT       | 15,0 (15/109) | 12,0 (12/109) | 41,7 ± 10              |
| Valor de <i>P</i> | 0,03          | 0,03          | NS                     |
| Mista BPCT        | 25,0 (48/192) | 21,3 (41/192) | 40,8 ± 10              |
| Branca BPCT       | 15,0 (15/109) | 12,0 (12/109) | 41,7 ± 10              |
| Valor de <i>P</i> | 0,03          | 0,01          | NS                     |
| Mista BPCT        | 25,0 (48/192) | 21,3 (41/192) | 40,8 ± 10              |
| Preta BPCT        | 27,5 (76/276) | 22,8 (63/276) | 40,6 ± 10              |
| Valor de <i>P</i> | 0,52          | 0,53          | NS                     |

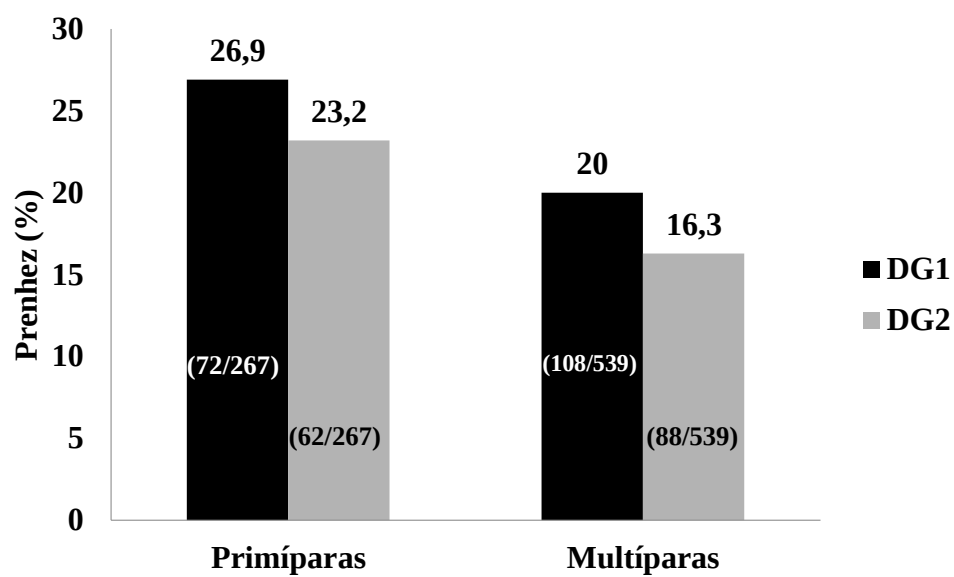
APCT- Ultimo quartil de porcentagem de tempo com T°C vaginal maior ou igual 39,1°C, PCT±60%.

BPCT- Valores abaixo do ultimo quartil de porcentagem de tempo com T°C vaginal maior ou igual 39,1°C, PCT±16%.

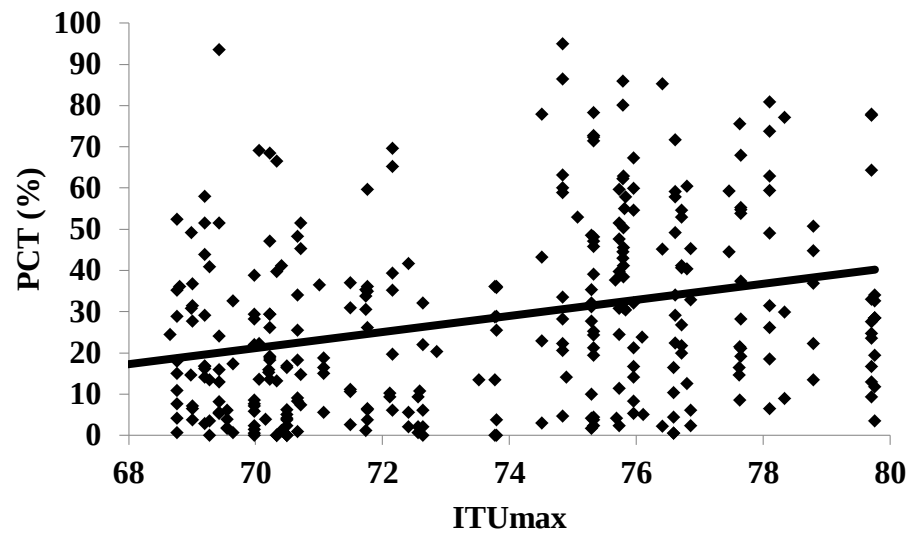
Valores significativos foram considerados para  $P < 0,05$ .

Valores de tendência foram considerados para  $P > 0,05$  e  $\leq 0,1$ .

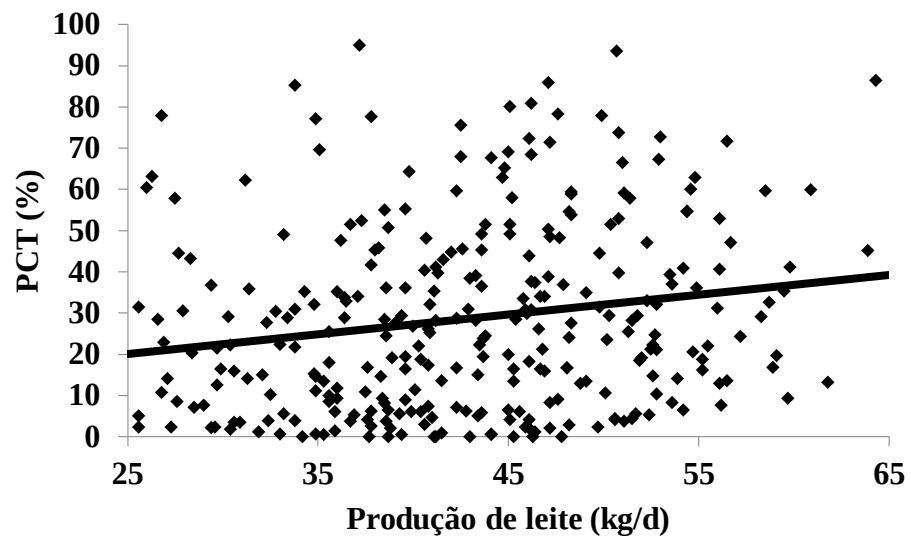
Valores não significativos (NS) foram considerados para  $P > 0,1$ .



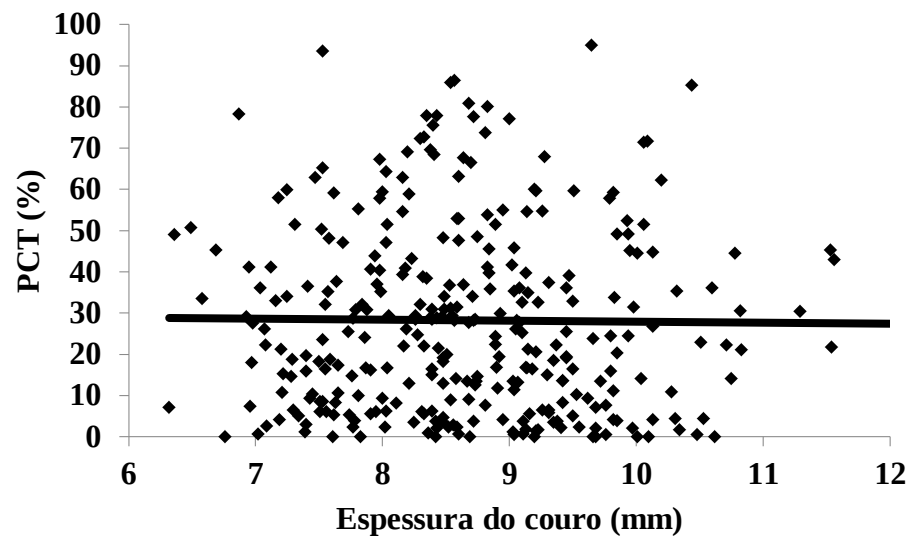
**Figura 1.** Efeito da ordem da prenhez por inseminação artificial (P/IA).  
Primíparas- vacas de 1<sup>a</sup> lactação; Multíparas- vacas de 2<sup>a</sup> ou mais lactações.  
DG1- diagnóstico de gestação aos 30 dias.  
DG2- diagnóstico de gestação aos 52 dias.



**Figura 2.** Correlação entre temp. vaginal (PCT) e ITUmax,  $P < 0,01$ ;  $r = 0,02$ .



**Figura 3.** Correlação entre temp. vaginal (PCT) e produção de leite.  $P < 0,01$ ,  $r = 0,05$



**Figura 4.** Correlação entre Temp. Vaginal e espessura de couro.  $P < 0,16$ ,  $r = 0,004$ .

## **CAPÍTULO 3**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS E IMPLICAÇÕES**

## **1. CONSIDERAÇÕES GERAIS E IMPLICAÇÕES**

A coleta contínua de temperatura vaginal e ambiente permite maior precisão na caracterização do estresse térmico. Notou-se uma grande variabilidade em como vacas respondem individualmente ao estresse térmico de modo que vacas em ambiente de ITU alto, de ECC baixo e alta produção de leite são mais susceptíveis ao aumento da temperatura vaginal. No entanto neste estudo detectou-se um alto número de vacas com alta produção que foi capaz de limitar prolongados períodos em estresse térmico.

Devido crescente evolução genética para o aumento da produção de leite, como consequência o aumento da ingestão de alimentos, as vacas alta produção de leite tornam-se mais susceptíveis ao estresse térmico causando vários problemas na produção de leite, reprodução e sanidade dos animais, gerando grandes perdas econômicas. Sendo assim, o uso de tecnologias pode auxiliar de maneira eficaz a identificar e selecionar vacas menos susceptíveis ao estresse térmico e com alta produção de leite e boa fertilidade, tornando o sistema de produção de leite mais rentável.