



**unopar**

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO  
EM SAÚDE E PRODUÇÃO DE RUMINANTES**

VINICIUS LUIZ RADIGONDA

**INVESTIGAÇÃO DA TEMPERATURA DA PELE VULVAR,  
FOLÍCULOS E TAXA DE PREENHEZ EM VACAS BRAFORD  
USANDO TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

---

Arapongas  
2016

VINICIUS LUIZ RADIGONDA

**INVESTIGAÇÃO DA TEMPERATURA DA PELE VULVAR,  
FOLÍCULOS E TAXA DE PREENHEZ EM VACAS BRAFORD  
USANDO TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção de Ruminantes (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina - UEL e Universidade Norte do Paraná - UNOPAR), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Produção de Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Celso Koetz Júnior

Arapongas

2016

VINICIUS LUIZ RADIGONDA

INVESTIGAÇÃO DA TEMPERATURA DA PELE VULVAR, FOLÍCULOS E TAXA DE  
PRENHEZ EM VACAS BRAFORD USANDO TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção de Ruminantes (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina - UEL e Universidade Norte do Paraná - UNOPAR), no Mestrado em Saúde e Produção de Ruminantes, área e concentração em Produção de Ruminantes como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

---

Prof. Dr. Celso Koetz Júnior  
UNOPAR

---

Prof. Dr. Flávio Guiselli Lopes  
UNOPAR

---

Prof. Dr. Cláudio Eduard Neves Semmelmann  
IFC

Arapongas, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais, Jose e Monica e minha esposa Nicole.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e todas as oportunidades que me proporcionou.

Ao Professor, Celso Koetz Júnior, orientador e amigo, por ter confiado em mim e por não medir esforços para meu aprendizado.

Aos demais professores por terem contribuído com seus ensinamentos e também a todos os funcionários por sua atenção e dedicação.

Aos componentes da banca examinadora por terem acrescentado de certa forma ao meu trabalho.

A minha esposa Nicole por ter me ajudado sempre que precisei.

Aos meus pais Jose e Monica por todo o carinho e esforço para que eu vença mais esta etapa de minha vida, e, por sempre terem acreditado em mim, sem eles nada disso seria possível.

“Que os vossos esforços desafiem as  
impossibilidades, lembrai-vos de que  
as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia  
impossível.”

*Charles Chaplin*

RADIGONDA, Vinicius Luiz. **INVESTIGAÇÃO DA TEMPERATURA DA PELE VULVAR, FOLÍCULOS E TAXA DE PREENHEZ EM VACAS BRAFORD USANDO TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA.** 2016. 33p Dissertação de Mestrado Acadêmico Saúde e Produção de Ruminantes (Mestrado Acadêmico em Saúde e Produção de Ruminantes) – Universidade Norte do Paraná, Arapongas, 2016

## RESUMO

Objetivo deste trabalho foi avaliar se há correlação entre a presença de estruturas ovarianas (folículos) e prenhez com a variação de temperatura vulvar medida através de Termografia Infravermelha (TI) como método auxiliar na reprodução animal otimizando assim os resultados da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). O estudo foi realizado em uma propriedade rural, localizada em Pitanga – PR. Foram utilizadas 150 vacas da raça Braford com idade entre 3 e 10 anos. Os dados foram coletados juntamente ao andamento do protocolo de IATF de três manejos e foram realizadas imagens ultrassonográficas e térmicas obtidas com uma câmera de infravermelho. A análise estatística utilizou o teste de análise da variância. Os dados obtidos mostraram que houve diferença ( $p < 0,05$ ) na temperatura vulvar entre os animais que tinham a presença de estruturas ovarianas ( $34,24^{\circ}\text{C} \pm 1,81$ ) daqueles que não tinham ( $35,41^{\circ}\text{C} \pm 1,02$ ). Portanto, corroborando com a ideia de que a presença dessas estruturas ovarianas, leia-se, folículos, pode significar que as vacas estão respondendo ao protocolo de IATF, sendo um bom preditivo que elas possivelmente irão se tornar gestantes. Na avaliação da prenhez, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) na temperatura vulvar entre os animais com gestação positiva ( $34,53^{\circ}\text{C} \pm 1,527$ ) ou negativa ( $34,31^{\circ}\text{C} \pm 1,913$ ). Portanto a técnica não pode ser utilizada para este fim sem que sejam realizados mais estudos de validação. A utilização da termografia infravermelha como ferramenta diagnóstica para detecção de estruturas ovarianas parece ser promissora. Entretanto, para que possamos estabelecer um protocolo para sua utilização devemos levar em consideração os fatores que interferem em seus resultados e explorar novos usos para esta tecnologia em ascensão.

**Palavras chave:** Inseminação Artificial em Tempo Fixo. Produção Animal. Reprodução Animal.

RADIGONDA, Vinicius Luiz. **RESEARCH BETWEEN THE TEMPERATURE OF THE VULVAR SKIN, FOLLICLES AND PREGNANT RATE IN BRAFORD COWS USING INFRARED THERMOGRAPHIC**. 2016. 33p. Dissertação em Saúde e Produção de Ruminantes Mestrado Acadêmico Saúde e Produção de Ruminantes – Universidade Norte do Paraná, Araçongas, 2016.

### **ABSTRACT**

This study set out to assess whether there is a correlation between the presence of ovarian structures (follicles) and pregnancy with temperature variation vulvar measured by Infrared Thermography (IRT) as an auxiliary method in animal breeding optimizing the results of Artificial Insemination in Fixed Time (AIFT). The study was conducted in a rural property, located in Pitanga - PR. They were used 150 cows Braford aged between 3 and 10 years. Data were collected along the course of the AIFT protocol of three managements and were performed ultrasound and thermal images obtained with an infrared camera. The statistical analysis used the analysis of variance test. The data showed that there was a statistical difference ( $p < 0.05$ ) in the vulvar temperature between animals that had the presence of ovarian structures ( $34.24 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.81$ ) of those who had not ( $35.41 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.02$ ). Therefore, supporting the idea that the presence of ovarian structures, read up, follicles may mean that the cows are responding to the AIFT protocol, being a good predictor that they will possibly become pregnant. In the evaluation of pregnancy, there was no statistical difference ( $p > 0.05$ ) in vulvar temperature between animals with positive pregnancy ( $34.53 \pm 1.527 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) or negative ( $34.31 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.913$ ), so the technique does not can be used for this purpose without being made more validation studies. The use of infrared thermography as a diagnostic tool to detect ovarian structures seems promising. However, for us to establish a protocol for their use should take into consideration the factors that interfere in its results and explore new uses for this technology on the rise.

**Key words:** Animal reproduction. Animal production. Artificial Insemination of Fixed Time.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> - Esquema representativo do protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo..... | 22 |
| <b>Figura 2</b> – Termografia infravermelha da superfície vulvar em bovinos.....                   | 23 |

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Descritiva geral dos animais estudados quanto a temperatura vulvar (°C) medida através de Termografia Infravermelha.....25
- Tabela 2** – Avaliação da presença de estruturas ovarianas através da variação na temperatura vulvar (°C) avaliada pelo método de Termografia Infravermelha.....27
- Tabela 3** – Avaliação da gestação positiva ou negativa através da variação na temperatura vulvar (°C) avaliada pelo método de Termografia Infravermelha.....27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| D0   | Dia zero                             |
| D8   | Dia oito                             |
| D10  | Dia dez                              |
| eCG  | Gonadotrofina Coriônica Equina       |
| IATF | Inseminação Artificial em Tempo Fixo |
| TI   | Termografia Infravermelha            |
| US   | Ultrassonografia                     |
| °C   | Graus Celsius                        |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                             | 13 |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                  | 15 |
| 2.1. TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA.....                    | 15 |
| 2.2. PROCESSO DA REPRODUÇÃO.....                       | 16 |
| 2.3. TERMOGRAFIA APLICADA A REPRODUÇÃO EM BOVINOS..... | 18 |
| <b>3. OBEJETIVOS</b> .....                             | 21 |
| 3.1. GERAL.....  | 21 |
| 3.2. ESPECÍFICO.....                                   | 21 |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                     | 22 |
| 4.1. CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO.....                    | 22 |
| 4.2. COLETA DE DADOS.....                              | 22 |
| 4.2.1. PROTOCOLO DE IATF.....                          | 22 |
| 4.2.2. TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA.....                  | 23 |
| 4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....                          | 24 |
| <b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....                  | 25 |
| <b>CONCLUSÃO</b> .....                                 | 30 |
| <b>REFERENCIAS</b> .....                               | 31 |

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria bovina moderna é o resultado de uma lenta evolução de técnicas de criação desenvolvidas ao longo de décadas, mas o grande impulso dessa indústria se deu a partir do surgimento das biotecnologias reprodutivas (SEVERO, 2009).

Tal avanço tecnológico se fez necessário uma vez que a população mundial está crescendo, a expectativa de vida está aumentando e o processo de urbanização contínuo, a soma destes fatores faz com que a demanda por alimentos também aumente, e alimentos de origem animal vem acompanhando esse crescimento. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) a carne é a fonte primária de proteína e sua produção deverá aumentar em 100% para atender a demanda populacional em 2040 (DAHLEN et al., 2014).

O Brasil é um dos líderes mundiais no mercado de carne bovina, sendo marcante sua importância entre os principais exportadores e o segundo maior consumidor do produto (BRANDÃO, 2013). Assumindo assim, um papel de suma importância na produção mundial.

Uma pesquisa feita anos atrás procurou avaliar quais as consequências econômicas da performance reprodutiva, e a conclusão foi que a perda econômica líquida estava vinculada aos altos custos das vacas não gestantes. E este fenômeno era devido a falhas na detecção do estro, ovulação e baixa taxa de concepção (INCHAISRIA et al., 2010).

Dentro desse contexto exposto, a indústria de carnes lança mão de ferramentas que auxiliem na capacidade reprodutiva do rebanho a fim de melhorar drasticamente a eficiência na produção de bovinos de corte. A primeira delas foi o uso da inseminação artificial que tem importante papel como ferramenta para o

melhoramento genético animal.

Nesse contexto, o melhoramento genético e eficiência reprodutiva dos rebanhos têm sido metas que norteiam o sistema produtivo, dentre as estratégias de manejo temos a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) como ferramenta de maior impacto da produtividade, aumentando significativamente a eficiência reprodutiva em bovinos de corte (SÁ FILHO, 2012).

Em um estudo recente, Luttgenau et al. (2016), puderam observar que o uso do ultrassom auxiliou na detecção de vacas pró-estro e diestro, reduzindo assim o número de serviços não necessários otimizando o processo de reprodução animal e reduzindo custos, sendo que este artifício foi mais eficaz que os métodos tradicionais de palpação e observação.

Além disso, pesquisadores têm buscado novas tecnologias que auxiliem cada vez mais a eficiência no processo de reprodução. Sabe-se que as taxas de fertilização em bovinos são influenciadas pelo intervalo entre a inseminação e a ovulação, portanto identificar o momento mais propício para inseminar o rebanho através de métodos práticos só traria benefícios para a efetividade das técnicas de reprodução (TALUKDER et al., 2014).

Dessa forma a termografia infravermelha (TI) poderia ser um método de detecção das estruturas ovarianas (folículos) que iria auxiliar e direcionar a inseminação artificial em conjunto com a ultrassonografia, resultando numa otimização do processo, diminuindo gastos desnecessários e aumentando a produção.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Recentemente a técnica de termografia infravermelha (TI) tem ganhado destaque na avaliação de diversas condições fisiológicas e patológicas em diferentes animais (STELLETTA et al., 2012). Esta tecnologia se baseia no perfil térmico, uma vez que todos os corpos geram calor de superfície e esta é emitida como radiação infravermelha que pode ser medida e correlacionada com a temperatura corporal. (KNIZKOVA et al., 2007).

A avaliação de variação de temperatura já vem sendo utilizada por diversos pesquisadores como mostra um estudo de Purohit & McCoy (1980), que correlacionou a temperatura corporal em cavalos com o estado de saúde dos mesmos. Ou ainda o trabalho desenvolvido por Hurnik (1985), que desde 1985 avaliou a detecção do ciclo estral através da técnica de TI.

Embora a termografia infravermelha seja um exame complementar de imagem ainda emergente de diagnóstico, monitoração e prognóstico na medicina veterinária, ela tem ganhado destaque por ser uma técnica moderna, não invasiva e segura que é capaz de detectar mudanças de temperatura corporal de forma rápida e eficiente (REKANT et al., 2016).

Sendo assim esta tecnologia pode ser aplicada para uma variedade de doenças como mastite (BERRY et al., 2003), lesões de pele (POIKALAINEN et al., 2012) e inflamações subclínicas (STELLETTA et al., 2012). Também pode ser utilizada para monitorar o estado fisiológico e bem estar dos animais individualmente, tais como medir a eficiência alimentar (MONTANHOLI et al., 2008) e respostas ao estresse (STEWART et al., 2005). E ainda auxiliar na detecção de

estro (ISLAM, 2011) e variações ovarianas durante o ciclo (TALUKDER et al, 2014) e por fim no diagnóstico de prenhez (CILULKO et al., 2013).

Apesar de todas essas aplicações disponíveis ainda existe a falta de métodos precisos para associar as leituras de temperatura da pele aos fenômenos fisiológicos ou patológicos, uma vez que a temperatura da superfície corporal é altamente dependente das condições ambientais e do metabolismo individual (BRIOSCHI, 2011).

Abaixo está uma visão geral das possíveis limitações da termografia e as soluções aplicadas que poderiam minimizar os erros resultantes (CILULKO et al., 2013).

- Condições climáticas: radiação solar, vento, precipitação e umidade poderiam ser minimizadas através da aferição antes do pôr-do-sol, evitando-se dias chuvosos;
- Distância entre o objeto e o termógrafo de captura de imagem, essa variável deve ser parametrizada intra e inter avaliações;
- Atividade física do animal, o mesmo deve estar em repouso nos momentos que antecedem a aferição da temperatura;
- Estresse, dessa forma o animal deve estar habituado ao ambiente e ao examinador a fim de diminuir a interferência desse quesito;

## 2.2. PROCESSOS DE REPRODUÇÃO

Os ovários têm por função a produção de gametas e hormônios como o estrógeno e a progesterona, uma vez que o seu tamanho varia de acordo não somente com a idade do animal, raça e condições ambientais, mas também de acordo com a fase do ciclo estral (STELLETTA et al., 2012).



O ciclo estral pode ser didaticamente dividido entre pró-estro, estro, metaestro e diestro. O pró-estro é a fase que antecede o estro. O estro é o período em que a fêmea aceita ser montada pelo macho e dura cerca de 18 horas, é também conhecida como fase estrogênica. O metaestro é a fase que sucede o estro e dura cerca de 3 a 4 dias. Diestro é o período entre estros sucessivos sendo denominada pelo corpo lúteo cíclico e dura cerca de 10 a 13 dias. Estas 2 últimas fases são denominadas progestogênicas e as variações na concentração de progesterona é que refletem a funcionalidade do corpo lúteo (PALHANO, 2008).

Sabe-se que hoje dentre algumas dificuldades que ainda são encontradas em fazendas de pecuária, principalmente as de grande porte, é o manejo do rebanho para a inseminação artificial (MILISTETD, 2006).

Já existem inúmeros protocolos hormonais para a sincronização do ciclo estral maximizando assim a eficiência reprodutiva e o que se pretende é um maior e melhor conhecimento da fisiologia animal a fim de evitar o aumento do período de serviço, elevação do número de serviço/concepção, aumento do intervalo entre os partos, redução da vida útil das fêmeas e descartes precoces (SEVERO, 2009). Isso poderia ser obtido através de instrumentos de auxílio na detecção do estro em vacas melhorando assim a sincronia da ovulação com a inseminação.

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) é uma ferramenta tecnológica de grande sucesso e em franco crescimento pois não envolve a observação do cio e permite que muitos animais sejam inseminados no mesmo dia. Ainda neste panorama a detecção do estro é considerada a falha mais importante dos programas de inseminação artificial.

Diversos fatores podem influenciar o sucesso ou não dos programas de IATF como condição corporal da fêmea, categoria animal, sêmen, Inseminador

(SÁ FILHO, 2012). Contudo algumas estratégias podem ser adotadas a fim de minimizar essas variáveis como o uso de fármacos para controlar o ciclo estral, IATF e fatores como o tamanho do folículo ovulatório no momento da inseminação, têm sido relacionados a respostas positivas aos protocolos (BRIDGES et al., 2010).

Os estudos ainda são escassos nessa área, dessa forma é de grande importância identificar os fatores que influenciam as variações na resposta a sincronização, e dessa forma estabelecer estratégias específicas para melhorar o desempenho reprodutivo.

### 2.3. TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA APLICADA A REPRODUÇÃO EM BOVINOS

Vários métodos têm sido utilizados para observar a ocorrência do estro como, mudanças na temperatura corporal, consistência do muco vaginal e atividade de monta, muitos deles dispendem de tempo ou são invasivos. Nesse aspecto o desenvolvimento de novas técnicas para a detecção do estro tem sido avaliado como a variação da temperatura vulvar por termografia infravermelha (TI), que tem demonstrado estar associada com o pico de LH e ovulação (TALUKDER et al., 2014).

Dessa forma a termografia (TI) tem sido utilizada para auxiliar na eficiência reprodutiva de várias maneiras diferentes. Um estudo realizado por Hurnik et al. (1985), tentou detectar diferenças mensuráveis na temperatura

corporal que estivessem relacionadas a ovulação e obteve resultados que demonstraram um aumento da temperatura na região glútea nos dias de estro.

O uso de TI para detecção do estro também foi reportado em suínos e bovinos, por Scolari et al., (2011) e Sykes et al., (2012), respectivamente, através da temperatura vulvar. E também por Helebbrand et al. (2003), que relatou uma combinação da aferição da temperatura vulvar com a temperatura corporal para a detecção do estro.

Stelletta et al., (2012) abordaram os principais usos da TI na medicina veterinária, dentre eles destacou-se a diferença de temperatura da área perivulvar entre as fases de estro e anestro, que foram verificadas durante 24 dias em bovinos.

Mais recentemente, alguns pesquisadores avaliaram a utilização da técnica de TI para prever as vacas em estro em associação com a ovulação, e foi observado que a ovulação ocorria cerca de 24 a 47 horas após o início do estro que foi detectado pela variação de temperatura na vulva e focinho (TALUKDER et al., 2014).

Sá Filho (2012), avaliou o tamanho do diâmetro folicular correlacionando-o com a resposta ovariana e taxa de concepção, contudo esta análise foi realizada através de ultrassonografia ovariana, mas ele pôde observar que os folículos maiores estão mais propensos a ter uma capacidade ovulatória maior e, portanto, maiores taxas de concepção.

Os trabalhos nessa área ainda são escassos, embora o uso da TI esteja bem estabelecido, suas aplicações no processo reprodutivo animal ainda são um pouco desconhecidas, principalmente no que se refere a variação de temperatura devido a presença de folículos ovarianos.

Nesse sentido nosso trabalho se propôs a avaliar se há correlação entre a presença de estruturas ovarianas (folículos) e prenhez com a variação de temperatura vulvar medida através de termografia infravermelha como método auxiliar na reprodução animal otimizando assim os resultados da IATF, pois sabe-se que a eficiência reprodutiva é um dos principais aspectos que contribuem para melhorar o retorno econômico dos sistemas de produção de bovinos de corte. A taxa de prenhez e, sobretudo sua distribuição temporal tem um impacto muito grande sobre a equação econômica de um estabelecimento de cria (BÓ et al., 2001).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho foi verificar a se a mensuração da temperatura vulvar através de Termografia Infravermelha é eficiente na identificação de estruturas ovariana (folículos) e na identificação de possíveis prenhez em vacas Braford submetidas a protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo.

#### **3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Os objetivos específicos deste trabalho foram verificar a correlação entre as alterações de temperatura da pele vulvar, mesuradas através de Termografia Infravermelha (TI), com a presença de estruturas ovarianas, como presença ou não de folículos, e com a taxa de prenhes em vacas Braford submetidas a protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

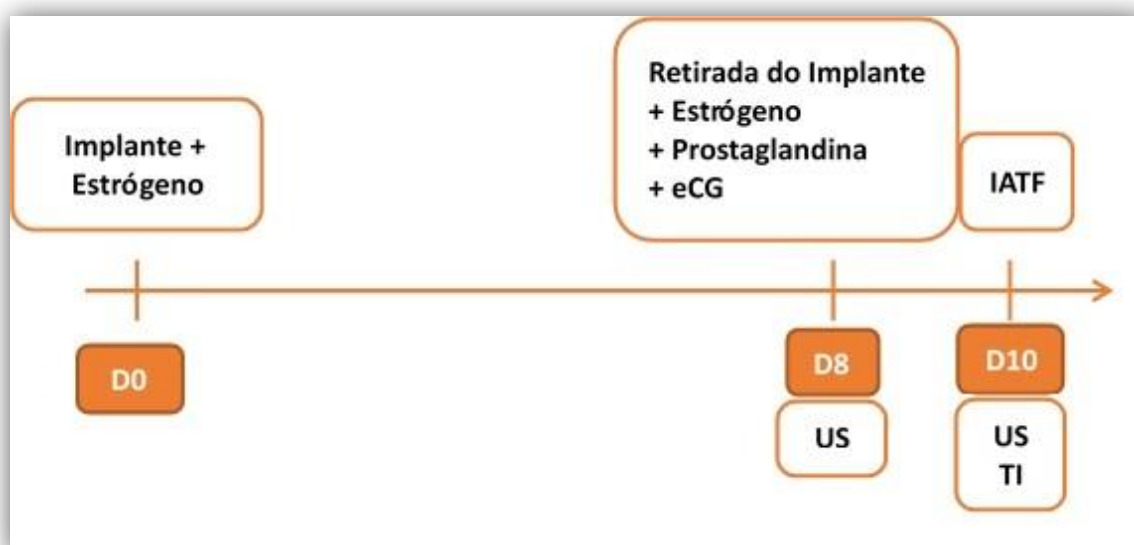
### 4.1. CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

O estudo foi realizado no mês de Julho de 2015 em propriedade rural situada no município de Pitanga-PR, latitude 24° 45' 25' S, longitude 51° 45' 41" W. Os dados foram coletados de 150 vacas da raça Braford com idade entre três e dez anos, criados em regime extensivo com suplementação mineral.

### 4.2. COLETA DE DADOS

#### 4.2.1. PROTOCOLO DE IATF

Foi utilizado um protocolo de IATF de três manejos (Figura 1), de forma que todos os manejos acontecessem nos mesmos horários, no dia zero (D0) houve a aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol e colocação de implante de progesterona, no dia oito (D8) foi realizada a aplicação de 0,5 mL de cipionato de estradiol, 300 UI de gonodotrofina coriônica equina e 150 µg de D-Cloprostenol e a retirada do implante de progesterona, no dia dez (D10) foi realizada a inseminação artificial.

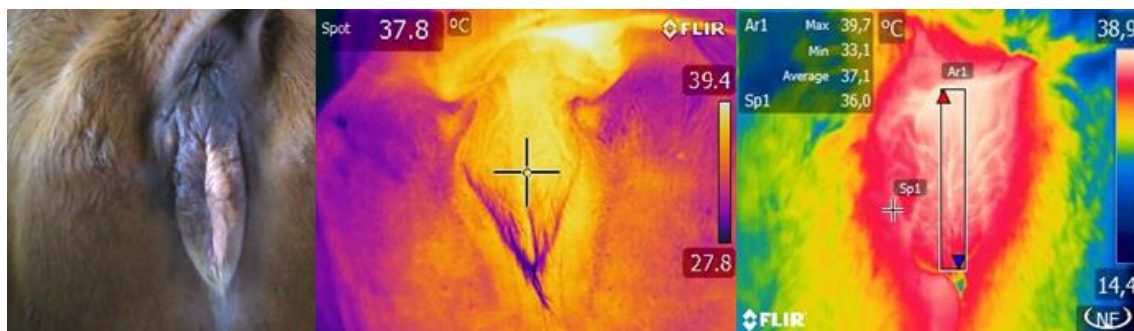


**Figura 1.** Esquema do protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF).

Foram realizadas juntamente nos manejos do dia 8 (D8) e dia 10 (D10) imagens ultrassonográficas, com o auxílio do aparelho Aloka SSD500, para avaliação das estruturas ovarianas presentes, como corpos lúteos ou folículos no D8 e no D10. As imagens ultrassonográficas foram realizadas pela mesma pessoa nos dois dias.

#### 4.2.2. TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

As imagens térmicas foram realizadas juntamente ao manejo do dia dez, anteriormente a inseminação com os animais contidos e com a região vulvar devidamente limpa com início às 8 horas da manhã, foi utilizado uma câmera de infravermelho (FLIR T 440) com resolução de 0,01°C a aproximadamente 1,0 m de distância do posterior do animal (Figura 2) com coeficiente de emissão ajustado para 0,97.



**Figura 2** – Termografia Infravermelha (TI) da superfície vulvar em bovinos.

Posteriormente as imagens foram transferidas para um tablet (iPad®) para análise. As temperaturas das áreas indicadas foram medidas através do aplicativo QuickReport®.

#### 4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados em Planilha de Excel® (Pacote Microsoft Office 2013), a análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico R (R Core Team®, 2013), sendo empregado o teste de análise de variância após a verificação dos pressupostos necessários aos dados. O nível de significância utilizado em todas as análises foi de 5%.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi encontrado a média de temperatura vulvar entre as vacas analisadas de  $34,40\text{ °C} \pm 1,77$  (Tabela 1), resultado abaixo do encontrado por Suthar et al. (2011) onde houve média de  $38,7\text{°C}$ , entretanto, o experimento foi realizado nas dependências de um ambiente fechado, diferentemente do presente estudo, no qual, foi realizado em ambiente aberto. O mesmo pode ser observado nos estudos conduzidos por Hurnik et al, (1985) cujos resultados apontaram para um aumento da temperatura vulvar nos dias de estro, contudo o autor afirma que só foi observado diferença estatística na temperatura a partir do terceiro cio pós-parto.

Tabela 1. Descritiva geral dos animais estudados quanto a temperatura vulvar (°C) medida através de Termografia Infravermelha.

| Medidas                 | TI       |
|-------------------------|----------|
| Média                   | 34,40 °C |
| Desvio Padrão           | 1,77     |
| Coeficiente de Variação | 5,13%    |

Foi observado que a presença ou ausência de folículos (Tabela 2) levou a uma diferença de temperatura que foi possível de ser avaliada pela metodologia de termografia infravermelha, gerando diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos. Portanto, corroborando com a ideia de que a presença dessas estruturas ovarianas, leia-se, folículos, pode significar que as vacas estão respondendo ao protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF).

Alguns estudos nessa área apontam para os resultados de

queda da temperatura vulvar algumas horas anteriores a ovulação, porém este achado foi detectado em suínos, mas conseguiu-se averiguar que a temperatura vulvar tende a cair 2 dias antes da ovulação (SCOLARI et al., 2011). Resultado semelhante ao descrito por Simões et al. (2014), que também avaliou a Termografia Infravermelha (TI) como método de detecção da variação da temperatura vulvar em suínos na fase pró-estro e estro, e verificou que a temperatura aumenta 48 horas antes do estro e vai caindo alcançando seu menor valor cerca de 6 a 12 horas após o estro.

Em bovinos, estudos propostos por Suthar et al. (2011) apontam resultados diferentes, demonstrando que em média a temperatura vaginal no dia anterior ao estro é 0,1°C maior que no período após a ovulação.

Sabe-se que a temperatura corporal varia durante o ciclo estral de acordo com a função do corpo lúteo nos ovários. Esta correlação entre níveis de progesterona secretados pelo corpo lúteo e temperatura corporal parece estar elucidada (SUTHAR et al, 2012; SAKATANI et al, 2016), portanto essa variação tende a afetar a temperatura tanto vaginal (SAKATANI et al, 2016) como vulvar (TALUKDER et al, 2014).

Em 1989 alguns pesquisadores já demonstravam haver correlação entre o estro, temperatura vaginal, níveis circulantes de LH e progesterona com a ovulação em bovinos (RAJAMAHENDRAN et al., 1989). E recentemente, foi demonstrado que a mensuração da temperatura vaginal pode ser efetiva na detecção do estro (SAKATANI et al., 2016). Porém, esses estudos não foram realizados através da TI e também diferiu no que se refere a avaliação da temperatura vaginal, pois o presente estudo avaliou a temperatura superficial vulvar.

Entretanto, estudos realizados por Talukder et al. (2014), usando a aferição da temperatura da pele vulva através da Termografia Infravermelha, correlacionando a temperatura vulvar com estro e ovulação, obteve como resultados que 48 horas antes do estro ocorre uma diminuição na temperatura vulvar, seguida de aumento 24 horas depois, seguida de nova queda na hora da ovulação, que foi confirmada pelos níveis de progesterona circulante.

Este estudo apontou também para a técnica uma sensibilidade de 75%, especificidade de 57% e valor preditivo positivo de 69%. Portanto o autor concluiu que a TI mostra algum potencial na detecção do estro e ovulação mas necessita-se de mais estudos para melhorar a especificidade e praticidade da técnica, pois a aferição teve que ser realizada 6 vezes ao dia após o tratamento com prostaglandina para a averiguação dessa variação de temperatura.

Uma diminuição da temperatura vulvar relacionada a ocorrência de estro também foi observada em estudos anteriores (WRENN et al, 1958; JONES et al, 2005).

Tabela 2. Avaliação da presença de estruturas ovarianas através da variação na temperatura vulvar (°C) avaliada pelo método de Termografia Infravermelha (TI)

| <b>Folículos</b>  | <b>Presente</b> | <b>Ausente</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------------|-----------------|----------------|----------------|
| TI                | 34,24°C ± 1,81  | 35,41°C ± 1,02 | 0,005          |
| Número de Animais | 130             | 20             | -----          |

Entretanto, quando a metodologia de Termografia Infravermelha (TI) foi utilizada para avaliar se o animal estava com gestação positiva ou negativa (Tabela 3), não foi possível realizar essa correlação, pois não houve diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre os grupos, portanto, a técnica não pode ser utilizada para este fim sem que sejam realizados mais estudos com intuito de validar

esta metodologia para detecção da prenhez.

No que refere a detecção da prenhez, não foram encontradas referências que abordassem o uso da TI como ferramenta diagnóstica gestacional em bovinos através da aferição da temperatura vulvar, os trabalhos relatavam o uso dessa técnica para diagnosticar prenhez em animais selvagens como rinocerontes e pandas gigantes, e também em cães (CILULKO et al., 2013).

Contudo, sabe-se que a progesterona afeta a temperatura corporal de forma positiva, ou seja, quando os níveis de progesterona estão altos a temperatura acompanha este aumento e quando estão baixos acompanham a queda (SAKATANI et al, 2016). Nesse sentido alguns autores relatam que vacas prenhez apresentam maior temperatura vaginal devido a secreção de progesterona pelo corpo lúteo quando comparadas a vacas não prenhez (SUTHAR et al, 2012; WRENN et al, 1958). Dessa forma a temperatura vulvar também poderia sofrer variações durante a gestação conforme proposto pelo presente estudo.

Essa diferença estatística não foi encontrada, mas isso pode ter sido causada por diferenças analíticas dos métodos de aferição da temperatura, método de análise dos dados e tipo de confinamento animal (TALUKDER et al, 2014). O estudo de Wrenn et al. (1958), avaliou a variação da temperatura corporal durante 10 dias antes e pós parto e o presente estudo avaliou apenas um dia, isso pode influenciado no resultado final.

Tabela 3. Avaliação da gestação positiva ou negativa através variação na temperatura vulvar (°C) avaliada pelo método de Termografia Infravermelha (TI).

| <b>Gestação</b>   | <b>Positiva</b> | <b>Negativa</b>  | <b>p-valor</b> |
|-------------------|-----------------|------------------|----------------|
| TI                | 34,53°C ± 1,527 | 34,31 °C ± 1,913 | 0,459          |
| Número de Animais | 60              | 90               | -----          |

Não obstante, algumas pesquisas apontam resultados diferentes pois afirmam que não há nenhuma mudança facilmente reconhecível na temperatura corporal que possa ser associada com a prenhez em vacas (HELLEBRAND et al, 2003).

Entretanto, uma vez que a temperatura da pele indica o status do metabolismo tecidual bem como da circulação sanguínea (STELLETTA et al., 2012), qualquer atividade ou patologia que altere esse parâmetro vai interferir na aferição da temperatura por termografia infravermelha. Sendo assim esta tecnologia pode ser validada para a utilização em quaisquer patologias ou estado fisiológico que alterem a temperatura corporal.

## **CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que, no presente trabalho, a Termografia Infravermelha foi eficiente na detecção de estruturas ovarianas (folículos), podendo ser uma técnica de auxílio ao Médico Veterinário, diferentemente da detecção de prenhez, que a técnica não se demonstrou eficiente em sua detecção.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERRY, R.J. et al. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. **Can. J. Anim. Sci.** v. 83, p. 687-693, 2003.

BÓ, G.A., et al. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino utilizando progestágenos y estradiol. In: **Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal**, Huerta Grande, Córdoba. p. 117-136, 2001.

BRANDÃO FS. Tendência para o consumo de carne no Brasil. Porto Alegre: **Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)**. 2013. 101p. (Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios).

BRIDGES, GA., et al. Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. **Anim Reprod Sci.** v. 117, p. 208-215, 2010.

BRIOSCHI ML. Metodologia de normalização de análise do campo de temperaturas em imagem infravermelha humana. Curitiba: **Universidade Federal do Paraná (UFPR)**, 2011. 114p. (Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica).

CILULKO, J.; JANISZEWSKI, P.; BOGDASZEWSKI, M.; SZCZYGIELSKA, E. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. **Eur. J. Wild. Res.** v. 59, p. 17-23, 2013.

DAHLEN, C.; LARSON, J.; LAMB, G.C. Impacts of reproductive technologies on beef production in the United States. **Adv. Exp. Med. Biol.** v. 952, p. 752-797, 2014.

HELLEBRAND, H.J., et al. Application of thermal imaging for cattle management. In **'Proceedings of the First European conference on Precision Livestock Farming.'** p. 761-763, 2003.

HURNIK, J.F.; WEBSTER A.B.; DEBOER, S. An investigation of skin temperature differentials in relation to estrus in dairy cattle using a thermal infrared scanning technique. **J. Anim. Sci.** v. 61(5), p. 1095-1102, 1985.

INCHAISRIA, C. et al. Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. **Theriogenology.** v. 74, p. 835-846, 2010.

ISLAM, R. Synchronization of Estrus in Cattle: A Review. **Vet. Word.** v. 4(3), p. 136-141, 2011.

JONES, M. et al. Thermography of the vulva in Holstein dairy cows: a comparison of estrus vs. diestrus. In: **Journal Of Animal Science**. 1111 NORTH DUNLAP AVE, SAVOY, IL 61874 USA: AMER SOC ANIMAL SCIENCE, p. 41-41, 2005.

KNIZKOVA, I.; et al. Application of infrared thermography in animal production.

**J. Fac. Agric.** v. 22, p. 329-336, 2007.

LÜTTGENAU, J., et al. Ultrasonographic examination reduces the percentage of unsuccessful inseminations in dairy cows. **Theriogenology**. v. 84(4), p. 664-670. 2016.

MILISTETD, F. Sincronização de estro em fêmeas bovinas de corte. Piracicaba: **Universidade Castelo Branco**, 2006. 34p. (Tese de Especialização em Produção e Reprodução de Bovinos)

MONTANHOLI, Y.R.; et al. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **J. Ther. Bio.** v. 33, p. 468-475, 2008.

POIKLAINEN, V., PRAKS, J., VEERMAE, I., KOKIN, E. Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. **Agronomy Research**. v. 1, p. 187-194, 2012.

PUROHIT, RC., MCCOY MD. Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. **American Journal of Veterinary Research**. v. 41, p. 1167-1174, 1980.

RAJAMAHENDRAN, RJ. et al. Temporal relationships among estrus, body temperature, milk yield, progesterone and luteinizing hormone levels, and ovulation in dairy cows. **Theriogenology**. v. 31, p.1173–1182, 1989.

REKANT, SI., et al. Veterinary applications of infrared thermography. **Am. J. Vet. Res.** v. 77(1), p. 98-107, 2016.

SÁ FILHO, M.F. Importância da ocorrência de estro e do diâmetro folicular no momento da inseminação em protocolos de sincronização da ovulação para inseminação artificial em tempo fixo em fêmeas zebuínas de corte. São Paulo: **Universidade de São Paulo (USP)**. 2012. 104p. (Tese de Doutorado em Reprodução Animal).

SAKATANI, M.; TAKAHASHI, M.; TAKENOUCI, N. The efficiency of vaginal temperature measurement for detection of estrus in Japanese Black cows. **J. Reprod. Dev.** 8 Fev. 2016

SCOLARI, S.C., CLARK, S.G., KNOX, R.V., TAMASSIA, M.A. Vulvar skin temperature changes significantly during estrus in swine as determined by digital infrared thermography. **J. Swine Health Prod.** v. 19(3), p.151–155, 2011.

SEVERO, N.M. Impacto da Inseminação Artificial na Indústria Bovina no Brasil e no Mundo. **Rev. Vet. Zootec. Minas**. v. 101, p. 16-22, 2009.



SIMÕES, V.G.; et al. Variations in the vulvar temperature of sows during proestrus and estrus as determined by infrared thermography and its relation to ovulation. **Theriogenology**. v. 82(8), p. 1080-1085, 2014.

STELLETTA, C.; et al. Studio termografico della area perivulvare in pecore in fase estrale ed in fase anestrale. In: XVII **Congresso Sipaoc**. Lamezia Terme (Cz), 25/28, Ottobre, 2006

STEWART, M.; et al. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. **Anim. Welf.** v. 14, p. 319-325, 2005.

SUTHAR, V.S.; et al. Body temperature around induced estrus in dairy cows. **J. Dairy Sci.** v. 94, p. 2368–2373, 2011.

SUTHAR V.S., et al. Endogenous and exogenous progesterone influence body temperature in dairy cows. **J Dairy Sci.** v. 95, p. 2381-2389, 2012

SYKES, D.J.; et al. The use of digital infrared thermal imaging to detect estrus in gilts. **Theriogenology** v. 78, p. 147-152, 2012.

TALUKDER, S.; et al. Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. **Theriogenology**. v. 81, p. 925-935, 2014.

WRENN T.R., BITMAN J., SYKES J.F. Body temperature variations in dairy cattle during the estrous cycle and pregnancy. **J Dairy Sci.** v. 41, p. 1071–1076, 1958.