



## UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA PREDIÇÃO DE MAMITE SUBCLÍNICA EM VACAS DA RAÇA GIR LEITEIRO: RESULTADOS PARCIAIS

Lucas Mendes **Vieira**<sup>1</sup>; Paula Maria Pires do **Nascimento-Penido**<sup>2</sup>; Rogério Ribeiro **Vicentini**<sup>3</sup>,  
André Penido **Oliveira**<sup>4</sup>, Lenira El Faro **Zadra**<sup>5</sup>

Nº 18707

### RESUMO

A produção leiteira é umas das principais atividades pecuária desenvolvidas no mundo. O Brasil maior produtor da América do Sul e sexto maior produtor do mundo possui cerca de 47% da produção vinda de pequenos produtores, onde 70% dos animais são da raça Girolando, tendo como base vacas Gir leiteiro. Um dos principais problemas que afetam a produção é a mastite, uma infecção na glândula mamária. Nos últimos anos vem sendo estudado a utilização da Termografia Infravermelha na produção animal, como no diagnóstico de mastite subclínica. Objetivou-se no presente estudo avaliar o uso da TIV, na predição de mamite subclínica de vacas da raça Gir leiteiro. Imagens termográficas do úbere (lato direito e esquerdo) foram realizadas concomitante à coleta de amostras de leite para análise de contagem de células somáticas, assim como temperatura retal dos animais. Os dados foram coletados no 7º, 15º, 30º, 45º, 60º, 75º, 90º, 105º e 120º dias de lactação. O aumento das temperaturas analisadas do úbere pela TIV em todas as regiões foi influenciando positivamente pela temperatura corpórea do animal ( $P < 0,01$ ). O aumento no número de escore de células somáticas influenciou ( $P < 0,05$ ) o aumento da temperatura do úbere direito e da região central do úbere direito. A TIV se mostrou eficiente na detecção das variações de temperatura do animal, porém para resultados mais precisos requer estudos mais aprofundados.

**Palavras-chaves:** Gir leiteiro, produção de leite, CCS, glândula mamária.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduando em Zootecnia, FAZU, Uberaba-MG; [lucasmv\\_74@hotmail.com](mailto:lucasmv_74@hotmail.com)

2 Co-Orientador: Professora na Universidade Estadual de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia - GO.

3 Colaborador: Doutorando em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal, UFJF, Juiz de Fora - MG.

4 Colaborador: Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais, Uberaba – MG.

5 Orientador: Pesquisador do Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP; [lenira@iz.sp.gov.br](mailto:lenira@iz.sp.gov.br).



## **ABSTRACT**

Milk production is one of the major livestock activities carried out in the world. Brazil is the main South America's producer and the sixth largest producer in the world. About 47% of production comes from small producers, in that 70% are of breed Girolando cattle, based on the Gir and Holstein crosses. One of the main problems affecting the milk production is mastitis, an infection in the mammary gland. In recent years the use of Infrared Thermography (IRT) has been studied in animal production, such as in the diagnosis of Subclinical Mastitis. The objective of the present study was to evaluate the use of IRT to predict Subclinical Mastitis of Gir dairy cows. Thermographic images of the udder (right and left side) were undertaken as well as milk samples for analysis of SCC and rectal temperature of animals at days in milk 7, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120. Increasing in udder temperatures (IRT) were affected significantly ( $P > 0.01$ ) by body temperature of the animal. The increase in the number of somatic cell score influenced ( $P > 0.05$ ) the IRT of the right udder and right udder's central region. The IRT proved efficient in the detection of the temperature variations of the animal, but for more accurate results it is required future studies.

**Keywords:** Dairy Gir, milk production, SCC, mammary gland.

## **1. INTRODUÇÃO**

A produção de leite é uma das principais produções agrícolas mundiais e, segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, órgão da ONU, em um levantamento de 2016, cerca de 150 milhões de propriedades estão envolvidas com a produção leiteira, principalmente em países em desenvolvimento, onde em sua maioria são identificados como pequenos produtores, trabalhando com a produção pelo rápido retorno financeiro (JUNG; MATTE JÚNIOR, 2017). Na América do Sul em 2017 a produção de leite teve um crescimento de 2,7%. O Brasil, maior produtor de leite da América do Sul e sexto maior produtor mundial, foi marcado por um aumento na produção de leite, com uma produção anual de 35 mil toneladas do produto (FAO, 2018).

No Brasil, cerca de 47% da produção de leite é proveniente de pequenos produtores (ZOCCAL, 2017). Entretanto, desde 1950 a produção de leite deixou de ser praticada para subsistência e tomou escalas de produção de destaque (BORTOLETO; WILKINSON, 2000). O



**12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018**  
**01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-145-5**

aumento crescente da produção de leite no Brasil se deve aos avanços tecnológicos, nutricionais, genéticos, e de manejo (GAMA; TONHATI, 2011). O cruzamento de fêmeas mestiças leiteiras Holandês X Gir representa hoje a maior parte do rebanho brasileiro (FACÓ et al., 2002), sendo responsável por 70% de toda a produção leiteira (EMBRAPA, 2015). Entretanto, o Brasil é reconhecidamente um dos maiores produtores de gado leiteiro tropical, onde a raça Gir leiteiro desempenha grande importância nestes cruzamentos.

Um dos principais problemas enfrentados na atividade leiteira é a mastite, que é uma infecção na glândula mamária, levando à modificação na composição do leite e à redução na produção (BRAMLEY et al., 1996). Manifesta-se na forma clínica, apresentando sinais clínicos, como edema de úbere e grumos no leite e, na forma subclínica, onde os sinais não são visíveis, sendo possível seu diagnóstico por meio de exames, como a contagem de células somáticas (CCS) e o “California Mastitis Test” (CMT) (BARBOSA et al., 2002), em que o CMT é comumente realizado nas propriedades rurais, enquanto o CCS se restringe a laboratórios.

A mastite é um dos principais fatores, se não o principal, causando prejuízos aos produtores, afetando também laticínios. Seus prejuízos vão desde a redução da produção leiteira, descarte do leite, gastos excessivos com tratamentos, assistência médica ao animal e descarte precoce do animal (TOZZETI; BATAIER NETO; ALMEIDA, 2008). Segundo Magalhães et al., (2006), as perdas econômicas causadas pela mastite podem variar de 1,02 a 21,15% na produção. As perdas estão mais ligadas à ocorrência da mastite clínica, porém a mastite subclínica merece uma atenção maior do produtor uma vez que não apresenta sinais clínicos visíveis e sua contaminação acontece na sala de ordenha ou no ambiente (MÜLLER, 2000).

A termografia infravermelha é uma técnica de precisão moderna utilizada para a visualização do perfil térmico, gerando uma radiação do espectro luminoso. Essa radiação se dá em função da temperatura superficial do corpo permitindo à câmera calcular e expor a temperatura (KNÍZKOVÁ et al., 2007). É uma ferramenta muito útil pois detecta alterações do fluxo sanguíneo e a alteração da temperatura corporal com precisão (STEWART, 2005), podendo ser empregada em estudos onde ocorre a alteração da temperatura superficial do animal em função de alguma resposta às inflamações ou infecções (MONTANHOLI et al., 2015).

A TIV vem sendo utilizada em propriedades leiteiras (BALAS, 2009), como na Suíça, onde foi utilizada em algumas propriedades para a predição de dermatite digital (ALSAAOD et al., 2014). No Brasil a TIV foi empregada em estudos para a detecção do estresse calórico em bovinos leiteiros (DALTRO et al., 2017) e para a predição da mastite subclínica, onde apresentou resultados satisfatórios (DIGIOVANNI, 2014). Porém para que se possa estabelecer o uso da



mesma é preciso levar em consideração fatores externos como horário de realização, condições ambientais e manejo, pois os mesmos podem interferir nos resultados (VICENTINI, 2018).

Objetivou-se no presente estudo avaliar o uso da Termografia Infravermelha, na predição de mamite subclínica de vacas da raça Gir leiteiro.

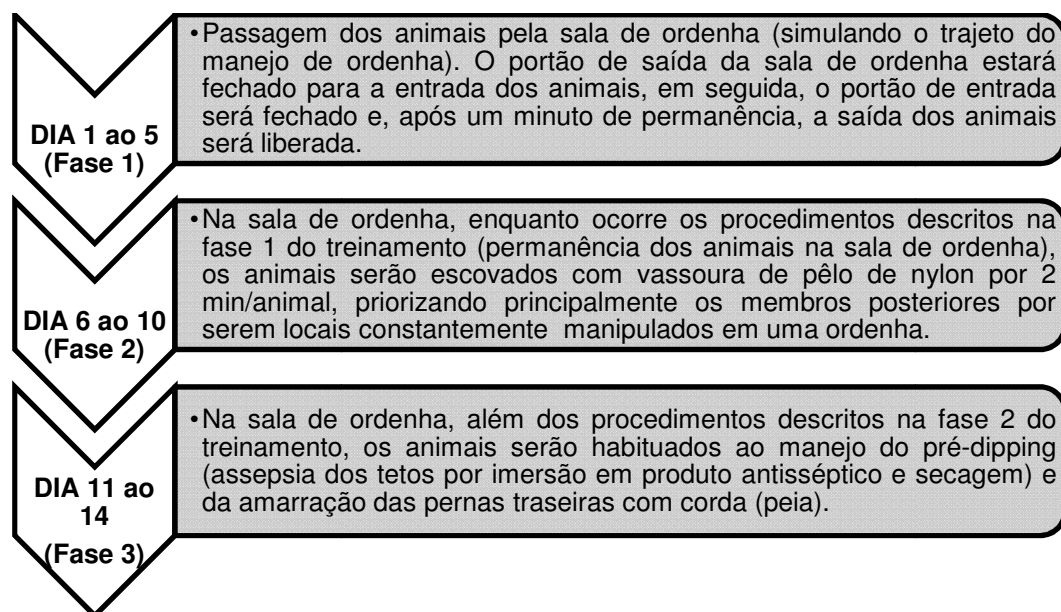
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental Getúlio Vargas da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba – MG.

Durante o período experimental, as temperaturas ambientais (T) assim como as umidades relativas (UR) do ar foram coletadas de uma base meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada em Uberaba, na Latitude: -19.710028º e Longitude: -47.961889º, e, a partir delas, foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), conhecido também como índice de conforto térmico, através da fórmula proposta por Thom (1959) expressa na Equação 1:

$$ITU = \{0,8 \times T + (\%UR/100) \times (T - 14,4) + 46,4\} \quad (1)$$

Foram utilizadas 23 vacas primíparas da raça Gir Leiteiro, com idade entre 35 a 47 meses, manejadas em sistema de semi-confinamento com silagem de milho, sal e água *ad libitum* durante os meses de agosto a outubro e a pasto com *Brachiaria decumbens* durante os meses de outubro a dezembro de 2017. Os animais foram distribuídos homogeneamente em dois grupos experimentais, controle e afago. O grupo denominado de afago, recebeu manejo específico na sala ordenha no período do pré-parto (Figura 1). Os animais do grupo controle não receberam nenhum tipo de manejo.



**Figura 1.** Organograma do processo do treinamento no período pré-parto das novilhas Gir em sala de ordenha.

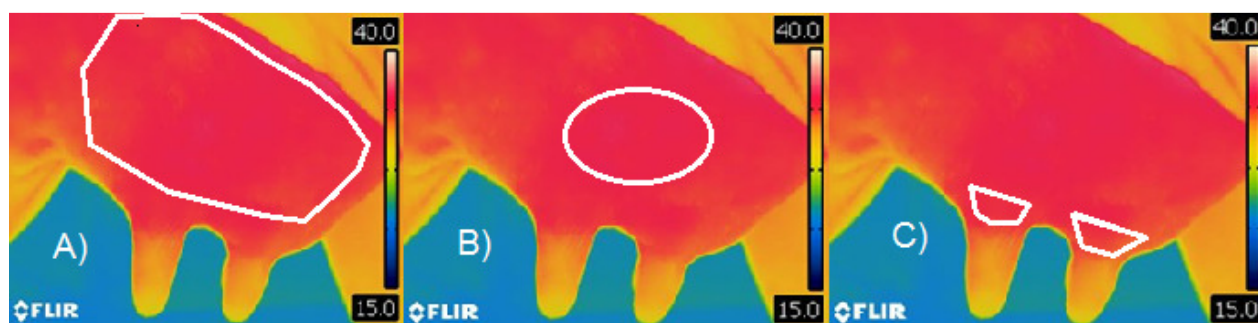
As vacas foram ordenhadas, duas vezes por dia, em sala de ordenha mecânica com fosso. O manejo da ordenha consistia inicialmente na contenção dos animais com peia e pré-dipping. No momento da ordenha os bezerros eram levados até a presença da mãe para estimular a descida do leite. O pós-dipping não era realizado uma vez que os bezerros mamavam o leite residual e o reservado em um quarto.

Utilizando álcool 70% para a desinfecção dos tetos e luvas foi realizada coleta de amostras homogêneas de todos os tetos em coletor universal estéril e destinadas às análises para CCS. As amostras de leite foram analisadas no Laboratório de Fisiologia Animal, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP). A contagem de células somáticas foi realizada em lâminas selenizadas, com o esfregaço de 1  $\mu$ L de leite imediatamente após a coleta (em duplicata) e posteriormente submetidas ao fixador de Carnoy's; hidratadas com álcool etílico e água destilada; coradas com Verde de metila e pironina Y (PYMG) e imersas em álcool e água novamente. Para a contagem utilizou-se microscópio óptico comum com objetiva de imersão e contados 50 campos por esfregaço de cada animal, somando 100 campos.

Os registros de fotos termográficas infravermelha (TIV) foram realizados por meio de uma câmera termográfica comercial (FLIR T420) após a imobilização das pernas traseiras dos animais pela peia. Para o registro da TIV, foi considerada uma distância de 70cm do úbere do animal, e as fotos foram registradas tanto do lado esquerdo quanto do lado direito do úbere de cada animal. A

TIV foi realizada aos 7º, 15º, 30º, 45º, 60º, 75º, 90º, 105º e 120º dias de lactação, durante a primeira ordenha, na parte da manhã, totalizando 114 informações por característica.

As imagens termográficas (TIV) foram analisadas com o Software ReseacherIR 4, considerando-se duas regiões do úbere: região inteira do úbere, região central do úbere esquerda e direita (Figura 2), além das inserções dos tetos (anterior esquerdo, anterior direito, posterior esquerdo e posterior direito) e obtidas as temperaturas máximas, mínimas e médias, desvio padrão de cada região. Para as análises estatísticas foram consideradas apenas as temperaturas máximas de cada região com o intuito de mitigar a influência ambiental externa (e.g partículas sólidas, sujeira, partículas líquidas) que pode mascarar os valores de temperatura interpretados pelo software.



**Figura 2.** Regiões da imagem analisadas. A) úbere; B) centro do úbere, C) Inserção dos tetos

Após o registro de TIV também foram mensuradas as temperaturas retais (TR) com auxílio de termômetro digital comercial. As coletas de leite e de TR também foram realizadas nos mesmos dias que as TIV.

As análises de variância foram realizadas por meio de modelos lineares mistos, usando o procedimento MIXED (SAS® Institute, INC., Cary, NC). As características analisadas como variáveis dependentes foram as de temperaturas do úbere (direito e esquerdo), Temperaturas do centro do úbere (direito e esquerdo), Temperaturas dos Tetos (anterior direito, anterior esquerdo, posterior direito e posterior esquerdo).

Para cada característica analisada os efeitos incluídos no modelo foram os efeitos do tratamento (grupo afago ou controle), dia em lactação (7, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 dias) como efeitos classificatórios e os efeitos de ITU, TR e escores de células somáticas (ECS) como covariáveis (efeitos lineares). O ECS foi obtido após a transformação logarítmica da contagem de



células somáticas, por meio da fórmula proposta por Shook (1982),  $ECS = \log_2(CCS/100) + 3$ , uma vez que a CCS não apresenta distribuição normal. Após a transformação, os valores de ECS variaram de 0 a 9. O efeito de vaca foi considerado como aleatório e a estrutura de covariâncias foi a CS (Simetria composta) para todas as características analisadas. Os níveis de significância considerados nas análises foram de 5% e 1%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, os tipos de manejos empregados nas vacas (controle e afago) não demonstraram influência ( $P > 0,05$ ) sobre as características estudadas. Este resultado, mesmo não demonstrando diferença, é um importante manejo a ser implementado em sistemas de produção de bovinos leiteiros, uma vez que está relacionado diretamente com o bem-estar animal e à facilidade de manejo na sala de ordenha.

O índice de temperatura e umidade relativa aparentemente não demonstraram grande influência sobre as características avaliadas (ITU). Entretanto, quando avaliada a região do úbere esquerdo, a temperatura da imagem termográfica foi influenciada pelo ITU ( $P > 0,05$ ). Isso pode ter ocorrido devido há uma série de fatores, como por exemplo, horário do dia da execução das imagens e insolação no momento da imagem. Porém, por este estudo ser baseado em resultados parciais, novas análises estão sendo realizadas para uma discussão mais aprofundada sobre esta característica.

A TR mostrou efeito significativo ( $P < 0,01$ ) para todas as características de TIV analisadas (Tabela 1).

Outros autores já descreveram a correlação positiva entre a TIV e a TR em estudos com infecção experimental de glândulas mamárias saudáveis em vacas taurinas. Hovinen et al. (2008), ao utilizar a TIV como auxiliar no diagnóstico de mastite clínica após instalar um protocolo de infecção experimental com *E. coli* LPS na glândula mamária de animais saudáveis, observaram que os animais demonstraram aumento de temperatura corporal (TR) após 2h da instalação da infecção. Já Scott et al. (2000) e Polat et al. (2010) observaram um aumento de até 2,3°C e 2,35°C, respectivamente, na temperatura do úbere aferida pela TIV, corroborando com os resultados identificados no presente estudo.

O aumento da temperatura retal ocorre devido ao aumento da temperatura corpórea. Este fato está relacionado com a instalação do processo infeccioso na glândula mamária, pois os



patógenos possuem ação pirógena exógena através da produção de citocinas na glândula mamária, o que leva ao aumento da temperatura corporal através do hipotálamo (McGAVI e ZACHARY, 2007). O aumento da temperatura corpórea é um dos mecanismos de defesa do organismo, em resposta a estímulos de agentes patógenos que se instalam no animal (AZEVEDO e ALVES, 2009).

**Tabela 1.** Estimativas dos coeficientes de regressão e desvios-padrão para ITU, TR e ECS, em relação a TIV

	ITU	TR	ECS
<b>Temperatura do úbere (TIV)</b>			
Úbere direito	ns	0,77±0,15**	0,18±0,08*
Úbere esquerdo	0,06±0,03*	0,75±0,15**	ns
<b>Temperatura do centro do úbere (TIV)</b>			
Úbere direito	ns	0,78±0,16**	0,19±0,08*
Úbere esquerdo	ns	0,91±0,18**	ns
<b>Temperatura da inserção do Teto (TIV)</b>			
Teto anterior direito	ns	0,92±0,16**	ns
Teto anterior esquerdo	ns	0,74±0,17**	ns
Teto posterior direito	ns	0,78±0,18**	ns
Teto posterior esquerdo	ns	0,83±0,18**	ns

\*significativa ao nível de 5% ( $P<0,05$ ); \*\* significativo ao nível de 1% ( $P<0,01$ ); ns= não significativo; ITU: Índice de Temperatura e Umidade; TR: temperatura retal; ECS1: escore de células somáticas; TIV: Termografia infravermelha.

A correlação ente o aumento das temperaturas dos testos e úbere mensuradas pela TIV com o ECS apresentou efeito significativo ( $P<0,05$ ) apenas para úbere direito e região central do úbere direito (Tabela 1) demonstrando, desta forma, alguma associação com a mastite subclínica. Como neste experimento os animais não foram desafiados, ou seja, não foram inoculados para apresentarem a doença, e como em média, os animais apresentaram baixos valores de contagem de células somáticas, pode ser uma explicação para não ocorrer associação entre ECS e as TIV para todas as características analisadas.

Polat et al. (2010) ao estudar a mastite subclínica em animais leiteiros, em sistema de confinamento “Compost Barn”, também identificaram correlação positiva entre a TIV e o ECS ( $r = 0,73$ ), assim como com o CMT ( $r = 0,86$ ).

A mastite subclínica é caracterizada pelo aumento na contagem de células somáticas (acima de 200.000 cel/mL) (SCHUKKEN et al, 2003), devido ao fluxo de leucócitos para a glândula mamária (SEARS E McCARTHY, 2003). As células somáticas tem origem de tecido glandular de





descamação ou de leucócitos polimorfonucleares, desta forma os leucócitos presentes no leite após a penetração microbiana estão diretamente relacionados ao grau da inflamação (VIRGUIER et al., 2009).

A CCS é considerada o melhor indicador da resposta inflamatória da glândula mamária, pois está associada a perda na produção e alteração nas propriedades das características do leite (HAMANN et al, 2005). Entretanto, o aumento da CCS não é necessariamente o único fator a ser levado em consideração para a identificação da mastite subclínica. Na realidade, a sanidade da glândula mamária precisa ser baseada também na microbiota presente na mesma (HAMANN et al., 2005). A infecção da glândula mamária devido a microbiota presente deve também ser associada não somente ao CCS, como também ao CMT (SARGEANT et al., 2001).

Os estudos na área de sanidade da glândula mamária são uma realidade há muitos anos, haja vista que a mastite é a principal intercorrência que acomete o gado leiteiro, gerando perdas econômicas importantes. A detecção precoce da mastite é importante para o sucesso do tratamento e para a redução de perdas econômicas e biológicas (SARGEANT et al., 1998). Biomarcadores e testes nas propriedades para o diagnóstico da mastite subclínica estão disponíveis no mercado porém, nenhum com acurácia totalmente perfeita (POLAT et al., 2010). Em nossos estudos, propusemos a utilização de uma técnica não invasiva, utilizando diferentes variáveis para a identificação da mastite subclínica, através da TIV. Entretanto, para o presente resumo, apresentamos apenas os resultados referentes a ITU, TR, ECS correlacionados com o aumento da temperatura frente a TIV.

#### **4. CONCLUSÃO**

A TIV se mostrou eficiente na detecção das variações de temperatura da glândula mamária em vacas da raça Gir leiteiro quando correlacionada com a temperatura retal e escore de células somáticas, mostrando-se ser um promissor método no diagnóstico de mastite subclínica. Entretanto, novas análises estão sendo realizadas, com o objetivo de se padronizar a TIV como método preditor de mastite subclínica.



## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp - Projeto 2015/24174-3) pelo financiamento do estudo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa concedida.

## 6. REFERÊNCIAS

ALSAOD M.; SYRING C.; DIETRICH J.; DOHERR M.G.; GUJAN T.; STEINER A.A. A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. **Vet. J.** 199, 281-285, 2014.

AZEVEDO, Danielle Maria Machado Ribeiro; ALVES, Arnaud Azevêdo. Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos. **Embrapa Meio-norte**, Teresina-PI, 83 p. 2009.

BALAS C. Review of biomedical optical imaging - a powerful, non-invasive, nonionizing technology for improving in vivo diagnosis. **Measurement Science & Technology**.2009; 20: 104020.

BARBOSA, Cristiano Pereira et al. Relação entre a contagem de células somáticas (CCS) e os resultados do "California Mastitis Test" (CMT), no diagnóstico de mastite bovina. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 1, p.93-102, 2002.

BORTOLETO, E; e WILKINSON, J. Competitividade, inovação e demandas tecnológicas no sistema agroindustrial do Mercosul ampliado - lácteos. Anais... **Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, 38, 2000, Rio de Janeiro-RJ. Anais. SOBER, 2000.

BRMLEY, A. J.; CULLOR, J. S.; ERSKINE, R. J.; FOX, L. K.; HARMON, R. J.; HOGAN, J. S.; NICKERSON, S. C.; OLIVER, S. P.; SMITH, K. L.; SORDILLO, L. M. 1996. Current concepts of bovine mastitis. **National Mastitis Council**, Madison, p. 1-3.

DALTRO, D. S, FISCHER, V.; ALFONSO, E.P.; DALSIN, V.C.; STUMPF, M.T.; KOLLING, G.J.; SILVA, M.V.G.B.; McMANUSS, C. Infrared thermography as a method for evaluating the heat tolerance in dairy cows. **R. Bras. Zootec.**, 46(5):374-383, 2017.

EMBRAPA. 1.4.1 – **Sistemas de Produção de vacas mestiças** - Embrapa Gado de Leite. 2015. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/sistemaproducao/141-vacas-mesti%C3%A7>>

FACÓ O., LÔBO R. N. B, MARTINS F. R., MOURA A. A. *Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês-Gir no Brasil*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2002;31:1944-1952.

FAO. **Dairy Market Review**. Roma, Abril 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/dairy-production-products/en/#.V3AZwbgrLIV>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

GAMA, M.; TONHATI, H. **Melhoramento genético em gado leiteiro com ênfase na reprodução**. 2011. Disponível em: <<http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/melhoramento-genetico-em-gado-leiteiro-com-enfase-na-reproducao>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

HAMANN, J., R.; REDETZKY; Grabowski, N. Th .Diagnostic potential of the California mastitis test to detect subclinical mastitis. Pages 15–21 in Mastitis Newsletter 26. H. Hogeveen, ed. International Dairy Federation, Brussels, Belgium, 2005.

JUNG, Carlos Fernando; MATTE JÚNIOR, Alexandre Aloys. Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Revista de História e Geografia Agora**, Santa Cruz do Sul, v.



**12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018**  
**01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-145-5**

19, n. 1, p.34-47, jun. 2017. Semestral. Disponível em:  
<<https://online.unisc.br/seer/index.php/agora/article/viewFile/8446/6126>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

KNÍZKOVÁ, I.; KUNC, P.; GURDIL, G. A. K.; PINAR, Y.; SELVI, K. C. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of the Faculty of Agriculture**, v22, p. 329-336, 2007.

Mc DOUGALL, S. Prevalence of clinical mastitis in 38 Waikato dairy herds in early lactation. **N. Z. Veet. J.** v. 47, p. 143-149., 1999.

Mc GAVIN, D. E ZACHARY, J.F. 2007. Pathologic basis of veterinary disease.4<sup>th</sup> ed. Mosby Elsevier, St. Louis, MO.

MAGALHÃES, H.R.M.; EL FARO, L.; CARDOSO, V.L.; PAZ, C.C.P.; CASSOLI, L.D.; MACHADO, P.F. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p.415-421, 2006.

MONTANHOLI, Yuri R. et al. Technological, environmental and biological factors: referent variance values for infrared imaging of the bovine. **Journal Of Animal Science And Biotechnology**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.2-16, 12 jun. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/s40104-015-0027-y>.

MÜLLER, E.E. Profilaxia e controle da mastite. In: **Workshop sobre Produção e Qualidade do Leite**, 2, 2000, Maringá. Anais... Maringá. p.10-13, 2000.

SARGEANT, J. M., K. E.; SHIRLEY, L.J.E.; PULKRABEK, B.J.; LIM, G.H. Sensitivity and specificity of somatic cell count and California Mastitis Test for identifying intramammary infection in early lactation. **J. Dairy Sci.** v. 84, p. 2018–2024, 2001.

SARGEANT, J. M., H. M.; SCOTT, K. E.; LESLIE, M. J. IRELAND, M.J.; BASHIRI, M. Clinical mastitis in dairy cattle in Ontario: Frequency of occurrence and bacteriological isolates. **Can. Vet. J.** v.39, p. 33–38, 1998.

SCOTT, S. L., SCHAEFER A. L.; TONG A. K. W.; LACASSE P. **Use of infrared thermography for early detection of mastitis in dairy cows**. In Proc. CSAS Annual Meeting, Winnipeg, MB, Canada, 2000.

SHOOK, G.E. **Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability**. In: NAT. MAST. COUNCIL ANN. MEET. (21.: 1982: Pennsylvania). Proceedings... Madison: Nat. Mast. Council, 1982. P.150-166.

SEARS, P. M.; McCARTHY, K.K. Diagnosis of mastitis for therapy decisions. **Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.** v. 19, p. 93–10, 2003.

STEWART, M.; WEBSTER, J.R.; SHAEFER, A.L.; COOK, N.J.; SCOTT, S.L. Infrared Thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. **Anim Welf.** Hamilton, v.14, n.4, p.319 – 325, 2005.

SCHUKKEN, Y.H.; WILSON, D.J; WELCOME, F.; GARRISON-TIKOFSKY, L.; GONZALEZ, R. N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Vet. Res.** v. 34, p. 579–596, 2003.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise** v.12, p.57-61, 1959.

TOZZETI, D. S.; BATAIER NETO, M.; ALMEIDA, L. R. Prevenção, controle e tratamento das mastites bovinas. - Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 6, n. 10, p.1-7, jan. 2008.

VICENTINI, R. R. **Avaliação de técnicas de precisão como indicadores de estro em novilhas Gir Leiteiro**. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Zootecnia APTA/SAA, Nova Odessa, SP

VIGUIER, C., ARORA, S.; GILMARTIN, N.; K. WELBECK, K.; O’KENNEDY, R.. Mastitis detection: Current trends and future perspectives. **Trends Biotechnol.** v. 27, p. 486–493, 2009.

ZOCCAL, R. **A força do agro e do leite no Brasil**. 2017. Disponível em:  
<<http://www.baldebranco.com.br/forca-agro-e-leite-no-brasil/>>. Acesso em: 28 jun. 2018.