

TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO MÉTODO AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO DA MASTITE EM VACAS LEITEIRAS

ALVES, Lizandra Evangelista¹

¹ Acadêmica do curso de Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT

ABREU, Hudson Felipe Porto²

² Médico Veterinário especialista e docente pela Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT

RESUMO

A mastite é uma doença de extrema importância na pecuária leiteira devido ao grande número de casos e prejuízo econômico causado. A enfermidade caracteriza-se pela inflamação da glândula mamária que causa alterações no tecido e leite e pode se apresentar na forma clínica e subclínica. Há diversas formas de diagnóstico e a termografia infravermelha pode ser um método auxiliar de grande valia, pois devido a ser um método não-invasivo reduz o estresse animal, possui um valor acessível, fácil realização a campo e é eficaz na localização da inflamação. Entretanto, não é capaz de identificar o agente etiológico, não devendo por isso ser usada de forma isolada. Também é necessário se atentar à temperatura ambiental, umidade relativa do ar e fase reprodutiva do animal, uma vez que podem interferir nos resultados. O objetivo desse trabalho é realizar uma revisão de literatura sobre a utilização da termografia infravermelha no diagnóstico de mastite em vacas leiteiras.

Palavras-chave: diagnóstico por imagem, glândula mamária, lactação, bovinocultura

Linha de pesquisa: Clínica médica veterinária

ABSTRACT

Mastitis is a disease of great importance in dairy farming due to the large number of cases and economic damage it can cause. The disease is characterized by

inflammation of the mammary gland that causes changes in tissue and milk and can present in clinical and subclinical form. There are several forms of diagnosis, and infrared thermography (TIV) can be an auxiliary method of great value, because in addition to being a non-invasive method reducing the stress to which the animal would be subjected, it has low cost, easy performance, can be performed in the field and is effective, as it shows where the inflammation is located, however, it is not able to identify the etiological agent, therefore, it should not be used in isolation. It is also necessary to pay attention to the ambient temperature, relative humidity and the reproductive phase of the animal, since they can interfere with the results. The objective of this work is to point out the advantages and disadvantages of using TIV in dairy cows

Keywords: diagnostic imaging, mammary gland, lactation, bovine culture

1. INTRODUÇÃO

A inflamação da glândula mamária é chamada de mastite e causa alterações no tecido e no leite (CONSTABLE et al, 2017; REECE, 2017). A maior parte dos casos são de infecções bacterianas, mas fungos, leveduras e algas também podem ser os agentes etiológicos (SMITH, 2015). Por ser uma doença muito comum na pecuária leiteira causa grandes impactos econômicos (LOPES et al, 2012; BORTOLAMI et al 2015) e também afeta o bem-estar animal (CONSTABLE et al, 2017).

A mastite pode ser classificada em clínica ou subclínica. Na forma clínica na qual além das alterações observadas no leite, o animal apresenta sinais locais, podendo também haver a manifestação sistêmica da doença dependendo do quadro, enquanto na mastite subclínica a vaca não apresentará sinais clínicos (SMITH, 2015; CONSTABLE et al 2017), porém, há alterações no leite (VIANA et al, 2010).

Para o diagnóstico, exames como cultura, reação em cadeia da polimerase (PCR), ensaio de imunoabsorção enzimática (ELISA), contagem de células somáticas (CCS), *California mastitis test* (CMT) (DUARTE et al, 2015), teste da caneca (EMBRAPA, 2012) e a termografia infravermelha (TIV), podem ser utilizados (POLAT et al, 2010).

Este último consiste na utilização da câmera termográfica que possui a capacidade de captar a luz infravermelha emitida pelo corpo do animal, transformando-a em impulsos elétricos que serão convertidos em imagens (NAHM, 2013; GODYN; HERBUT; WALCZAK, 2013).

A TIV é um método não invasivo (POLAT et al, 2010) que pode ser realizado a campo (ROBERTO; SOUZA, 2014), possui baixo custo e fácil manuseio (MCMANUS et al, 2016). O operador da câmera termográfica deve estar atento à fase reprodutiva da vaca (DEAK et al, 2019), temperatura ambiental e umidade relativa do ar, pois estes fatores podem interferir nos resultados (COLAK et al, 2015; COSTA, 2019)

O presente trabalho tem como objetivo fazer descrever o uso da termografia infravermelha como método de diagnóstico para a mastite em vacas leiteiras.

2. DESENVOLVIMENTO

A mastite é uma doença caracterizada pela inflamação da glândula mamária e alterações físicas, químicas e organolépticas do leite (CONSTABLE et al, 2017), sendo que na maior parte dos casos os agentes etiológicos são bacterianos, mas também podem ocorrer por meio de leveduras, fungos e algas (SMITH, 2015). Esta enfermidade é amplamente estudada devido ao grande número de animais acometidos e dos prejuízos gerados na para pecuária leiteira devido a queda na produção, gastos com medicamentos, atendimento veterinário e métodos diagnósticos, além do risco de óbito (LOPES et al, 2012).

Zimmerman; Araújo (2017) realizaram a cultura de 44 amostras e observaram a prevalência disposta na Tabela1.

TABELA 1: número e porcentagem de cada bactéria encontrada nas amostras analisadas

Micro-organismos	Número	%
<i>Staphylococcus spp</i>	23	58,97
<i>Streptococcus spp</i>	13	33,33
<i>Enterococcus spp</i>	05	12,82
<i>Bacillus spp</i>	04	10,25

<i>Escherichia coli</i> spp	02	5,12
<i>Yersinia</i> spp	01	2,56
<i>Klebsiela</i> spp	01	2,56

Fonte: Zimmerman; Araújo 2017

Existem duas classificações da doença, a clínica e a subclínica. Na mastite clínica a vaca irá apresentar sinais como úbere edemaciado e quente, presença de sangue e flocos de caseína no leite, a toxemia pode causar sinais sistêmicos como a hipertermia, inapetência, anorexia, taquipnéia, taquicardia, hipomotilidade ruminal e decúbito. Na mastite subclínica não há manifestação clínica sistêmica, sendo observada somente através de exames para o diagnóstico da doença (SMITH, 2015; CONSTABLE et al, 2017), entretanto, observam-se alterações no leite, como aumento no CCS e alteração nos teores de caseína, lactose, gordura e cálcio (VIANA et al, 2010).

Há diversos meios de diagnóstico para a enfermidade, alguns exemplos são a cultura, reação em cadeia da polimerase (PCR), ensaio de imunoabsorção enzimática (ELISA), contagem de células somáticas (CCS), *California mastitis test* (CMT) (DUARTE et al, 2015), outra forma de detecção da mastite é descartar os jatos iniciais de leite em uma caneca de fundo preto ou outro recipiente adequado como a caneca telada (EMBRAPA, 2012), e há também a termografia infravermelha (TIV) um método promissor no diagnóstico da mastite, bem como para a avaliação da saúde do úbere (POLAT et al, 2010).

A TIV é uma técnica amplamente usada na medicina humana, na engenharia e na área militar, porém, faz poucos anos que começou a ser utilizada na medicina veterinária (FERREIRA, 2016), mas se mostra com uma boa ferramenta para auxiliar no diagnóstico de diversas enfermidades como afecções dermatológicas (POIKALAINEN et al, 2012) inflamações associadas a claudicações (ALSAAD et al, 2015), complexo de doenças respiratórias (SCHAEFER et al 2012) febre aftosa (GLOSTER et al, 2011), e mastite (KUNC et al, 2007; POIKALAINEN et al 2012; NOGUEIRA et al, 2013; METZNER et al, 2014; COSTA, 2019). A técnica é baseada na absorção e emissão de raios infravermelhos devido a agitação das moléculas, que são detectados pela câmera termográfica e convertida em impulsos elétricos que irão formar imagens digitais na qual as cores variam conforme a intensidade dos raios (NAHM, 2013; GODYN; HERBUT; WALCZAK, 2013).

A avaliação pode ser de forma individual ou em grupos, mesmo com os pacientes em movimento, e há também a possibilidade da instalação de câmeras fixas, permitindo a monitoração constante dos animais, sendo de extrema importância para avaliar o bem-estar animal e caso haja alterações devido a alguma enfermidade, consegue-se obter um diagnóstico precoce (CHACUR, 2016), o fato de não haver necessidade de nenhum método de contenção física ou química para a realização da TIV diminui a carga de estresse a que o animal seria submetido (SCHAEFER et al, 2012; CILULKO et al, 2013; ROBERTO; SOUZA, 2014) pois é um método não invasivo (POLAT et al, 2010). Existem outras vantagens, como o baixo peso do equipamento (GODYN; HERBUT; WALCZAK, 2013) que possibilita a utilização a campo (ROBERTO; SOUZA, 2014), além de ser um método de baixo custo, rápido e eficaz (MCMANUS et al, 2016).

No momento da realização da termografia, é preciso observar qual a fase reprodutiva em que o paciente se encontra (DEAK et al, 2019), a temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar (COLAK et al, 2015; COSTA, 2019), pois temperaturas elevadas induzem ao estresse térmico e causam vasodilatação periférica e aumento do fluxo sanguíneo para que o animal consiga realizar a troca de calor, o que eleva a temperatura da pele. Devido a isso recomenda-se que a termografia seja utilizada em horários em que a temperatura esteja mais baixa (DALTRO et al, 2017). Outro ponto importante é observar se os úberes estão limpos, pois isso atrapalha a leitura da câmera (METZNER et al, 2014).

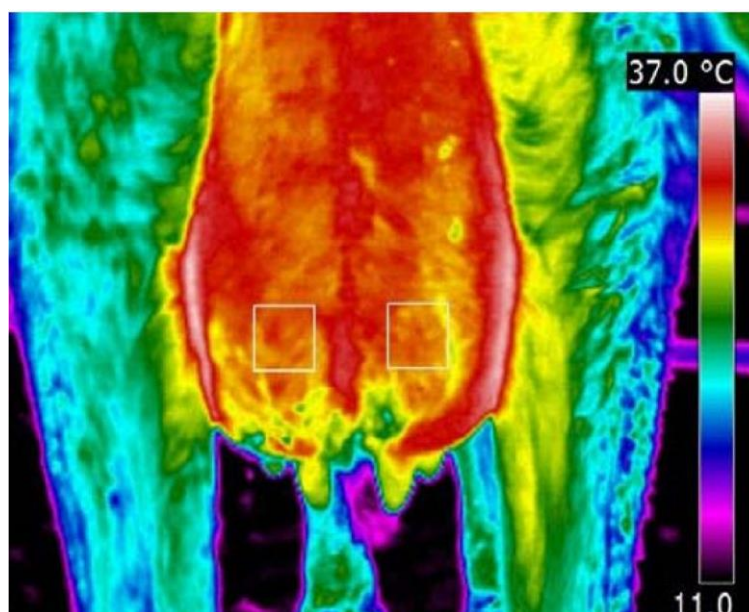
Metzner et al (2014) realizaram um estudo onde foram avaliados apenas os quartos posteriores do úbere, afirmando que os anteriores sofrem uma maior interferência do meio. Todavia, Costa (2019) mostra que o ideal é usar a média, uma vez que se obteve um melhor resultado com base na correlação entre a TIV e o CCS. Nogueira et al (2013) também concordam que as imagens termográficas permitem a identificação de diferentes níveis de temperaturas entres os quartos mamários sadios e os com mastite, permitindo a avaliação do estágio e local da inflamação.

Kunc et al (2007) e Costa (2019) afirmam que o úbere apresenta temperaturas elevadas mesmo em casos onde haja mastite subclínica, embora Porcionato et al (2009) relatam que a elevação da temperatura só ocorreu após a manifestação clínica da enfermidade, o mesmo foi constatado por Pezeshki et al (2011) quando realizaram um estudo para avaliar o uso da termografia em vacas com mastite, para isso utilizaram *Escherichia coli* para induzir a doença nos quartos esquerdos do

úbere, enquanto os direitos eram de controle. A figura 1 representa a imagem termográfica antes da infusão com a bactéria, onde a temperatura apresenta-se normal, enquanto a figura 2 é depois, nessa pode-se observar a elevação da temperatura no quarto esquerdo do úbere.

A termografia possui correlação positiva com o aumento do CCS, portanto, é uma ferramenta útil para auxiliar no diagnóstico (COSTA, 2019). Entretanto, ainda devem ser realizados mais estudos para comprovar a eficácia da TIV no diagnóstico da mastite subclínica, portanto, o CMT e CCS continuam sendo os métodos de eleição (BORTOLAMI et al, 2015).

FIGURA 1 - imagem termográfica do úbere antes da indução de mastite por *E. coli*
Nesta imagem podemos observar que nas extremidades relacionadas ao úbere, a coloração está de amarelo ao vermelho, do qual podemos observar que se refere ao aumento da temperatura em relação aos outros locais mostrados na imagem abaixo, que apresentam temperaturas inferiores e dentro dos parâmetros.

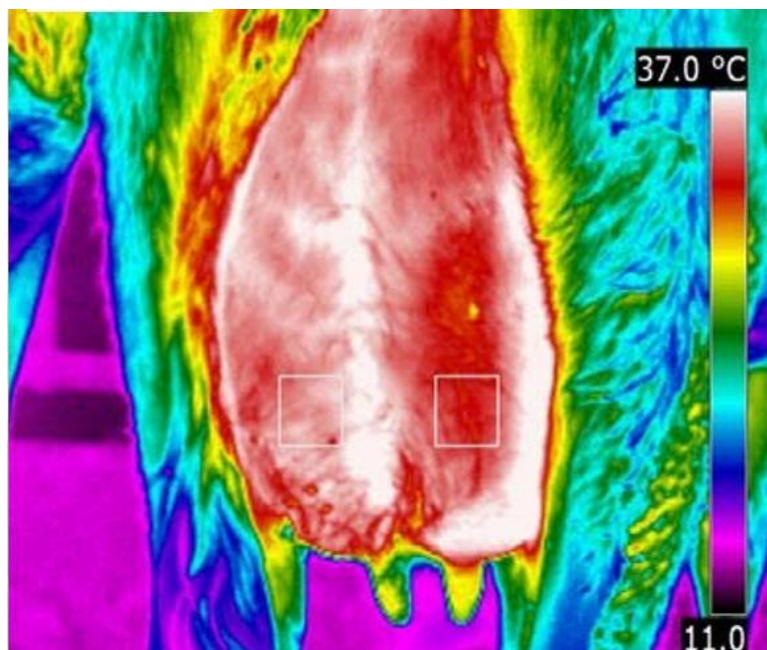


Fonte: PEZESHKI, A. et al.

Figura 2: imagem termográfica do úbere após a indução de mastite por *E. coli* em quartos mamários esquerdos.

Já nesta segunda imagem podemos observar a mudança na coloração do úbere em relação à anterior, que se mostra a coloração do vermelho ao branco, que se estende por quase toda a extremidade do úbere, que demonstra um aumento significativo

após a indução de mastite por *E. coli* nos quatro tetos, mostrando-se também as demais temperaturas inferiores e dentro dos parâmetros.



Fonte: PEZESHKI, A. et al.

Apesar da eficácia em mostrar a inflamação e o local onde ela se encontrar, a termografia não identifica o agente infeccioso (MCMANUS et al, 2016), que seria essencial para escolher um antimicrobiano ao qual o patógeno seja sensível (PYÖRÄLÄ, 2009).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, podemos concluir que através dessa revisão bibliográfica que a TIV é um método não invasivo que pode ser utilizado a campo, diminuindo a carga de estresse do animal, tem baixo custo, é de fácil utilização e se mostra eficaz como uma ferramenta auxiliar no diagnóstico da mastite desde que haja uma correta avaliação da temperatura ambiental, umidade relativa do ar e identificação da fase reprodutiva. Porém, não deve ser utilizada de forma isolada, uma vez que não consegue identificar a causa da doença.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSAAOD, M. et al. The role of infrared thermography as a non-Invasive tool for the detection of lameness in cattle. **Sensors**. v. 15, n 6, jun. 2015. p. 14513-14525 Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/15/6/14513> Acesso em: 13 mai. 2020

BORTOLAMI, A. et al. Evaluation of the udder health status in subclinical mastitis affected dairy cows through bacteriological culture, somatic cell count and thermographic imaging. **Polish journal of veterinary**. v. 18, n 4, 2015. p. 799-805 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26812823/>Acesso em 29 abr. 2020

BRASIL Embrapa gado de leite. **Comunicado técnico 66.1** ed. Juíz de Fora, jul. 2012. p.1-2 Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/930354/1/COT66PraticasparacontroledamastiteLeticiaMendoncan66.pdf>Acesso em: 01 mai. 2020

CHACUR, M.G.M. Aplicações da termografia por infravermelho na reprodução animal e bem-estar em animais domésticos e silvestres. **Revista brasileira de reprodução animal**. Belo Horizonte, v. 40, n 3, jul/set 2016. p. 88-94 Disponível em: [http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v40/n3/p08894%20\(RB60\).pdf](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v40/n3/p08894%20(RB60).pdf)Acesso em: 07 mai. 2020

CILULKO, J. et al. Infrared thermal imaging in studies of wild animal. **European Journal of Wildlife Research**.v. 59, 2013. p. 17–23 Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10344-012-0688-1>Acesso em: 04 mai. 2020

COLAK, A. et al. Short Communication:Early Detection of Mastitis Using Infrared thermography in Dairy Cows. **Journal of dairy science**. v. 91, n 11, nov. 2015. p. 4244-4248 Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203020870972X>Acesso em: 28 abr. 2020

CONSTABLE, P.D. et al. **Veterinary medicine** a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 11 ed. Saint Louis: Elsevier, 2017. p. 1904-1984

COSTA, L.B.S. **Termografia como técnica auxiliar na identificação de mastite subclínica**. 2019. 34 p. Monografia – Universidade federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

DALTRO, D.S. Infrared thermography as a method for evaluating the heat tolerance in dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 5, 2017. p.374-383

Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982017000500374&script=sci_arttext)

35982017000500374&script=sci_arttext

Acesso em: 06 mai. 2020

DEAK, F.L.G.B. et al. Effects of physiological stage and season on infrared thermograms of different body areas of dairy cows raised under tropical conditions.

Animal reproduction. v. 16, n 2, abr./jun. 2019. p. 311-316 Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-31432019000200311&script=sci_arttext

Acesso em: 17 mai. 2020

DOMINGUES, P.F. et al. Determinação de gordura, proteína, cobre, ferro, manganês, zinco e contagem de células somáticas no leite de vacas com mastite subclínica.

DUARTE, C.M.; FREITAS, P.P.; BEXIGA R. Technological advances in bovine mastitis diagnosis: an overview. **Journal of veterinary diagnostic investigation**. v. 27, n 6, 2015. p. 665-672 Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1040638715603087>Acesso em: 04 mai. 2020

FERREIRA, K.D. et al. Termografia por infravermelho na medicina veterinária.

Revista enciclopédia biosfera, Goiânia, v. 13, n 23, 2016. p. 1298-1313.

Disponível em:

<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/termografia.pdf>Acesso em 02 mai. 2020

GLOSTER, J. et al. Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. **BMC veterinary research**, London, v. 7, n 73, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/1746-6148-7-73>Acesso em: 12 mai. 2020

GODYN, H.; HERBUT, E.; WALCZAK. Infrared thermography as a method for evaluating the welfare of animals subjected to invasive procedures – a Review. **Annals of animal science**. v. 13, n 3, ago 2013. p. 423-434 Disponível em: <https://content.sciendo.com/view/journals/aoas/13/3/article-p423.xml>Acesso em: 11 mai. 2020

KUNC, P. et al. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. **Agricultura tropica et subtropica**. v. 40, n 1, 2007. p. 29-32 Disponível em: http://www.fabioluzi.it/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/Termografia_Milk.pdfAcesso em: 14 mai. 2020

LOPES, M.A. et al. Avaliação do impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos leiteiros. **Arquivos do instituto biológico**. São Paulo, v. 79, n 4, out./dez. 2012. p. 477-483

MCMANUS, C. et al. Infrared thermography in animal production: an overview. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 123, abr. 2016. p. 10-16. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169916000326>Acesso em: 17 mai 2020

METZNER, M. et al. Infrared thermography of the udder surface of dairy cattle: Characteristics, methods, and correlation with rectal temperature. **The Veterinary Journal**. v. 199, n. 1, 2014. p.57-62 Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023313005443>Acesso em: 07 mai. 2020

NAHM, F.S. Infrared Thermography in Pain Medicine. **The Korean journal of pain**, v. 26, n 3, jul 2013. p. 220-222 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3710935/>Acesso em: 29 abr. 2020

NOGUEIRA, F.R.B. et al. Termografia infravermelha: uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelha. **Revista brasileira de medicina**

veterinária. v. 35, n 3, jul./set. 2013. p. 289-297. Disponível em: <https://docplayer.com.br/68409902-Termografia-infravermelha-uma-ferramenta-para-auxiliar-no-diagnostico-e-prognostico-de-mastite-em-ovelha.html> Acesso em: 12 mai. 2020

PEZESHKI, A. et al. Variation of inflammatory dynamics and mediators in primiparous cows after intramammary challenge with *Escherichia coli*. **Veterinary research**. v. 42, n 15, jan. 2011. Disponível em: <http://www.veterinaryresearch.org/content/42/1/15> Acesso em: 09 mai 2020

POIKALAINEN, V. et al. Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. **Agronomy research**. v. 10, n 16, mai. 2012. p. 187-194 Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123189398> Acesso em: 11 mai. 2020

POLAT, B. et al. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 93, n 8, ago. 2010. p. 3525-3532 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021000370X> Acesso em: 02 mai. 2020

PORCIONATO, M.A.F. et al. Udder thermography of gyr cows for subclinical mastitis detection. **Brazilian journal biosystems engineering**. v. 3, n 3, 2009. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/43/44> Acesso em: 15 mai. 2020

PYÖRÄLA, S. Treatment of mastitis during lactation. **Irish veterinary journal**. v. 62, n 40, abr. 2009. p. 40-44 Disponível em: <https://irishvetjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-0481-62-S4-S40> Acesso em: 07 mai. 2020

REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 13 ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 2017. p. 1554-1557

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal of animal behaviour and**

biometeorology. v. 2, n 3, 2014. p. 73-84 Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/>

viewdoc/download?doi=10.1.1.847.19&rep=rep1&type=pdf Acesso em: 03 mai. 2020

SCHAEFER, A.L. et al. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. **Research in veterinary science**. v. 92, n 2, out. 2012 p. 928-935 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528811003833> Acesso em: 09 mai. 2020

SMITH, B.P. **Large animal internal medicine**. Saint Louis: Elsevier, 2015. p.10151040

VIANA, K.F. et al. Comparação da contagem de células somáticas em leite cru por quatro métodos de coloração. **Acta veterinária brasileira**, v. 4, n. 1, 2010. p. 59-63 Disponível em: <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/1586> Acesso em: 09 mai. 2020

ZIMMERMAN, K.F.; ARAÚJO, M.E.M. Mastite bovina: agentes etiológicos e susceptibilidade a agentes antimicrobianos. **Campo digit@l: revista de ciências exatas e da terra e ciências agrárias**, v. 12, n. 1, jan./jul. 2017. p. 1-7. Disponível em: <http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/2015/934> Acesso em: 10 mai. 2020