

POSSIBILIDADES NA UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NO DIAGNÓSTICO REPRODUTIVO DE CAPRINOS

[Possibilities in the Use of Infrared Thermography in the Reproductive Diagnostic of Goats]

Aracely Rafaelle Fernandes Ricarte^{1*}, Débora Andréa Evangelista Façanha², Leonardo Lelis de Macedo Costa¹

¹ Docente do Departamento de Ciências Animais - UFERSA/Mossoró – Laboratório de Biometeorologia, Bem-estar Animal e Biofísica Ambiental. * Autor para correspondência. E-mail: aracelyrfr@yahoo.com.br.

² Docente do Departamento de Ciências Animais - UFERSA/Mossoró. – Laboratório de Bioclimatologia e Bem-estar Animal.

Resumo - A busca frequente por técnicas para o diagnóstico reprodutivo menos invasivas, sem restrições para sua utilização e de rápida execução é o desejo de muitos profissionais que trabalham com reprodução de caprinos, nesse contexto, a técnica de Termografia Infravermelha surge como uma alternativa para tornar rápido e eficiente o diagnóstico reprodutivo de cabras. Sendo assim, o objetivo da presente revisão foi de expor as possibilidades de aplicação da técnica de Termografia Infravermelha no diagnóstico reprodutivo de caprinos. Foram abordados os aspectos gerais da técnica na detecção de estro, no diagnóstico gestacional, na indicação da proximidade do parto, bem como, alguns pontos relevantes que precisam ser analisados para uma melhor aplicabilidade da técnica.

Palavras-Chaves: cabras; reprodução; técnica termográfica.

Abstract- Frequent search for less invasive techniques for reproductive diagnostics without restrictions on their use and rapid implementation is the desire of many professionals working with goats reproduction, in this context, the technique of Infrared Thermography is an alternative to make fast and efficient reproductive diagnostics of goats. Thus, the purpose of this review was to expose the possibilities of applying the technique of infrared thermography in the reproductive diagnostics of goats. The general aspects of the technique have been discussed in the detection of estrus, in the pregnancy diagnosis, indication for proximity of birth, as well as some important points that need to be analyzed to better applicability of the technique.

Keywords: goats; reproduction; thermographic technique.

INTRODUÇÃO

Poder utilizar um método diagnóstico não invasivo, que não traz desconforto ao animal, pode ser aplicado em qualquer faixa etária e ainda não gera alterações na fisiologia do mesmo, é um desejo de grande parte dos profissionais que necessitam realizar algum diagnóstico reprodutivo.

Nesse contexto, surge como uma possibilidade para esse tipo de aplicação a técnica de Termografia Infravermelha, uma técnica que faz uso da captação da radiação emitida pelos tecidos dos animais que é convertida em imagens termográficas ou termogramas e podem servir como um verdadeiro mapa da temperatura superficial nas diferentes áreas investigadas (Stewart et al., 2005).

Essa temperatura superficial pode apresentar-se alterada em diversas áreas específicas e em épocas ou ocasiões distintas em virtude do metabolismo tecidual, da perfusão sanguínea do local, de alterações inflamatórias e/ou mesmo pela atividade momentânea exigida do tecido. Já tendo sido testada no monitoramento da perfusão sanguínea durante transplantes em suínos, na detecção de estro em porcas e também no diagnóstico de câncer de mama em mulheres (Ribeiro et al., 2012; Scolari et al., 2011; Diakides, 1998).

Embora se tenha grande perspectiva de aplicabilidade dessa técnica nos vários quesitos do diagnóstico reprodutivo, poucos estudos já foram desenvolvidos para que se pudesse haver uma padronização da técnica e também atestar a confiabilidade dos resultados.

Sendo assim, o objetivo da presente revisão foi de expor as possibilidades de aplicação da técnica de termografia infravermelha no diagnóstico reprodutivo de caprinos.

ASPECTOS GERAIS SOBRE A TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Todos os corpos com temperatura acima de -273°C , marca do zero absoluto, emitem radiação infravermelha, com frequência eletromagnética de intensidade proporcional à sua temperatura. Baseada nesta lei da radiação foi que a técnica de termografia infravermelha foi desenvolvida. Esta técnica visa capturar, em imagens digitais realizadas com uma câmera termográfica infravermelha, as diferentes temperaturas radiantes de pontos distintos nos tecidos do corpo, podendo através delas diagnosticar doenças ou mudanças de funções fisiológicas (Koopman, 1980).

Na atualidade a termografia é utilizada corriqueiramente na indústria automobilística, aeronáutica, química e na engenharia civil para aferir tensões térmicas de objetos e medição da distribuição da temperatura das superfícies de equipamentos e estruturas para auxiliar na redução de acidentes (Silva et al., 2010).

Em caráter experimental, na agropecuária, para monitorar as instalações dos animais, elucidar as trocas de calor dos mesmos com o ambiente e monitorar a irrigação de plantações (Oliveira, 2012).

Na medicina humana, no monitoramento de lesões musculares, inflamações de articulações e até mesmo no diagnóstico precoce de alguns tipos de câncer (Sanchez, 2009).

Na medicina veterinária, já foi utilizada no monitoramento da perfusão tecidual de órgãos transplantados, no estudo da termorregulação de animais, bem como no diagnóstico de enfermidades de cascos de alguns ungulados (Ribeiro et al., 2009; Moura et al., 2011; Figueiredo et al., 2012).

Apesar de toda essa aplicabilidade na atualidade, a técnica ainda é bastante subutilizada no âmbito reprodutivo, porém, alguns estudos vem sendo desenvolvidos nessa área em várias espécies e dão subsídios para uma aplicabilidade segura da técnica no futuro, com a espécie caprina praticamente não se verifica na literatura estudos utilizando a termografia infravermelha para o diagnóstico reprodutivo, vejamos a seguir algumas possibilidades de aplicação da técnica para alguns diagnósticos na área reprodutiva de fêmeas caprinas.

NA DETECÇÃO DE ESTRO

As cabras, diferentes de outras espécies mamíferas durante o estro não demonstram uma hiperemia e edemacização da região vulvar considerável, devido a isto, corriqueiramente para detecção do estro na espécie para a realização da inseminação artificial é utilizada a observação do comportamento, porém, em grandes rebanhos essa técnica pode não ser eficiente, pois o tempo de aparecimento dos sinais comportamentais de estro é importante para predizer o momento ideal da inseminação e ter um controle do momento exato que cada animal começou a demonstrar esses sinais é bastante complexo. A alternativa seria a utilização da inseminação artificial em tempo fixo, que por sua vez já apresenta um custo bastante elevado (Castro et al., 1999).

Buscando se testar uma outra alternativa, a técnica de termografia infravermelha foi testada para essa aplicabilidade na espécie suína (Scolari et al., 2011), onde foi percebido uma diferença significativa da temperatura da vulva em relação à temperatura perivulvar, foi percebido que nos momentos pré-ovulação a temperatura da vulva se elevou chegando ao seu máximo no momento da ovulação ($35,6^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$) e declinando rapidamente logo após a mesma ($33,9^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$).

Em experimento realizado pelo Laboratório de Biometeorologia, Bem-estar Animal e Biofísica Ambiental (LABBEA) em parceria com o Laboratório de Bioclimatologia e Bem-estar Animal e Núcleo Pró-Criar de Produção de Pequenos Ruminantes ambos da UFERSA, foi avaliada a diferença entre as temperaturas vulvar e perivulvar utilizando-se a termografia infravermelha em cabras sexualmente maduras da raça Canindé, para isto, as fêmeas tiveram seu estro induzido utilizando-se duas aplicações de $\text{PGF}_2\alpha$ por via intramuscular, com intervalo de sete dias entre elas, o estro das cabras foi diagnosticado pela dosagem de estrógeno plasmático e pela observação do comportamento delas frente a um macho da mesma raça. Foi observada uma média de temperatura vulvar no dia do estro de $35,5 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$ e no dia seguinte ao estro de $34,7 \pm 1,07^{\circ}\text{C}$, com relação à temperatura perivulvar foi observada também uma redução desta temperatura de $34,4 \pm 0,78^{\circ}\text{C}$ no dia do estro para $33,3 \pm 0,85^{\circ}\text{C}$ no dia seguinte (COSTA, UFERSA, dados não publicados). De acordo com Bell et al. (1995), esses achados podem ser decorrentes da elevação do estrógeno plasmático que pode ocasionar vasodilatação e aumentar o fluxo sanguíneo para o útero e demais estruturas do trato reprodutivo, como vagina e vulva, causando uma aumento da temperatura vulvar durante o estro, após a ovulação a temperatura retorna ao normal.

Ainda tentando-se avaliar o diferencial de temperatura de diferentes partes dos corpos das fêmeas caprinas na ocasião do estro, percebeu-se uma elevação da temperatura retal aferida com termômetro digital e temperatura superficial do dorso utilizando-se termômetro infravermelho (COSTA, UFERSA, dados não publicados), essa elevação foi de cerca de 1°C. Na literatura não foi encontrado relato de que o estrógeno elevasse a temperatura corporal, pelo contrário, a elevação da temperatura corporal corriqueiramente é relatada pela elevação dos níveis de progesterona que é conhecida por ser termogênica (Hunter et al., 2006), essa elevação da temperatura retal e superficial dorsal pode ser explicada pela atuação do estrógeno na vasodilatação de pequenos vasos próximos aos sítios de aferição dessas temperaturas, a vasodilatação periférica é utilizada fisiologicamente como mecanismo de termorregulação para proporcionar a perda de calor corporal para o ambiente, por isso se observou a elevação da temperatura nestes locais (Salama et al., 2013). Esse diferencial de temperatura em locais específicos também pode ser utilizado como sinalizador do momento do estro nesta raça, porém para isto, são necessários trabalhos futuros que utilizem equipamentos ainda mais precisos e que sejam controlados alguns parâmetros ambientais para uma menor interferência nos resultados.

NO DIAGNÓSTICO GESTACIONAL

O diagnóstico gestacional na espécie caprina pode ser feito através de técnicas como a radiografia, laparoscopia/laparotomia e ultrassom, porém, alguns efeitos adversos podem ser observados após utilizações repetidas à longo prazo dessas técnicas. Outro aspecto relevante da confirmação da gestação realizada com algumas destas tecnologias é a idade gestacional necessária para o diagnóstico, em algumas ocasiões esse diagnóstico só pode ser dado no segundo terço gestacional, onde muitas vezes já é possível visualizar alguns sinais clínicos da gestação (Yamada & Kozicky, 1998).

A termografia infravermelha pode ser uma alternativa também para um diagnóstico gestacional, pois após a ovulação e formação do corpo lúteo, os níveis de progesterona plasmáticos se elevam ocasionando uma elevação na temperatura retal e superficial ventral, de muitas espécies de animais domésticos (Suyadi & Holtz, 2000). Fêmeas gestantes apresentam uma temperatura corporal mais elevada do que fêmeas não gestantes, primeiro devido ao aumento da progesterona e segundo devido ao calor oriundo do metabolismo dos fetos (Laburn et al., 2002), esse calor pode ser observado através da temperatura superficial da região ventral de cabras Canindé (RICARTE, UFERSA, dados não publicados), em

experimento comparando-se a temperatura superficial da região ventral de cabras gestantes e não gestantes, observou-se uma elevação média de 2°C na temperatura desta região de $32,8 \pm 0,8^\circ\text{C}$ passou para $34,5 \pm 0,7^\circ\text{C}$, a temperatura retal também se elevou de $37,8 \pm 1,2^\circ\text{C}$ para $38,2 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

De acordo com Furtado (2005), a temperatura retal média normal de cabras Saanen aferidas durante o turno da manhã é de $38,7^\circ\text{C}$, esse valor de temperatura retal está acima dos valores encontrados no nosso experimento, no qual os animais ficaram em baias durante todo o período experimental, tendo reduzido sua exposição ao sol e também o exercício físico realizado pelos mesmos, é importante levar em consideração também a temperatura ambiental no momento das aferições que também pode ter influenciado nos resultados.

Todas essas variáveis devem ser minimizadas para uma aferição das temperaturas mais próximas dos valores reais possível, o que requer uma investigação mais acurada para a padronização dos valores para um diagnóstico eficiente.

NA INDICAÇÃO DA PROXIMIDADE DO PARTO

Nas espécies dependentes do corpo lúteo para a manutenção da gestação, como é o caso das cabras, o declínio dos níveis de progesterona decorrente da elevação do cortisol fetal e conseqüente secreção de PGF2 α para luteólise, pode gerar uma queda brusca da temperatura retal e superficial, segundo Domingos et al. (2008), em cadelas a temperatura retal decresce cerca de 1°C de 6 a 18h do início do trabalho de parto.

Essa redução brusca de temperatura pode ser acompanhada com uma elevação da mesma em seguida, pois de acordo com os achados de Bernardi et al. (2007) em porcas a temperatura corporal se eleva de 0,6°C a 1,2°C na ocasião do parto, retornando ao normal depois de 24 horas. Essa elevação da temperatura corporal pode ser em virtude das contrações uterinas que acaba produzindo calor.

Em estudo desenvolvido em cabras Canindé (FAÇANHA, UFERSA, dados não publicados), não foi observado diferença significativa quando comparadas as temperaturas retais e superficiais vulvar de fêmeas cíclicas, fêmeas gestantes e fêmeas um dia após o parto, porém, os dados não puderam ser conclusivos, pois próximo à provável data do parto não foram mensuradas essas temperaturas a cada hora para avaliação do declínio brusco da progesterona.

Em virtude dos eventos fisiológicos que ocorre com a proximidade do parto e durante o trabalho de parto, tem-se a perspectiva de aplicabilidade da termografia para um diagnóstico desse evento, necessitando de um monitoramento mais preciso das temperaturas dos locais investigados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicabilidade da técnica de Termografia Infravermelha é bastante promissora, além dos vários campos que já está sendo testada e/ou empregada, ainda podemos destacar a possibilidade do diagnóstico de doenças do trato reprodutivo de fêmeas, do correlacionamento da qualidade seminal e temperatura da bolsa escrotal (KASTELIC et al., 1997), da avaliação da perfusão tecidual de transplantes gonadais (PIMENTEL, UFERSA, dados não publicados), além da avaliação de células cultivadas *in vitro*. Porém, ainda se tem um longo percurso a ser transcorrido no ramo da termologia para que tenhamos uma técnica padronizada para os mais diferentes tipos de diagnóstico reprodutivo. É preciso tentar reduzir ao máximo os erros de interpretação que podem ser advindos de um manejo inadequado dos animais previamente à análise termográfica, de um ambiente não padronizado com as mais diversas interferências como a temperatura do ar, umidade relativa e exposição a radiação solar direta e ainda conhecer a fisiologia da espécie analisada para saber os momentos mais oportunos para o diagnóstico. Atualmente cada vez mais novas câmeras termográficas com tecnologia de ponta são desenvolvidas, o custo desses equipamentos vem declinando gradativamente e a durabilidade dos mesmos é bastante considerável.

Todos os estudos na área de Termografia Infravermelha são bastante relevantes, pois podem servir de base para o aprimoramento e lançamento de novos equipamentos e aplicativos que possam monitorar e facilitar muito a vida de qualquer profissional que precise lançar mão de algum diagnóstico reprodutivo por imagem.

Agradecimentos

À Profa. Dra. Débora Andréa Evangelista Façanha pela colaboração nos experimentos, ao Núcleo Pró-Criar de Produção de Pequenos Ruminantes da UFERSA por ceder as instalações e os animais utilizados nos projetos do nosso grupo de pesquisa, ao Banco do Nordeste (BNB) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN) pelo auxílio financeiro necessário ao desenvolvimento dos projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bell, D.R.; Rensberger, H.J.; Koritnik, D.R.; Koshy, A. Oestrogen pretreatment directly potentiates endothelium-dependent vasorelaxation of porcine coronary arteries. *Am J Physiol.* 268:377–383, 1995.
- Bernardi, M.L. Fisiologia do parto em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 35, p. 139-147, 2007.
- Castro, T.; Rubianes, E.; Menchaca, A.; Rivero, A. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*, 52:399–411. 1999.
- Diakides, N.A. Infrared Imaging: An Emerging Technology in Medicine. *Engineering in Medicine and Biology Magazine*, v.17, n.4, 1998.
- Domingos, T.C.S.; Rocha, A.A.; Cunha, I.C.N. Cuidados básicos com a gestante e o neonato canino e felino – revisão de literatura. *JBCA*, 1(2):94-120. 2008.
- Figueiredo, T.; Dzyekanski, B.; Kunz, J.; Silveira, A. B.; Ramos, C. M. G.; Michelotto Júnior, P. V.; A importância do exame termográfico na avaliação do aparato locomotor em equinos atletas. *Revista Científica Eletrônica de Medicina veterinária*, nº 18, 2012.
- Furtado, G.D. *Respostas Termorreguladoras de Cabras Saanen submetidas à estresse térmico em Lages*, Rio Grande do Norte. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, Suplemento, 2005.
- Hunter, R.H.F.; Einer-Jensen, N.; Greve, T. Presence and significance of temperature gradients among different ovarian tissues. *Microsc Res Tech.* 69:501-507. 2006.
- Kastelic, J.P.; Cook, R.B.; Coulter, G.H. Scrotal/testicular thermoregulation and the effects of increased testicular temperature in the bull. *Veterinary Clinics of North America, Large Animal Practice*. Philadelphia, Pa: W.B. Saunders, 1997.
- Koopman, D.E. Cholesteric plate thermography: the state of the art. *Ann. NY Acad. Sci.*, v.181, p.475-480, 1980.
- Laburn, H.P.; Faurie, A.; Goelst, K.; Mitchell, D. Effects on fetal and maternal body temperatures of exposure of pregnant ewes to heat, cold, and exercise. *J. Appl. Physiol.* 92, 802-808. 2002.
- Moura, D. J.; Maia, A. P. ; Vercellino R. A. et al. Uso da Termografia Infravermelha na Análise da Termorregulação de Cavalos em Treinamento. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.31, n.1, p.23-32, jan./fev. 2011
- Oliveira, T.M.D. *Análises de Sistemas de Energia e Máquinas Elétricas com Recurso à Termografia*. 2012. 148f. Dissertação de Mestrado – Curso de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2012.
- Ribeiro, H. D. W.; Silva, G. A. P.; Brioschi, M. L. et al. Termografia infravermelha em tempo real como método de avaliação da viabilidade do baço em modelo de esplenectomia parcial em porcos. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2009; 36(5): 438-441.
- Salama, A.A.K. et al., Different levels of response to heat stress in dairy goats. *Small Ruminant Research*. 2013.
- Sanches, I.J. *Sobreposições de Imagens de Termografia e Ressonância Magnética: Uma nova modalidade de imagem médica tridimensional*. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Federal de Tecnologia do Paraná. Curitiba, 2009.

Scolari, S.C.; Clark, S.G.; Knox, R.V. et al. Vulvar skin temperature changes significantly during estrus in swine as determined by digital infrared thermography. *J Swine Health Prod.* 2011;19(3):151-155.

Silva A.M; Netto W.D.B; Silva R.C.C; Emprego da termografia na manutenção preditiva. Bolsista de Valor: *Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense* v. 1, p. 37-41, 2010.

Stewart, M.; Webster, J.R.; Schaefer, A.L.; Cook, N.J.; Scott, S.L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. *Animal Welfare*, South Mimms, v.14, p.319-325, 2005.

Suyadi, S. B.; Holtz, W. Transcervical embryo collection in Boer goats. *Small Ruminant Res*; 36:195-200. 2000.

Yamada, M.L.A.; Kozicki, L.E. Contribuição ao estudo do diagnóstico de gestação em *Capra hircus*, através da histologia e citologia do epitélio vaginal. *Braz. J. Vet. Res. anim. Sci.*, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 246-251, 1998.