



Termografia por infravermelho na reprodução de bubalinos

Infrared thermography in buffalo reproduction

Marcelo George Mungai Chacur¹

Laboratório de Reprodução Animal, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente.

¹Correspondência: chacur@unoeste.br

Resumo

A espécie bubalina está concentrada na área intertropical do globo terrestre, gerando lucro com alta taxa de crescimento. Os fatores climáticos causam estresse térmico nos búfalos com influência na atividade de reprodução de fêmeas e machos. A reprodução de precisão agrega procedimentos com uso de imagem como a termografia digital de infravermelho que auxilia no monitoramento do estresse térmico em búfalos. Nas fêmeas em lactação a saúde da glândula mamária pode ser avaliada com a temperatura de tetos e cisternas da glândula; em machos o termograma do escroto auxilia na triagem de reprodutores como exame complementar à avaliação andrológica. Vale destacar que os exames de imagem como a termografia devem ser complementares ao exame clínico para a correta interpretação e uso contributivo. A exemplo da termografia, exames de imagem não invasivos, com acurácia, sem efeitos adversos ao animal; e de prática e rápida realização são estudados e serão cada vez mais desenvolvidos e aplicados nos diferentes tipos de manejo em animais para monitorar a saúde, o bem-estar e a atividade de reprodução.

Palavras-chave: búfalo, diagnóstico por imagem, estresse calórico, termograma.

Abstract

The buffalo species is concentrated in the intertropical area, generating profit with high growth rate. Climatic factors cause thermal stress in buffaloes that influence the reproduction activity of females and males. Precision reproduction aggregates imaging procedures such as digital infrared thermography that assists in monitoring thermal stress in buffaloes. In lactating females the health of the mammary gland can be evaluated with the temperature of the teats and mammary gland. In males the scrotal thermogram assists in the screening of breeding herds as a complementary examination to the andrological evaluation. It is worth noting that imaging tests should be complementary to the clinical examination for its correct interpretation and use in a contributory manner. Noninvasive imaging tests, with accuracy, without adverse effects to the animal; and easy and quick to perform are studied and will be increasingly developed and applied in different types of animal management to monitor health, well-being and reproduction activity.

Keywords: buffalo, imaging diagnostic, thermogram, caloric stress.

Introdução

O arsenal tecnológico usado em reprodução animal pelos Médicos Veterinários aumenta a cada dia. Dentre os exames de imagem, os não invasivos e de acurácia como a termografia de infravermelho ganham espaço. A termografia possibilita mensurar a temperatura de áreas do corpo de animais monitorando o estresse térmico que causa queda na fertilidade. O presente manuscrito tem o objetivo de apresentar a termografia de infravermelho como ferramenta complementar ao exame semiológico de fêmeas e machos da espécie bubalina para fins de reprodução. Resultados de pesquisas serão apresentados e comentados do ponto de vista da aplicação no campo da termografia de infravermelho.

Distribuição geográfica e peculiaridades da bubalinocultura

A população mundial de búfalos do Rio (*Bubalus bubalis*) é de aproximadamente 168 milhões de cabeças, a Ásia possui 92% dessa população animal, 2% na África, 2% na América do Sul e 4% nos demais continentes (FAO, 2017). Nos últimos vinte anos a taxa de crescimento da população de búfalos do Rio (*Bubalus bubalis*) no mundo esteve acima de 2% ao ano, sendo a atividade de criação da espécie bubalina altamente rentável e importante para a economia de diversos países (Sethi, 2013).

O número de cabeças de búfalos no Brasil diverge conforme a fonte de informação. O rebanho bubalino brasileiro é estimado em torno de 3.000.000 de cabeças e 30% do número de rebanhos se destina à produção de leite, segundo dados da Associação Brasileira de Criadores de Búfalos - ABCB (2017) e apresentando crescimento anual em torno de 3,5% (Bernardes, 2007). A excelente capacidade de adaptação dessa espécie animal as condições ambientais do nosso país e também o significativo potencial de expansão da bubalinocultura



foram descritos por Malhado (2007). Por outro lado, conforme dados do IBGE (2016), o Brasil possui em torno de 1.320.000 cabeças de búfalos, distribuídas geograficamente da seguinte forma: 66,49% na região Norte; 11,32% na região Sudeste; 9,11% na região Nordeste; 8,06% na região Sul e 5,00% na região Centro-Oeste.

No Brasil, os búfalos são criados para a produção de carne (Mariante et al., 2003) e de leite (Jorge, 2006). A búfala produz entre 1500 a 4500 kg de leite por lactação (FAO, 2017). Porém, grande parte dos criatórios possuem búfalos de dupla aptidão, ou seja, para produção de carne e leite, simultaneamente. De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Búfalos - ABCB (2017), a produção nacional de leite de búfala supera 90.000.000 de litros por ano, com destaque a região Sudeste do país que apresenta uma desenvolvida cadeia produtiva de leite e derivados.

Ambiente como fator de estresse térmico e a reprodução de precisão

Os fatores climáticos influenciam na atividade de reprodução dos animais, os búfalos são homeotérmicos, mas sofrem estresse térmico quando submetidos a altas temperaturas do ambiente e elevada umidade do ar (Chacur et al., 2010a; Chacur et al., 2010b; Moraes Júnior et al., 2010). Em torno de 85% dos búfalos são criados na zona da superfície terrestre compreendida entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, ou seja, na zona intertropical, caracterizada por altas temperatura e umidade do ar (Garcia, 2013).

Com o advento da ampliação do uso de equipamentos eletrônicos na atividade pecuária como computadores, programas computacionais, câmeras de vídeo, aparelhos de ultrassonografia e demais dispositivos de precisão que monitoram o dia a dia de animais criados em rebanhos para fins comerciais, o termo “pecuária de precisão” e dentro dela a “reprodução de precisão” tem sido aliados do criador e do Médico Veterinário na atividade de monitorar, identificar alterações no comportamento e parâmetros fisiológicos como a temperatura da superfície do corpo de animais sob estresse térmico ou sinal clínico como a febre (Chacur et al., 2016c; Gabriel Filho et al., 2016; Chacur et al., 2017b). À despeito do uso de equipamentos eletrônicos modernos na atividade clínico-reprodutiva em animais, vale destacar que o exame semiológico é imprescindível para o adequado diagnóstico e que o uso de equipamentos deve ser feito como ferramenta de exame complementar ou como exame de auxílio na triagem em situações específicas na rotina do Médico Veterinário.

Dentre os exames complementares de imagem, a termografia digital de infravermelho é uma das opções para mensurar a temperatura da superfície do corpo de animais com acurácia e de modo não invasivo, podendo ser realizada, repetidamente, sem efeito colateral ou risco para a saúde do animal e do Médico Veterinário.

Aspectos gerais da termografia digital por infravermelho

Dentre o arsenal da tecnologia de infravermelho, a mensuração de temperaturas da superfície de um objeto pode ser realizada com uso da termografia digital de infravermelho. A termografia é um exame de imagem utilizado em veterinária para monitorar a temperatura de áreas do corpo de animais de forma individual ou de um grupo de animais. As informações abaixo descritas tem o objetivo de facilitar ao leitor a compreensão, de forma genérica, do processo físico da termografia de infravermelho. Primeiramente, o exame de termografia por infravermelho é pautado pela mensuração da energia eletromagnética irradiada por um corpo físico. A radiação eletromagnética pode ser definida como um fluxo de fótons, partículas sem massa que se deslocam com a velocidade da luz (Kleiber, 1975).

A termografia de infravermelho é o registro da temperatura da superfície de um corpo físico, pois todo corpo com temperatura acima do zero absoluto emite radiação térmica. A história da termografia se iniciou há aproximadamente 200 anos, em 1800, Willians Herschel e depois seu filho John Herschel em 1840, obtiveram as primeiras imagens utilizando o sistema infravermelho com técnica evaporográfica com álcool, registrada em superfície pintada com cinzas (Holst, 2000). A termografia por infravermelho é um exame de imagem não invasivo que auxilia na identificação do estresse térmico em animais. A análise de imagens termográficas (termogramas) por infravermelho propicia visualizar gradientes de temperatura, utilizados no estudo de mecanismos fisiológicos e de patologias em animais e humanos (Bouzida et al., 2009).

O monitoramento de animais com infravermelho colabora no controle de doenças, pois identifica a elevação da temperatura de áreas da superfície do corpo de animais silvestres e domésticos. A atividade de reprodução em animais de rebanho para fins comerciais pode ser acompanhada pelo uso da termografia de infravermelho, conforme descrito por Chacur et al. (2017b) no livro intitulado Tecnologias para Agricultura Sustentável.

Termografia de infravermelho na produção e reprodução de animais

A termografia por infravermelho foi utilizada na Medicina Veterinária pela primeira vez em 1965 por Delahanty e Georgi, quando imagens termográficas (termogramas) de áreas do corpo de equinos foram registrados (Palmer, 1981). Como exame de imagem, a termografia por infravermelho é usada na prática em animais de três maneiras: 1 - como ferramenta de auxílio diagnóstico, nestes casos, torna-se um método de



registro de “imagem fisiológica”, onde a diferença de temperatura entre duas regiões anatomicamente simétricas indica possível alteração circulatória; 2 - para aumentar as possibilidades de exame complementar, nestes casos a termografia mapeia áreas suspeitas de isquemia ou inflamação, onde a temperatura seja menor ou maior; e 3 – nas boas práticas de criação que adotam o bem-estar animal, neste caso, os animais são monitorados no ambiente natural, instalações rurais ou cativeiro (Kunc e Knizkova, 2012).

Uma das vantagens do uso da termografia é de auxiliar no diagnóstico precoce de alterações circulatórias ou de doenças que cursam com febre por mensurar a elevação de temperatura do corpo ou em áreas do corpo devido processos ainda na fase subclínica que são diagnosticados clinicamente quando da presença de sinais da inflamação como: dor, rubor, edema e calor forem detectados por volta de duas semanas após o registro da imagem termográfica indicativa do início da inflamação (Holst, 2000). Vale destacar alguns pontos quando da utilização da termografia por infravermelho. Como regra principal, o exame termográfico deve ser realizado em superfícies corporais secas sem acúmulo de matéria orgânica ou terra, com o animal em estação, o exame pode ser realizado em qualquer hora do dia ou época do ano (Palmer, 1981).

Atualmente, o bem-estar animal tem sido objeto de estudo de reuniões científicas e publicações técnicas de forma crescente, sendo a atividade de reprodução dos animais influenciada pelo conforto térmico, o qual pode ser monitorado com termografia de infravermelho com equipamentos manuais portáteis ou instalados de forma fixa em áreas específicas da propriedade rural, assunto esse abordado no livro Fórum Ambiental por Chacur et al., (2016c).

Termografia de infravermelho na reprodução de fêmeas

Antes de relatar resultados de pesquisa com termografia de infravermelho em fêmeas da espécie bubalina, informações quanto ao uso desse exame de imagem são descritos abaixo como um procedimento que auxilia no manejo reprodutivo e monitoramento da saúde em animais de interesse zootécnico.

A avaliação clínico-reprodutiva de fêmeas que serão utilizadas para fins de multiplicação de rebanhos é realizada com métodos pautados na semiologia que engloba o exame do aparelho reprodutor feminino, denominado exame ginecológico o qual, à critério do Médico Veterinário, pode ser somado aos exames complementares de imagem como a termografia de infravermelho (Chacur et al., 2016a).

Uma aplicação da termografia de infravermelho no manejo reprodutivo de vacas de leite diz respeito às diferenças de temperatura da superfície do corpo durante o estro, na presença dos sinais do cio, relatando a possibilidade de utilizar a termografia por infravermelho na detecção do estro (Hurnik et al., 1985). Atualmente, câmeras de infravermelho são instaladas em pontos estratégicos em áreas da propriedade rural em ordenhadeiras, bebedouros, cochos e áreas de repouso para monitorar a temperatura de animais.

Um dos métodos para o diagnóstico precoce da mastite subclínica em vacas consiste na mensuração da temperatura da glândula mamária com termografia por infravermelho. Usando um modelo para o estudo da mastite, induzida por endotoxina, Scott et al. (2000) verificaram que a inflamação da glândula mamária pode ser detectada a partir de diferenças de temperatura com a termografia por infravermelho de forma precoce, em relação ao clássico método da contagem de células somáticas (CCS) no leite. Segundo Gill et al. (1990) este é um ponto a ser considerado, pois a mastite influencia no bem-estar animal e causa perdas econômicas para a indústria de laticínios.

Berry et al. (2003) utilizaram a termografia por infravermelho para estudar os efeitos de fatores ambientais na variação diária da temperatura da glândula mamária, relatando um ritmo circadiano da temperatura do teto e um aumento significativo na temperatura do úbere causada pelo exercício físico. A variação na temperatura do úbere foi inferior ao aumento da temperatura resultante de uma resposta à mastite induzida, concluindo que a termografia por infravermelho é uma ferramenta de detecção precoce da mastite subclínica, se associada ao monitoramento da temperatura ambiente.

No Brasil, em vacas de leite, objetivou-se estudar as variações fisiológicas da temperatura da superfície da glândula mamária, vulva, pelve, ísquio, tórax e abdômen com termografia digital por infravermelho e a influência de fatores climáticos nessas temperaturas. As áreas do corpo examinadas pela termografia por infravermelho apresentaram temperaturas distintas, em uma mesma colheita de dados, mostrando variações fisiológicas de temperatura que auxiliam na avaliação clínica de cada uma das áreas examinadas. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar influenciam na temperatura retal e de áreas da superfície do corpo. As imagens termográficas foram salvas e processadas com rapidez e de forma prática, recomendando-se o uso da termografia por infravermelho de rotina como exame de imagem complementar ao exame clínico da glândula mamária e de áreas do corpo em vacas de leite (Chacur et al., 2016a).

Termografia de infravermelho na reprodução de vacas bubalinas

Nas Filipinas, em búfalas da raça Murrah em lactação, clinicamente saudáveis, a temperatura corpórea foi mensurada com termografia de infravermelho com média de 39,9°C no período da manhã e de 40,0°C no

período da tarde, relatando um alto potencial de uso da termografia de infravermelho na Medicina Veterinária (Ybañez, 2015).

No Brasil, em fêmeas bubalinas da raça Murrah, mensurou-se a temperatura retal com termômetro clínico a qual variou entre 37°C e 37,9°C seguidos por exames de imagem com termógrafo digital de infravermelho de áreas da glândula mamária em 24 búfalas, distribuídas em quatro grupos (n= 6), sendo: grupo 1 (bezerras), e grupo 2 (novilhas), grupo 3 (gestantes) e grupo 4 (lactantes), conforme ilustra a Figura 1. As temperaturas de áreas da glândula mamária variaram entre 21,6°C (tetos) e 37,6°C (cisternas dos quartos mamários), concluindo que a termografia digital de infravermelho detectou variações na temperatura da superfície da glândula mamária em diferentes períodos de intenso desenvolvimento do tecido da glândula mamária (Chacur et al., 2016b).

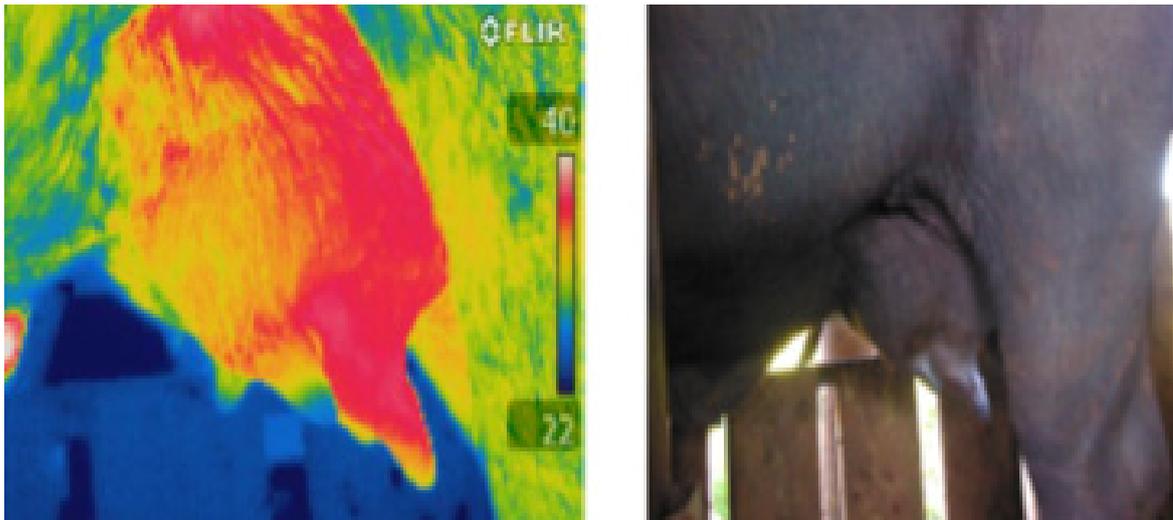


Figura 1. Imagem termográfica (termograma) de infravermelho do antímero esquerdo da glândula mamária de búfala mestiça Murrah, ao lado de imagem real da mesma área.

Termografia de infravermelho na reprodução de machos

Da mesma maneira em relação ao tópico anteriormente abordado, antes de relatar resultados de pesquisa com termografia de infravermelho em machos da espécie bubalina, informações quanto ao uso desse exame de imagem são descritas abaixo como um procedimento que auxilia no manejo reprodutivo e monitoramento da saúde em animais de interesse zootécnico.

O mecanismo da termorregulação testicular é importante para a eficiente produção de espermatozoides. Dessa forma, em condições fisiológicas, a temperatura da superfície do escroto de um touro da espécie bovina é de 4 a 6°C mais baixa do que a temperatura abdominal com decréscimo da temperatura da superfície da pele da bolsa escrotal, conforme se afasta do colo do escroto em direção às caudas dos epidídimos, sendo as áreas ventrais do escroto mais frias em relação às áreas dorsais (Kastelic et al., 1996).

No Brasil, em touros da raça Nelore, estudou-se a relação dos fatores climáticos com a temperatura da superfície do escroto e qualidade seminal por meio da termografia digital de infravermelho. No inverno, houve correlação positiva ($P < 0,05$) para motilidade espermática x temperaturas do escroto e concentração espermática x temperaturas do escroto. No verão, houve correlação negativa ($P < 0,05$) entre temperatura ambiente x concentração espermática. Concluindo que as temperaturas da superfície do escroto e os fatores climáticos: temperatura e umidade do ar, influenciaram na qualidade do sêmen e que a termografia é recomendada como exame complementar na avaliação reprodutiva de touros (Ruediger et al., 2016).

Termografia de infravermelho foi utilizada para investigar a temperatura da superfície do escroto antes e após a coleta de sêmen e determinar a correlação dessas temperaturas com a qualidade do sêmen em touros Nelore. Cada termograma foi processado e obtidos os seguintes dados, padronizando e adotando a sigla T1: temperatura do cordão espermático; T2: temperatura do terço dorsal dos testículos; T3: temperatura do terço mediano dos testículos; T4: temperatura do terço ventral dos testículos, e T5: temperatura das caudas dos epidídimos. Diferenças foram observadas ($P < 0,05$) entre temperaturas de superfície do escroto antes e após a coleta do sêmen e entre pontos anatômicos analisados (T1 a T5). Houve correlações ($P < 0,05$) entre T2 x defeitos totais ($r = 0,30$); T3 x defeitos menores ($r = 0,35$); T3 x defeitos maiores ($r = 0,30$) e T3 x defeitos totais ($r = 0,42$); T4 x defeitos menores ($r = 0,30$), T4 x defeitos maiores ($r = 0,28$) e T4 x defeitos totais ($r = 0,37$); T5 x defeitos maiores ($r = 0,29$) e T5 x defeitos totais ($r = 0,28$). Houve correlação ($P < 0,05$) entre temperatura retal (RT), sendo: RT x T1 ($r = 0,51$); RT x T2 ($r = 0,43$); RT x T3 ($r = 0,37$); RT x T4 ($r = 0,33$) e RT x T5 ($r = 0,32$). A termografia infravermelha digital, antes e depois da eletrojaculação, proporcionou mensurações precisas

da temperatura do escroto, conforme ilustra a Figura 2.. Portanto, a termografia é adequada para detectar alteração na termorregulação escrotal de touros, conforme descrito por Souza et al. (2017) e prática e rápida de ser feita na rotina de campo em exames andrológicos de touros (Chacur et al., 2015).

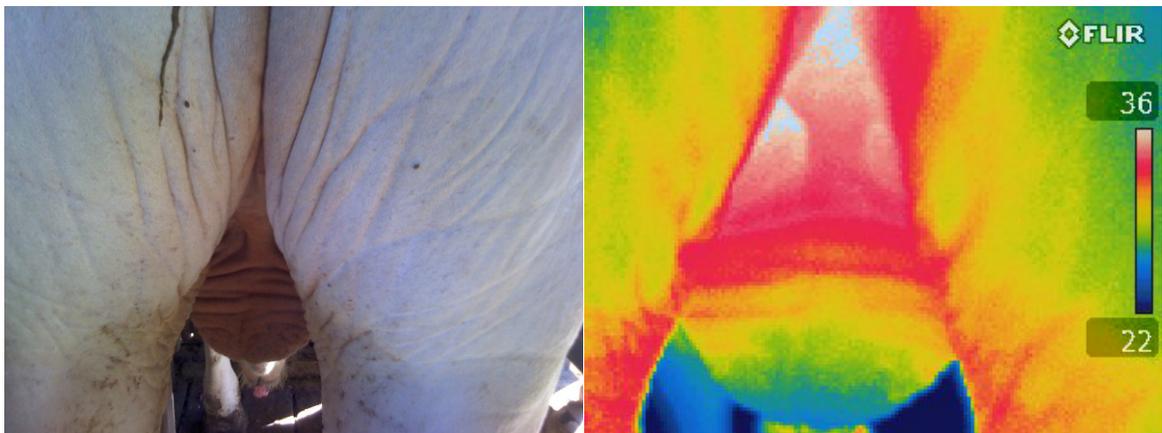


Figure 2. Imagem termográfica (termograma) de infravermelho da bolsa escrotal ao lado da imagem real da mesma região anatômica em touro da raça Nelore.

Aspectos da fisiologia e biotecnologia da reprodução na espécie bubalina

À despeito do uso de biotécnicas de reprodução relacionadas à biotecnologia do sêmen, utilizadas em reprodutores bubalinos com méritos reprodutivos, na maioria das propriedades que se dedicam à bubalinocultura de leite ou carne, a monta natural se faz presente. Dessa forma, o exame andrológico é recomendado antes do início da estação de monta, a qual ocorre em épocas variadas do ano, dependendo da latitude da região. A variação de época se dá devido a espécie bubalina ser sazonal com influência do fotoperíodo na ciclicidade das fêmeas.

Na região Sudeste do Brasil, há predomínio de fêmeas ciclando nos meses de março, abril, maio e junho; e uma pequena porcentagem de cios fora dessa época do ano. Em contrapartida, nas regiões Norte e Nordeste, devido às menores latitudes, o fotoperíodo é mais regular, resultando em ciclicidade ovariana distribuída praticamente ao longo dos meses do ano. Independentemente da região geográfica onde o rebanho de búfalos é criado, a realização do exame andrológico é indicada. Para isso, abaixo seguem alguns pontos que merecem ser considerados para a coleta e avaliação do sêmen de touros bubalinos.

Em búfalos, a coleta de sêmen com vagina artificial deve ser realizada, de preferência no início da manhã ou final da tarde, onde a temperatura ambiente é menor com redução do desgaste físico do touro que exterioriza maior interesse sexual pela fêmea utilizada como manequim. Com o intuito de estimular a libido do touro antes da coleta de sêmen, falsas montas com desvio de pênis são realizadas, resultando no aumento do sucesso da ejaculação (Chacur, 1996).

Segundo Ohashi et al. (2011) o método de coleta de sêmen em búfalos com aparelho de eletroejaculação pode ser utilizado em machos com idade entre 2 e 4 anos, após uma contenção física adequada, devido o búfalo ser extremamente sensível ao estímulo elétrico. Por isso, em touros adultos, mesmo sob adequada contenção física podem ocorrer acidentes com os animais.

O sêmen fresco e pós-descongelado de búfalos geralmente tem elevadas características quantitativas e qualitativas com bom metabolismo expresso pela alta motilidade e vigor espermáticos; e adequada morfologia espermática com baixa porcentagem de espermatozoides com defeitos anatômicos (Chacur, 1996; 1999; Chacur et al., 2010a, 2010b). O uso de lipoproteínas de baixa densidade extraídas da gema de ovo e adicionadas ao diluidor para congelamento de sêmen de búfalo não proporcionou diferença significativa nas características avaliadas na pós-descongelamento (Brito, 2013). Uma área de pesquisa que apresenta tendência em ser desenvolvida é voltada ao estudo da termorregulação testicular acompanhada com termografia infravermelha, correlacionada com a qualidade do sêmen e a congelabilidade do sêmen com diferentes componentes na composição dos diluidores para congelamento.

Termografia de infravermelho na reprodução de touros bubalinos

Exames não invasivos como a termografia de infravermelho são úteis em touros bubalinos, pois esses reprodutores se estressam com facilidade quando contidos fisicamente por períodos longos e reagem de forma brusca quando submetidos a procedimentos invasivos como injeções ou pressão sobre a pele.



A termografia de infravermelho foi utilizada em búfalos machos clinicamente sadios com média de temperatura retal de $38,2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, obtendo temperaturas médias para as seguintes áreas do corpo: órbita ($36,1 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$), flanco ($36,9 \pm 2,4^{\circ}\text{C}$) e pele do escroto ($33,3 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$), concluindo que a temperatura da órbita teve alta correlação com a temperatura retal e que as temperaturas de áreas do corpo podem ser mensuradas por termografia de maneira precisa e não invasiva (Barros et al., 2016). Do ponto de vista aplicado devido à alta correlação entre a temperatura da órbita com a temperatura retal, o uso da termografia pode substituir a mensuração realizada com termômetro clínico retal, reduzindo o estresse do animal.

O búfalo predomina nas áreas quentes do globo terrestre, dessa forma experimentos são realizados para estudar o efeito da radiação solar na temperatura do corpo de búfalos.

Sete búfalos da raça Murrah com idades entre 3 e 4 anos foram examinados com termografia de infravermelho, antes e após a exposição ao sol por três horas, sendo obtidas médias de temperaturas à sombra: retal $37,4 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ e do escroto $30,6 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$; e de temperaturas ao sol: retal $39,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ e do escroto $35,2 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. Concluindo que a termografia é útil no estudo da termorregulação escrotal e na avaliação de reprodutores da espécie bubalina (Ramires Neto et al., 2013).

A termografia de infravermelho pode ser usada para estudar a correlação entre a temperatura do escroto com a qualidade do sêmen, com coleta de dados de um número alto de animais em diversos experimentos, será possível criar um modelo do perfil de termograma, onde variações fisiológicas da temperatura escrotal poderão ser indicativas de um satisfatório quadro seminal.

No Brasil, oito búfalos com idade entre 3,0 e 3,5 anos, perímetro escrotal de 32 a 36 cm e sêmen de boa qualidade: motilidade $85 \pm 5\%$, vigor $4,5 \pm 0,5$ e concentração $750 \pm 250 \times 10^6/\text{mL}$ foram examinados com aparelho de termografia de infravermelho, sendo os termogramas do escroto processados em programa de computador obtendo imagens (termogramas) similares dos escrotos para o gradiente de temperatura, com média de temperatura do escroto de $33,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$, e temperatura retal de $38,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, sugerindo adequada termorregulação testicular, concluindo ser um exame com potencial de uso na triagem de machos para a reprodução, complementando o exame andrológico (Chacur et al., 06/02/2017, Universidade do Oeste Paulista, “informação pessoal”).

Tecnologia futura para a termografia por infravermelho na reprodução

Imagens analisadas por *softwares* que mensuram temperaturas em áreas selecionadas pelo operador. A termografia por infravermelho é usada para monitorar processos automatizados de empresas que investem na reprodução animal. Em particular, a instalação de câmeras termográficas fixas em salas de ordenha, galpões e em instalações e ambientes que alojem animais de produção, permitindo a detecção precoce de elevação de temperatura dos animais em doença ou como resposta fisiológica, auxiliando na tomada de decisões para o retorno do bem-estar animal. Câmeras termográficas registram, salvam, processam e enviam imagens em forma de termogramas com conectividade via e-mail e Bluetooth, num futuro próximo câmeras de infravermelho com realidade virtual poderão operar em três dimensões, resultando em imagens tridimensionais do corpo e áreas do corpo examinadas de forma não invasiva e em tempo real, compartilhando a imagem em interfaces com dispositivos eletrônicos em grandes distâncias.

Considerações finais

Atualmente, cresce o enfoque em estudos inerentes à biotecnologia da reprodução em fêmeas e machos da espécie bubalina. A validação de procedimentos rápidos e práticos para uso no campo é importante para auxiliar o Médico Veterinário na pré-triagem de matrizes e reprodutores da espécie bubalina. Dentre os procedimentos, os exames de imagem não invasivos ganham espaço, pois não influem de forma negativa no bem-estar animal. A termografia de infravermelho, realizada com câmera termográfica é um exame de imagem com os seguintes pontos positivos: 1 – execução rápida e prática; 2 – acurácia comprovada para mensurar temperaturas; 3 – sem efeitos deletérios ao homem e animais; 4 – pode ser repetida imediatamente; 5 – resultado imediato pela formação de imagem (termograma); 6 – exame de imagem não invasivo e 7 – não causa estresse ao animal. Como pontos limitantes para o largo uso da termografia de infravermelho são listados: 1 – elevado custo da câmera termográfica; 2 – necessidade de treinamento específico do operador Médico Veterinário; 3 – ausência de padronização de imagens na espécie bubalina; 4 – necessidade de ampliar dados coletados em pesquisas e analisados pela estatística na espécie bubalina. A termografia é útil como exame de imagem, complementando o exame semiológico do aparelho reprodutor de fêmeas e machos.

Agradecimentos

Ao CNPq e FAPESP pelos auxílios concedidos.



Referências

- Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB).** Disponível em: [\[http://www.bufalo.com.br/abcb.html\]](http://www.bufalo.com.br/abcb.html). Acesso em: 13 fev. 2017.
- Barros DV, Silva LKX, Kahwage PR, Lourenço Júnior JB, Sousa JS, Silva AGM, Garcia AR.** Assessment of surface temperatures of buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) raised under tropical conditions using infrared thermography. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.68, p.422-430, 2016.
- Bernardes O.** Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. *Rev Bras Reprod Anim*, v.31, p.293-298, 2007.
- Berry RJ, Kennedy AD, Scott SL, Kyle BL, Schaefer AL.** Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Can J An Sci*, v.83, p.687-693, 2003.
- Bouzida N, Bendada A, Maldague XP.** Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. *J Thermal Biol*, v.34, p.120-126, 2009.
- Brito MF.** Uso de lipoproteínas de baixa densidade, extraídas da gema de ovo, para a criopreservação de sêmen de búfalos (*Bubalus bubalis*). 2013. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2013.
- Chacur MGM.** Avaliação da congelamento de sêmen bubalino (*Bubalus bubalis*), com os diluidores Glicina-gema, Triladyl e TES em diferentes tempos de equilíbrio. 1996. 123fls. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 1996.
- Chacur MGM.** *Estresse térmico em touros bufalinos (Bubalus bubalis), avaliações das características fisiológicas da reprodução.* 1999. 139f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 1999.
- Chacur MGM, Oba E, Ferreira JCP, Velloso NM.** Physiological changes occurred in buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) subject to thermal stress. *Revista Veterinaria*, v.21, p.930-931, 2010a.
- Chacur MGM, Oba E, Ferreira JCP, Velloso NM.** Thermal stress in buffalo bulls (*Bubalus bubalis*): evaluation of reproductive characteristics. *Revista Veterinaria*, v.21, p.972-974, 2010b.
- Chacur MGM, Souza CD, Ruediger FR, Andrade IB, Cartocci JS, Bastos GP, Oba E, Ramos AA, Gabriel-filho LRA, Putti FF, Cremasco CP.** Efeito da colheita de sêmen por eletroejaculação na temperatura da bolsa escrotal em touros Nelore, *Bos taurus indicus*. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 21, 2015, Belo Horizonte. *Anais...Belo Horizonte: CBRA*, 2015. p.85. Resumo.
- Chacur MGM, Bastos GP, Vivian DS, Silva L, Chiari LNF, Araujo JS, Souza CD, Gabriel Filho LRA.** Use of infrared thermography to evaluate the influence of the of Climatic Factors in the Reproduction and Lactation of Dairy Cattle. *Acta Sci Vet*, v.44, p.1412-1421, 2016a.
- Chacur MGM, Oba E, Dantas A, Ruediger FR, Oliveira RA, Volpato MSA, Mendes AJ.** Thermographic evaluation of mammary development of crossbred Murrah buffaloes during late pregnancy. In: World Buffalo Congress, 11, 2016, Cartagena. *Anais...Cartagena*, 2016, v.1, p.185. 2016b.
- Chacur MGM, Souza CD, Bastos GP, Gabriel Filho LRA, Cremasco CP, Putti FF.** Fatores climáticos e bem-estar em bovinos: enfoque na reprodução e lactação. In: Silva ALC, Benini SM, Dias LS. (Org.). Fórum Ambiental - Uma visão multidisciplinar da questão ambiental. 2ed. Brasil: ANAP, 2016c. p.253-270.
- Chacur MGM, Souza CD, Gabriel Filho LRA, Gabriel CPC, Rodrigues GS, Putti FF.** Integração da lavoura e pecuária como alternativa de produção sustentável. In: Putti FF (Org.). *Tecnologias para Agricultura Sustentável*. 1ed. Brasil: ANAP, 2017b, p.22-40. (no prelo)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).** Disponível em: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/milk-production/dairy-animals/water-buffaloes/en/#.WKHnFG8rJ0w>. Acesso em: 13 fev. 2017.
- Gabriel Filho LRA, Putti FF, Cremasco CP, Bordin D, Chacur MGM.** Software to assess beef cattle body mass through the fuzzy body mass index. *Eng Agrícola*, v.36, p.179-193, 2016.
- Garcia AR.** Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. *Rev Bras Reprod Anim*, v.37, p.121-130, 2013.
- Gill R, Howard WH, Leslie KE, Lissemore K.** Economics of mastitis control. *J Dairy Sci*, v.73, p.3340-3348, 1990.
- Holst GC.** Common Sense approach to thermal imaging. Winter Park: JCD Publishing, 2000.
- Hurnik JF, Webster AB, Deboer S.** An investigation of skin temperature differentials in relation to estrus in dairy cattle using a thermal infrared scanning technique. *J An Sci*, v.61, p.1095-1102, 1985.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 13 fev. 2017.
- Jorge AM.** Desempenho e eficiência biológica de bubalinos de três grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Rev Bras Zootec*, v.35, p 252-257, 2006.
- Kastelic JP, Cook RB, Coulter GH.** Contribution of scrotum and testes to scrotal and testicular thermoregulation in bulls and rams. *J Reprod Fertil*, v 108, p 81-85, 1996.



- Kleiber M.** The fire of life an introduction to animal energetic. 2. ed. New York: Robert e Krieger Publishing Company, 1975.
- Kunc P, Knizkova I.** The Use of Infrared Thermography in Livestock Production and Veterinary Field. In: Infrared Thermography Recent Advances and Future Trends. p.85-101, 2012.
- Malhado CHM.** Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. Rev Bras Zootec, v.36, p.376-379, 2007.
- Moraes Júnior RJ, Garcia AR, Santos NFA.** Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis*, Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. Acta Amaz, v.40, p.619-640, 2010.
- Mariante AS, McManus C, Mendonça JF.** Country report on the state of animal genetic resources. Embrapa/Genetic Res Biotec, p.121, 2003.
- Ohashi OM, Santos SSD, Miranda MS.** Morfologia do sistema genital, distúrbio reprodutivo e manejo do macho bubalino (*Bubalus bubalis*). Rev Bras Reprod Anim, v.35, p.88-94, 2011.
- Palmer SE.** Use of the portable infrared thermometer as a means of measuring limb surface temperature in the horse. Am J Vet Res, v.42, p.105-108, 1981.
- Ramires Neto C, Resende HL, Monteiro GA, Zorzetto MF, Sancler S, Yame FR, Oba E.** Scrotal Thermography and Doppler Ultrasonography of the Testicular Artery of Buffaloes Subjected to Environmental Heat Stress. Buffalo Bulletin, v.32, p.1145-1145, 2013.
- Ruediger FR, Chacur MGM, Alves FCPF, Oba E, Ramos AA.** Digital infrared thermography of the scrotum, semen quality, serum testosterone levels in Nellore bulls (*Bos taurus indicus*) and their correlation with climatic factors. Semina Agrárias, v.37, p.221-232, 2016.
- Scott SL, Schaefer AL, Tong AKW, Lacasse P.** Use of infrared thermography for early detection of mastitis in dairy cows. Can J An Sci, v.80, p.764-765, 2000.
- Sethi RK.** Breeding strategies for genetic improvement in buffaloes. *Buffalo*, v.32, p.219-226, 2013.
- Souza CD, Chacur MGM, Ruediger FR, Andrade IB, Cartocci J, Bastos GP, Oba E, Ramos AA, Gabriel Filho LRA, Putti FF, Cremasco CP.** Scrotal surface temperature in Nellore bulls (*Bos taurus indicus*). In: International Symposium on Animal Biology of Reproduction, 6, 2016, Campos do Jordão. Abstract...Campos do Jordão: CBRA, 2017, p.284. Abstract.
- Ybañez AP, Mutya VG, Abela JV, Taveros AA, Milla NE.** Correlation of infrared tympanic and rectal body temperatures in lactating Bulgarian Murrah buffaloes in the Philippines. Int Res J of Interdisciplinary & Multidisciplinary Studies (IRJIMS), v.1, p.30-34, 2015.
-