

Avaliação termográfica do desenvolvimento mamário de búfalas e sua regulação endócrina em distintos estágios fisiológicos

[*Thermographic evaluation of the mammary development of buffaloes and their endocrine regulation in different physiological stages*]

M.G.M. Chacur¹, A. Dantas^{2*}, E. Oba², F.R. Ruediger², R.A. Oliveira²,
G.P. Bastos¹, A.M. Jorge²

¹Universidade do Oeste Paulista - Presidente Prudente, SP

²Universidade Estadual Paulista - Botucatu, SP

RESUMO

O conhecimento do desenvolvimento mamário de um rebanho leiteiro é fundamental, pois relaciona-se à eficiência produtiva. Objetivou-se avaliar a associação dos parâmetros térmicos mamários com concentrações hormonais de búfalas em distintos estágios fisiológicos. Foram utilizadas 24 búfalas mestiças Murrah, em quatro grupos (n= 6): grupo 1 (bezerras), grupo 2 (novilhas), grupo 3 (gestantes) e grupo 4 (lactantes). A cada 28 dias, durante 4 meses, realizaram-se exames de termografia digital por infravermelho para verificar temperatura superficial dos corpos mamários craniais (CMCr) e caudais (CMC), das cisternas craniais (CGMCr) e caudais (CGMC) e tetas craniais (TGMCr) e caudais (TGMC). Foi aferida temperatura retal (TR) e colhido sangue para mensuração das concentrações plasmáticas do fator semelhante a insulina tipo-I, insulina (INS), hormônio do crescimento (GH), progesterona (P₄) e estradiol. Grupos 1 e 2 apresentaram correlação de TR com CGMCr. No grupo 3, TR correlacionou-se com TGMCr, TGMC e concentrações plasmáticas de P₄. No grupo 4, houve correlação de TR com CGMC, TGMCr e concentrações plasmáticas de INS e GH, e de TGMC com concentrações plasmáticas de GH. Nos quatro grupos, CGMCr correlacionou-se com CMCr e TGMCr, semelhantemente ao observado na porção caudal. Variações térmicas mamárias refletiram alterações fisiológicas aguardadas nos períodos avaliados.

Palavras-chave: termografia de infravermelho, búfala leiteira, mamogênese, aspectos hormonais

ABSTRACT

The knowledge of the mammary development of a dairy herd is key, since it is related to its productive efficiency. The objective of this study was to evaluate the association of mammary thermal parameters with hormonal concentrations of buffaloes at different physiological stages. Twenty-four Murrah crossbred buffaloes were used in four groups (n= 6): group 1 (calves), group 2 (heifers), group 3 (pregnant animals) and group 4 (lactating animals). Every 28 days, for 4 months, infrared digital thermography was performed to check the surface temperature of cranial (CrCM) and caudal (CCM) corpus mammae, cranial (CrC) and caudal (CC) cisterns and cranial (CrT) and caudal teats (CT). Rectal temperature (RT) was measured and blood was collected to measure plasma concentrations of insulin-like factor I, insulin (INS), growth hormone (GH), progesterone (P₄) and estradiol. Groups 1 and 2 presented correlation of RT with CrC. In group 3, RT correlated with CrT, CT and plasma P₄ concentrations. In group 4, there was correlation of RT with CC, CrT and plasma concentrations of INS and GH, and CT with plasma GH concentrations. In all four groups, CrC correlated with CrCM and CrT, similar to that observed in the caudal portion. The thermal changes in the mammary glands reflected the expected physiological changes in the evaluated periods.

Keywords: infrared thermography, dairy buffalo, mammogenesis, hormonal aspects

Recebido em 16 de janeiro de 2017

Aceito em 5 de julho de 2017

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: dantas.vet@gmail.com

INTRODUÇÃO

Estudos abrangendo os aspectos fisiológicos sobre conhecimento da biologia do desenvolvimento mamário, mediante o grande avanço da produção de búfalos no Brasil, tornaram-se fundamentais. Por conseguinte, apresenta implicações pioneiras na área de produção de búfalas com aptidão leiteira (Dantas *et al.*, 2016).

A termografia infravermelha, técnica de diagnóstico por imagem de uso crescente na medicina veterinária (Ferreira *et al.*, 2016), apresenta-se como importante ferramenta de monitoramento *in vivo* do desenvolvimento mamário de vacas, cabras, ovelhas e éguas (Roberto e Souza, 2014; Chacur *et al.*, 2016a). A realização de estudos em búfalas e se faz necessária por referir-se a um tema o qual ainda não foi abordado e pelas búfalas serem animais que apresentam considerável potencial leiteiro.

Ressalta-se ainda que o desenvolvimento mamário é regulado por mecanismos endócrinos que permitem o desenvolvimento de diferentes estruturas em distintas intensidades de crescimento (Hovey *et al.*, 2002). Contudo, estudos envolvendo a influência hormonal no desenvolvimento mamário de búfalas leiteiras são escassos, o que torna as incertezas ainda mais evidentes. Todavia, a realização dos mesmos é de grande interesse para a atividade leiteira em nosso país.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, com a utilização de imagens no infravermelho térmico, as variações fisiológicas das temperaturas superficiais mamárias de búfalas mestiças Murrah em diferentes estágios fisiológicos, bem como sua relação com a concentração as concentrações plasmáticas de progesterona, fator semelhante a insulina tipo I, insulina, hormônio do crescimento e estradiol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio a agosto de 2014 no setor de bubalinocultura da Universidade Estadual Paulista - Botucatu/SP, localizado aos 22°49'S e 48°24'W. O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade

Estadual Paulista- Botucatu, SP, sob protocolo 79/2013.

Foram utilizadas 24 búfalas mestiças Murrah, distribuídas em quatro grupos (n= 6), sendo: grupo 1 (bezerras), grupo 2 (novilhas), grupo 3 (gestantes) e grupo 4 (lactantes), criadas em manejo extensivo, pertencentes ao mesmo rebanho e com idades iniciais de 8, 20, 32 e 56 meses, respectivamente, avaliadas durante quatro meses (momentos 1, 2, 3 e 4) abrangendo o desenvolvimento mamário durante a fase de crescimento (grupo 1), puberdade (grupo 2), final de gestação (grupo 3) e início de lactação (grupo 4).

Os critérios de inclusão dos animais no estudo foram: (a) inexistência de anormalidades no exame físico geral e da glândula mamária (inspeção e palpação), conforme descrito por Feitosa (2008); (b) ausência de histórico de doenças reprodutivas ou da glândula mamária e (c) escolha de fêmeas filhas do mesmo reprodutor (mestiço Murrah).

Durante o período experimental foram realizadas repetidamente avaliações ultrassonográficas nas fêmeas pertencentes ao grupo 3 (gestantes) para comprovação da manutenção da gestação e nas búfalas dos grupos 2 e 4 (púberes e lactantes, respectivamente) para averiguação da inexistência de gestação. Exames de ultrassonografia mamária foram realizados em todas as fêmeas dos quatro grupos para constatação de ausência de estruturas anormais na glândula mamária.

As búfalas pertencentes aos quatro grupos foram mantidas em um mesmo piquete composto por pastagem formada por *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e submetidas ao mesmo manejo nutricional. Todos os piquetes possuíam acesso a sombreamento natural, bebedouro e cocho coberto onde as búfalas receberam, durante todo o período experimental, mistura mineral *ad libitum*.

Todos os exames termográficos foram realizados em animal não anestesiado e contido em estação dentro do tronco. As termografias mamárias foram realizadas em área coberta, sempre entre às 7:30h e 10:30h, a cada 28 dias com tempo de duração de exame não excedendo a 15 minutos.

Todos os exames foram realizados pelo mesmo operador e assistente.

Todos os animais foram submetidos a um período de adaptação, cujo objetivo foi condicioná-los ao manejo que seria realizado durante o experimento e consistiu na ambientação dos animais ao local, às pessoas e às atividades realizadas nos exames termográficos. Iniciou-se três meses antes do período experimental e foi caracterizado pela manipulação semanal dos animais.

As imagens foram obtidas com uso de câmera termográfica digital (Flir E40, Flir® Systems, Inc., Sweden) posicionada a uma distância aproximada de 1m do úbere das búfalas e com foco direcionado em ângulo de 90° em relação aos antímeros direito e esquerdo, conforme descrito por Chacur et al. (2016b). Simultaneamente, uma fotografia digital de cada uma das áreas examinadas também foi salva (úbere lateral) (Fig. 1). Os termogramas apresentaram resolução de 19.200 pixels (160 × 120) e sensibilidade térmica de 0,07°C.

Foram registradas as temperaturas superficiais dos corpos mamários (*Corpus mammae*) craniais (CMCr) e caudais (CMC), das cisternas (*Sinus lactifer*) das glândulas mamárias craniais (CGMCr) e caudais (CGMC), das tetas (*Papilla mammae*) das glândulas mamárias craniais (TGMCr) e caudais (TGMC).

As imagens termográficas foram armazenadas no cartão de memória da própria câmera e, em seguida, transferidas para o computador onde foram analisadas utilizando um software específico (Flir Tools Version 2.0, Flir® Systems, Inc., USA).

Consecutivamente, depois da captura das imagens termográficas, foi aferida a temperatura retal (TR) através da introdução do termômetro clínico veterinário digital no reto do animal a uma profundidade de 5cm, permanecendo até o disparo do sonorizador (2 minutos), sendo posteriormente realizada a leitura do resultado.

Também, após o final de cada exame de termografia, amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular, usando tubos de 10mL com 158 unidades USP de heparina sódica (Vacutainer®, BD, USA) e centrifugadas

(2.500×g por 30min) para a separação do plasma. As amostras de plasma foram armazenadas em alíquotas de 1mL e congeladas a -20°C até serem analisadas.

Foram aferidas, por radioimunoensaio (RIA), as concentrações plasmáticas do fator semelhante a insulina tipo I (IGF-I), da insulina (INS), do hormônio do crescimento (GH) e da progesterona (P₄). Apenas o estradiol (17β-E₂) foi avaliado por ensaio imunoenzimático (Elisa). As concentrações do IGF-I, do GH e da P₄ foram expressas em nanograma por mililitro (ng/mL), da INS em μIU/mL (microunidades internacionais) e do 17β-E₂ em picograma por mililitro (pg/mL).

Para avaliação das concentrações plasmáticas do IGF-I foi utilizado o IRMA IGF-I A15729 (Immunotech, Beckman Coulter, Prague, Czech Republic), da INS o Insulin IRMA Kit IM3210 (Immunotech, Beckman Coulter, Prague, Czech Republic), do GH seguiu-se a metodologia proposta por National Hormone e Peptide Program, Harbor- University of California, Torrance, CA, USA), da P₄ o RIA Progesterone IM1188 (Immunotech, Beckman Coulter, Prague, Czech Republic) e do 17β-E₂ o Estradiol EIA Kit (n° 582251, Cayman Chemical Company, Ann Arbor, USA).

A mensuração dos fatores climáticos foi realizada a cada 60 minutos, durante os procedimentos de coleta, utilizando o termômetro de globo (ITWTG-2000, Instrutemp® Instrumentos de Medição Ltda, Brasil), sendo registrada a temperatura global com termômetro úmido (WBGT), a temperatura do ar (TA), a temperatura do globo preto (TG), expressas em °C e a umidade relativa do ar (UR), dada em %.

Os dados foram analisados através do programa PROC GLM (Statistical Analysis System, SAS® Institute Inc., USA), sendo realizado análise de variância (ANOVA), considerando como covariável os grupos experimentais (1, 2, 3 e 4) e diferenças significativas quando P<0,05.

Para estudar a possível relação entre as temperaturas obtidas na análise dos termogramas e as concentrações plasmáticas dos hormônios dosados, foram calculados coeficientes de correlações de Spearman, sendo considerado:

nulo ($r=0$), baixo ($0 < r \leq 0,30$), moderado ($0,30 < r \leq 0,70$) e forte ($0,70 < r \leq 1$), segundo Levine *et al.* (2012).

Como não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as temperaturas observadas nas imagens termográficas, quando comparados o quarto mamário do lado direito com o do lado esquerdo da porção cranial do úbere; e o quarto mamário do lado direito com o do lado esquerdo da fração

caudal do úbere, utilizou-se a média de cada variável como parâmetros mamários representativos dos quartos mamários craniais e caudais, respectivamente, de cada animal, em cada grupo.

RESULTADOS

Os fatores climáticos não diferiram ($P>0,05$) individualmente durante o estudo (Tab. 1).

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos fatores climáticos (WBGT, TA, TG e UR) mensurados por termômetro de globo em cada momento de avaliação (mês)

Momentos	¹ WBGT	² TA	³ TG	⁴ UR
1	19,8 ± 0,08a	23,0 ± 0,05a	23,5 ± 0,05a	65,0 ± 0,03a
2	19,1 ± 0,02a	21,3 ± 0,03a	23,9 ± 0,02a	66,5 ± 0,02a
3	19,5 ± 0,01a	21,3 ± 0,02a	21,8 ± 0,01a	65,5 ± 0,03a
4	19,6 ± 0,02a	21,7 ± 0,01a	22,3 ± 0,01a	66,5 ± 0,02a

Letras iguais nas colunas ($P>0,05$). ¹WBGT (Temperatura global com termômetro úmido), ²TA (Temperatura do ar), ³TG (Temperatura do globo preto), expressas em °C e ⁴UR (Umidade relativa do ar), dada em %.

Não houve diferença para as variáveis mensuradas por termografia digital por infravermelho dentro de cada grupo ($P>0,05$). Contudo, houve diferença entre os grupos ($P<0,05$) ao longo dos meses de avaliação. Para a TR, houve diferença entre os grupos 1 e 4, sendo os animais do grupo 1 os que apresentaram maior temperatura (Fig. 2).

A temperatura da CMCr foi superior ($P<0,05$) nos animais dos grupos 1 e 3. Houve diferença ($P<0,05$) entre os grupos 1 e 4 e do grupo 2 com os grupos 3 e 4 para a temperatura da CGMCr, sendo observado maior temperatura nos animais dos grupos 1 e 2, respectivamente (Fig. 3).

A temperatura da CMC diferiu entre os grupos, sendo superior no grupo 1 em relação à do grupo 4 e a do grupo 2 foi superior à dos grupos 3 e 4 ($P<0,05$). Além disso, a temperatura da CGMC foi maior nos animais do grupo 1 do que nos do grupo 2, esse, por sua vez, teve temperatura superior à do grupo 3 (Fig. 3).

Houve diferença na temperatura da TGMCr ($P<0,05$) entre os grupos 2 e 3, sendo maior nos animais do grupo 2. E grupos 1 e 2 apresentaram temperatura da TGMCr maior ($P<0,05$) do que a do grupo 3 (Fig. 3).

No grupo 1, a TR correlacionou-se somente com a temperatura da CGMCr ($R^2= 0,55$; $P= 0,0050$).

Houve correlação da temperatura da CMCr com a da CGMCr ($R^2= 0,73$; $P<0,0001$) e com a da TGMCr ($R^2= 0,48$; $P= 0,0169$). Da mesma forma, a temperatura da CMC teve correlação com as temperaturas das cisternas ($R^2= 0,73$; $P<0,0001$) e das tetas ($R^2= 0,86$; $P<0,0001$) correspondentes.

No grupo 2, semelhantemente ao grupo 1, a TR teve correlação apenas com a temperatura da CGMCr ($R^2=0,58$; $P=0,0030$). A temperatura da CMCr apresentou correlação com a da CGMCr ($R^2=0,56$; $P=0,0045$) e a temperatura da CMC teve correlação com a da CGMC ($R^2=0,67$; $P=0,0003$) e com a da TGMCr ($R^2=0,49$; $P=0,0152$).

O grupo 3 apresentou correlação da TR com a temperatura da TGMCr ($R^2=0,64$; $P= 0,0008$) e com a da TGMCr ($R^2= 0,62$; $P= 0,0014$) e, também, com as concentrações plasmáticas de P_4 ($R^2= 0,61$; $P= 0,0016$). A temperatura da CMCr correlacionou-se com a da CGMCr ($R^2= 0,46$; $P= 0,0227$) e com a da TGMCr ($R^2= 0,52$; $P= 0,0091$). O mesmo foi verificado para os quartos caudais. A temperatura da CMC teve correlação com a da CGMC ($R^2=0,88$; $P<0,0001$) e com a da TGMCr ($R^2=0,56$; $P= 0,0046$).

No grupo 4, houve correlação da TR exclusivamente com a temperatura da CGMC ($R^2=0,58$; $P=0,0033$). Já a temperatura da CMCr

esteve correlacionada com a da CGMCr ($R^2=0,42$; $P=0,0402$) e com a da TGMCr ($R^2=0,52$; $P=0,0096$). A temperatura da TGMCr também teve correlação com as concentrações plasmáticas de INS ($R^2=0,53$; $P=0,0072$) e de GH ($R^2=0,43$; $P=0,04$). A variação média das concentrações plasmáticas dos hormônios dosados de cada grupo em cada mês está apresentada na Figura 4.

Houve ainda correlação da temperatura da CMC com a da CGMC ($R^2=0,48$; $P=0,0178$) e com a da TGMCr ($R^2=0,72$; $P<0,0001$) e essa, por conseguinte, apresentou correlação com as concentrações plasmáticas de GH ($R^2=0,44$; $P=0,0326$).

DISCUSSÃO

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. O parâmetro fisiológico dessa variável é obtido mediante a mensuração da temperatura retal, cuja média em búfalas leiteiras é de $38,41 \pm 0,43$ (Barbosa *et al.*, 2011). No presente estudo, foi observado uma uniformidade da resposta termorregulatória ao longo dos meses, dentro de cada grupo, a qual pode estar vinculada a regularidade dos fatores climáticos mensurados durante o período experimental.

Possivelmente, o condicionamento dos animais ao manejo realizado durante o experimento permitiu a ambientação dos mesmos ao local, às pessoas e às atividades, contribuindo também com a manutenção da TR ao longo do estudo.

Entretanto, a TR das bezerras (grupo 1) foi maior quando comparada aos demais grupos. Isso se deve ao fato de que a capacidade que os animais apresentam de trocar calor com o meio ambiente varia de acordo com a idade, características anatômicas, bem como o status fisiológico. Segundo Silva (2000), a TR, em animais homeotérmicos hígidos, irá aumentar, quanto mais ativa for a taxa metabólica do organismo, sendo essa mais acentuada em animais jovens, pois a necessidade energética para a manutenção homeotérmica é elevada.

A avaliação dos parâmetros térmicos, tanto dos quartos mamários craniais quanto dos caudais, mostrou que as temperaturas superficiais foram maiores em bezerras (grupo 1) e novilhas (grupo

2) do que nos animais mais velhos (gestantes e lactantes). Isso é consistente com a literatura, pois fêmeas adultas apresentam maior proporção de tecido glandular e adiposo em sua estrutura mamária (Hovey e Aimo, 2010). Uma das propriedades conhecidas do tecido adiposo é ser isolante térmico, o que provavelmente confere à glândula menor capacidade de dissipação de calor para o meio exterior através da pele, resultando em menor temperatura superficial mamária em fêmeas adultas.

Nas bezerras (grupo1) e novilhas (grupo 2), a TR esteve associada diretamente à temperatura da CGMCr, o que evidencia, assim, a relação de características termofisiológicas com o desenvolvimento mamário de animais em crescimento, revelando, dessa forma, o estado evolutivo anatomofuncional mamário aguardado para essa fase.

Nos animais dos grupos 1 e 2, o aumento da temperatura mamárias craniais e caudais esteve coligado com o acréscimo da temperatura de suas respectivas tetas e cisternas, o que permite inferir que o desenvolvimento mamário intensifique-se ainda nas primeiras fases de crescimento. O que corrobora Okada *et al.* (2013), em sua afirmação que a exterioridade da temperatura dos animais depende do fluxo sanguíneo e da taxa metabólica dos tecidos subcutâneos. Sendo que, quando há alterações na circulação dos tecidos adjacentes à pele, sua temperatura superficial também sofrerá alteração, mudando o padrão de cor no termograma, refletindo, assim, informações fisiológicas, anatômicas e funcionais.

Nas fêmeas do grupo 3, a TR esteve associada às temperaturas das tetas de ambas as glândulas (craniais e caudais), demonstrando a existência de uma relação da variação da temperatura corporal com a evolução da demanda fisiológica do úbere e, conseqüentemente, com o ingurgitamento mamário, pois o final da gestação é um período de intenso desenvolvimento mamário, logo, maior será a vascularização e a temperatura da face exterior da glândula (Prosser *et al.*, 1996).

Nesse mesmo grupo, a variação da TR esteve relacionada com alteração das concentrações plasmáticas de P_4 . O que está em concordância com Wrenn *et al.* (1958), que afirmam que a P_4

apresenta ação termogênica, que resulta no aumento da temperatura corporal basal na maior parte do período gestacional, exceto, quando na iminência do parto. Sabe-se que, durante a gestação há secreção contínua de P₄ pelo corpo lúteo e placenta, sendo esse hormônio imprescindível para a manutenção da gestação (Senger, 2005).

Além disso, nos animais do grupo 3, as temperaturas dos quartos mamários craniais e caudais estiveram atadas às temperaturas de suas correspondentes cisternas e tetas, sendo essa simetria térmica condizente às modificações do fluxo sanguíneo e do aumento do metabolismo equivalentes do desenvolvimento mamário previsto para o final da gestação (Davidson e Stabenfeldt, 2014). Assim, quanto maior a intensidade do intumescimento da glândula, maior será também a temperatura da estrutura mamária, corroborando Chacur *et al.* (2016b) em trabalho realizado com vacas leiteiras.

No grupo 4, a variação da TR ocorreu aliada à redução da temperatura da CGMC, tal fato pode estar relacionado à diminuição da atividade metabólica e do fluxo sanguíneo que ocorre durante a involução mamária em virtude da redução da síntese de leite (Capuco e Akers, 1999), evidenciando, assim, a existência de uma conexão entre as temperaturas corporal e superficial mamárias que obedece a variação das demandas metabólica corporal e mamária.

A relação estabelecida entre a TR e a temperatura da CGMC pode ser compreendida pela importância fisiológica que as glândulas mamárias caudais apresentam durante a lactação (Tančin *et al.*, 2006), visto que os quartos caudais são mais desenvolvidos e produzem mais leite que os quartos craniais (60 e 40%, respectivamente), o que indica que, possivelmente, o processo de involução mamária ocorra mais gradualmente nos quartos caudais do que nos craniais.

Nota-se que a redução da temperatura do corpo mamário ocorreu associada à diminuição da temperatura da cisterna e teta, isso tanto nas porções mamárias craniais como caudais. Tal fato, provavelmente, pode estar relacionado à involução do tecido mamário, no qual ocorrem os processos de apoptose e de diminuição da atividade metabólica e do fluxo sanguíneo, o que

possivelmente promove a redução harmônica da temperatura superficial mamária.

Com o avanço da lactação, o desenvolvimento da glândula mamária regride progressivamente, passando a um estado não-secretor. Paralelamente a esse processo, observou-se que a diminuição das concentrações plasmáticas de GH e o aumento das concentrações plasmáticas de INS ocorreram acompanhadas da redução da temperatura superficial das tetas das glândulas mamárias craniais e caudais.

O que está de acordo com o período de desenvolvimento mamário avaliado, uma vez que a diminuição dos níveis de plasmáticos de GH é considerada como o principal sinal de controle de apoptose e atrofia do tecido mamário, assim como o aumento das concentrações plasmáticas de INS é indicativo de redução do direcionamento da glicose sanguínea para a glândula, já que a síntese de leite durante essa fase é baixa (Svennersten-Sjaunja e Olsson, 2005).

CONCLUSÃO

A termografia digital por infravermelho detectou variações na temperatura superficial mamária em diferentes períodos de desenvolvimento, refletindo, assim, as alterações fisiológicas esperadas para cada fase e apresentou relação com os principais hormônios envolvidos na mamogênese de búfalas mestiças Murrah.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, D.L.M.; GARCIA, A.R.; MATOS, L.B. *et al.* Parâmetros fisiológicos de búfalas (*Bubalus bubalis*) criadas em sistema de integração várzea/terra-firme na Amazônia Oriental. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém. *Anais...* Belém: SBZ, 2011. p.1-3.
- CAPUCO, A.V.; AKERS, R.M. Mammary involution in dairy animals. *J Mammary Gland Biol. Neoplasia*, v.4, p.137-144, 1999.
- CHACUR, M.G.M.; BASTOS, G.P.; VIVIAN, D.S. *et al.* 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, 2016b.

- CHACUR, M.G.M.; SOUZA, C.D.; BASTOS, G.P. *et al.* Fatores climáticos e bem-estar em bovinos: enfoque na reprodução e lactação. In: SILVA, A.L.C.; BENINI, S.M.; DIAS, L.S. (Eds.). *Fórum ambiental - uma visão multidisciplinar da questão ambiental*. 2.ed. Tupã: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista - ANAP, 2016a. p.253-270.
- DANTAS, A. *Perfil hormonal e avaliação ultrassonográfica hemodinâmica da glândula mamária de búfalas em diferentes categorias*. 2016. 69f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP.
- DAVIDSON, P.A.; STABENFELDT, H.G. A glândula mamária. In: KLEIN, G.B. (Ed.). *Cunningham tratado de fisiologia veterinária*. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p.439-449.
- FEITOSA, F.L.F. Semiotics of the mammary gland of ruminants. In: FEITOSA, F.L.F. (Ed.). *Veterinary semiotics: the art of diagnosis*. 2.ed. Roca: São Paulo, 2008. 754p.
- FERREIRA, K.D.; FILHO, S.H.A.; BERTOLINO, J.F. Termografia por infravermelho em medicina veterinária. *Encicl. Biosfera*, v.13, p.1298-1313, 2016.
- HOVEY, R.C.; AIMO, L. Diverse and active roles for adipocytes during mammary gland growth and function. *J. Mammary Gland Biol Neoplasia*, v.15, p.279-290, 2010.
- HOVEY, R.C.; TROTT, J.F.; VONDERHAAR, B.K. Establishing a framework for the functional mammary gland: from endocrinology to morphology. *J Mammary Gland Biol. Neoplasia*, v.7, p.17-38, 2002.
- LEVINE, D.M.; BERENSON M.L.E.; STEPHAN, D. (Eds.). *Estatística: teoria e Aplicações*. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos, 2012. 834p.
- OKADA, K.; TAKEMURA, K.; SATO, S. Investigation of various essential factors for optimum infrared thermography. *J. Vet. Med. Sci.*, v.10, p.1349-1353, 2013.
- PROSSER, C.G.; DAVIS, S.R.; FARR, V.C. *et al.* Regulation of blood flow in the mammary microvasculature. *J. Dairy Sci.*, v.79, p.1184-1197, 1996.
- ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. *J. Anim. Behav. Biometeorol.*, v.2, p.73-84, 2014.
- SENGER, P.L. The puerperium and lactation. In: SENGER, P.L. (Ed.). *Pathways and pregnancy and parturition*. 2.ed. Pullman: Current Conceptions, 2005. p.337.
- SILVA, R.G. Termorregulação. In: _____. (Ed.). *Introdução à bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel, 2000. p.119-158.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.; OLSSON, K. Endocrinology of milk production. *Domest. Anim. Endocrinol.*, v.29, p.241-258, 2005.
- TANČIN, V.; IPEMA, B.; HOGWERF, P. *et al.* Sources of variation in milk flow characteristics at udder and quarter levels. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.978-988, 2006.
- WRENN, T.R.; BITMAN, J.; SYKES, J.F. Body temperature variations in dairy cattle during the estrous cycle and pregnancy. *J. Dairy Sci.*, v.41, p.1071-1076, 1958.