

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS TÉRMICAS DE MASTITE BOVINA

**RODES ANGELO BATISTA DA SILVA¹, BORKO STOSIC², HÉLITON PANDORFI³,
GLEDSON LUIZ PONTES DE ALMEIDA⁴, AGNES HELOÍSA SILVA RAMOS⁵,
GLEIDIANA AMÉLIA PONTES DE ALMEIDA⁶**

¹PPG em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE, FONE: (81) 995198500, rodesangel@gmail.com

²Físico, Prof. Titular, Departamento de Estatística e Informática (DEINFO), UFRPE, Recife, PE.

³Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE

⁴Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola/UFRPE, Recife, PE

⁵Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Bolsista do PetAgroenergia, UFRPE, Recife, PE

⁶ Doutora em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, UAG/UFRPE, Garanhuns, PE

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de leite, porém, entraves como a mastite ocasionam grandes perdas neste setor. Objetivou-se com essa pesquisa desenvolver programa computacional como ferramenta de auxílio no monitoramento e detecção precoce de quadros clínicos de mastite bovina. Foram utilizados 24 animais em condições clínicas distintas. O estudo foi realizado a partir de 96 imagens térmicas do úbere dos animais, nos enquadramentos anterolateral direito, anterolateral esquerdo, posterior e inferior. O pré-processamento e posteriormente rotulação dos clusters das imagens se deu pelo emprego do algoritmo Hoshen-Kopelman, representativo da variação da temperatura do úbere de 34 a 38°C. Os maiores clusters das imagens para os animais saudáveis corresponderam a 19,38, 24,11, 15,43 e 9,9% do total de pixels das imagens nos respectivos enquadramentos. Para os animais com mastite subclínica compreenderam 38,93, 45,86, 58,59 e 60,42% e para os animais com mastite clínica a representação percentual foi de 79,15; 69,73; 84,76 e 78,06%, respectivamente. O programa computacional foi capaz de classificar imagens térmicas da superfície do úbere, no entanto, o ângulo em que as imagens foram registradas pode interferir no resultado da classificação.

PALAVRAS-CHAVE: imagens térmicas, mastite, visão computacional

SOFTWARE FOR CLASSIFICATION OF THERMAL IMAGES OF BOVINE MASTITIS

ABSTRACT: Brazil is among the world's largest milk producers, however, barriers such as mastitis cause large losses in this sector. The objective of this research was to develop a computer program as a tool to aid in the monitoring and early detection of clinical manifestations of bovine mastitis. Twenty-four animals were used under different clinical conditions. The study was performed from 96 thermal images of the animals' udder, in the right, anterolateral left, posterior and inferior anterolateral frames. The preprocessing and subsequent labeling of the clusters of the images was done by the use of the Hoshen-Kopelman algorithm, representative of the variation of the udder temperature of 34 to 38°C. The largest clusters of

the images for the healthy animals corresponded to 19.38, 24.11, 15.43 and 9.9% of the total pixels of the images in the respective frames. For the animals with subclinical mastitis they comprised 38.93, 45.86, 58.59 and 60.42% and for the animals with clinical mastitis the percentage representation was 79.15; 69.73; 84.76 and 78.06%, respectively. The computer program was able to classify thermal images of the surface of the udder, however, the angle at which the images were recorded may interfere with the result of the classification.

KEYWORDS: thermal imaging, mastitis, computer vision

INTRODUÇÃO: O Brasil ocupa a quinta posição entre os maiores produtores mundiais de leite, com crescimento da produção de 31,67%, entre 2006 e 2017 (IBGE, 2017). No entanto, alguns entraves têm reduzido a eficiência produtiva do rebanho nacional, como a mastite, responsável por grandes perdas produtivas e econômicas (Langoni et al., 2017).

Nesse contexto, a termografia por infravermelho (TIV) tem auxiliado no diagnóstico de quadros infecciosos que causam alteração na temperatura da superfície do úbere de bovinos de leite. Dentre alguns estudos de interesse zootécnico, destaca-se Digiovani et al. (2016) e Polat et al. (2010) que utilizaram a termografia infravermelho como ferramenta de diagnóstico para a detecção de mastite subclínica e encontraram diferenças entre temperaturas do úbere saudável e com mastite.

Concomitante a obtenção da imagem térmica, a visão computacional auxilia sua interpretação por uma variedade de aspectos da análise visual, que se aproxima a capacidade de um especialista. Nesse contexto, Objetivou-se com essa pesquisa desenvolver programa computacional como ferramenta de auxílio no monitoramento e detecção precoce de quadros clínicos de mastite bovina..

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi realizada em uma unidade de produção de leite, Fazenda Roçadinho, localizada no município de Capoeiras, Estado de Pernambuco e contou com 24 vacas Girolando em condições clínicas distintas (8 animais saudáveis, 8 animais com mastite subclínica e 8 animais com mastite clínica) selecionadas de acordo com ordem de parto, estágio de lactação, idade, peso, escore corporal, produção e grau sanguíneo, sendo monitoradas para obtenção de imagens térmicas do úbere.

As imagens térmicas do úbere dos animais foram obtidas a partir de uma câmera termográfica por infravermelho, com resolução de 0,01°C, distância focal de 1,0 m e emissividade ajustada para 0,98 (Digiovani et al., 2016). As imagens foram registradas no turno da manhã, antes da primeira ordenha dos animais, entre às 05 e 07h00, no enquadramento anterolateral esquerdo, anterolateral direito, posterior e inferior, quatro imagens por animal, totalizando 96 imagens térmicas para análise de seus respectivos quartos mamários.

A etapa de pré-processamento das imagens foi realizada pelo software IMAGE J, e a rotulação dos clusters se deu pelo emprego do algoritmo Hoshen-Kopelman, baseando-se no princípio de organização dos dados, por meio do tamanho dos clusters, representativo da variação da temperatura de superfície do úbere entre 34 e 38°C. A escala de representação das cores utilizadas foi de 0 a 255, adotada pela conveniência de se guardar cada valor de cor em 1 byte (8 bits). Assim, verde – RGB (0;255;0) e azul – RGB (0;0;255).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As amostras de imagens térmicas utilizadas para a detecção dos quadros clínicos dos animais foram submetidas ao processamento, por meio da

segmentação (limiarização), para extrair características de interesse, com base no intervalo de temperatura entre 34 e 38°C. Estudos como os de Baffa et al. (2016) e Melo et al. (2014) comprovam a eficiência do método de limiarização para a utilização de imagens térmicas, com ênfase no diagnóstico precoce do câncer e para a contagem de células somáticas no leite bovino, por meio de imagens obtidas diretamente do microscópio óptico.

A classificação foi realizada pixel a pixel, em que se utilizou apenas a similaridade espectral de cada pixel, para localizar regiões homogêneas. Assim, o resultado da classificação foi uma imagem digital constituída de pixels representados por cores.

A classe indicada pela cor azul, referente ao maior cluster (região mais homogênea da imagem) apresentou média de 69.789, 86.811, 55.565 e 35.660 pixels, para as imagens dos animais saudáveis, nos enquadramentos anterolateral esquerdo (Figura 1-IA), anterolateral direito (Figura 1-IIA), posterior (Figura 1-IC) e inferior (Figura 1-ID), respectivamente. Os maiores clusters das imagens para esses animais corresponderam a 19,38, 24,11, 15,43 e 9,9% do total de pixels das imagens nos respectivos enquadramentos.

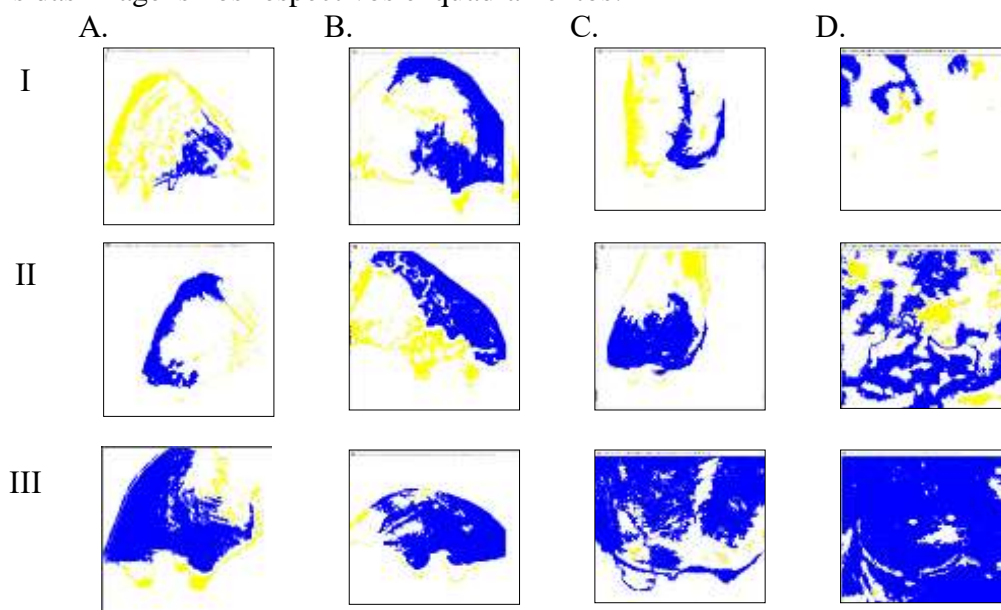


Figura 1. Imagens térmicas classificadas dos animais saudáveis (I), com mastite subclínica (II) e com mastite clínica (III) nos enquadramentos anterolateral direito (A), anterolateral esquerdo (B), posterior (C) e inferior (D)

Para as imagens dos animais classificados com mastite subclínica, os valores dos clusters para a faixa de temperatura estabelecida nos enquadramentos foram 165.090 (Figura 1-IIA), 140.137 (Figura 1-IIB), 210.931 (Figura 1-IIC) e 217.522 (Figura 1-IID).

Os clusters para os animais com mastite subclínica compreenderam 38,93, 45,86, 58,59 e 60,42% do total (360.000 pixels), respectivamente.

As imagens dos animais com mastite clínica apresentaram média de clusters dentro do intervalo de temperatura de superfície do úbere de 251.022 (Figura 1-IIIA), 284.928 (Figura 1-IIIB), 305.148 (Figura 1-IIIC) e 281.025 (Figura 1-IIID), nos enquadramentos, anterolateral esquerdo, anterolateral direito, posterior e inferior. A representação percentual dos clusters foi de 79,15; 69,73; 84,76 e 78,06%, respectivamente.

A classificação das imagens térmicas do úbere dos animais, em seus respectivos quadros clínicos, foi alcançada pelo software de análise visual, em que se verificou acurácia de (90,9%), especificidade de 57,14% e sensibilidade de 85,71% do algoritmo implementado para análise das imagens, pois, verifica-se que as imagens térmicas obedeceram um padrão morfológico, que permitiu determinar o perfil evolutivo da mastite. Resultados próximos foram encontrados

por Borchardt et al. (2013) que validaram os algoritmos e obtiveram acurácia, especificidade, e sensibilidade na classificação de suas imagens de 79, 92 e 88%, respectivamente.

CONCLUSÕES: O programa computacional foi capaz de classificar imagens térmicas da superfície do úbere, associada aos quadros clínicos de mastite bovina, contribuindo para a detecção precoce da doença. O ângulo em que as imagens foram registradas pode interferir no resultado da classificação da imagem, pela subtração de alguns pixels da região de interesse.

REFERÊNCIAS

- BAFFA, M.F.O.; CHELONI, D.J.M.; LATTARI, L.G.; COELHO, M.A.N. Segmentação Automática de Mamas em Imagens infravermelhas utilizando limiarização com refinamento adaptativo em bases multivariadas. *Revista de Informática Aplicada*, v. 12, n.2, 2016.
- BORCHARTT, T. B. et al. Breast thermography from an image processing viewpoint: A survey. *Signal Processing*, Elsevier, v. 93, n. 10, p. 2785–2803, 2013.
- DIGIOVANI, D.B.; BORGES, M.H.F.; GALDIOLI, V.H.G.; MATIAS, B.F.; BERNARDO, G.M.; SILVA, T.R.; FÁVARO, P.C.; JÚNIOR, F.A.B.; LOPES, F.G.; JÚNIOR, C.K.; RIBEIRO, E.L.A.; Infrared thermography as diagnostic tool for bovine subclinical mastitis detection. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade animal*, v.10, n.4, p.685-692, 2016.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017. Disponível em:
https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf Acesso em 06/11/2017.
- LANGONI, H.; SALINA, A.; OLIVEIRA, G.C.; JUNQUEIRA, N.B.; MENOZZI, B.D.; JOAQUIM, S.F. Considerações sobre o tratamento das mastites. *Pesquisa Veterinária Brasileira* v.37, n.11, p.1261-1269, 2017.
- MELO, G.J.A.; NETO, B.A.M.; GOMES, V.; ALMEIDA, L.A.L.; LIMA, A.C.C. Método de limiarização automática para a contagem de células somáticas em imagens microscópicas. *Revista GEINTEC*. v. 4,n.3, p.1283 -1291, 2014.
- POLAT, B.; COLAK, A.; CENGIZ, M.; YANMAZ, L.E.; ORAL, H.; BASTAN, A.; KAYA, S.; HAYIRLI, A. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. *Journal Dairy Science*. Source: *Journal of dairy science*. v.93, n.8 p. 3525-3532, 2010.