

## SOFTWARE PARA ANÁLISE DE IMAGENS TÉRMICAS E DETECÇÃO DE MASTITE BOVINA

Rodes Angelo Batista da Silva<sup>1\*</sup>, Borko Stosic<sup>2</sup>, Héilton Pandorfi<sup>3</sup>, Gledson Luiz Pontes de Almeida<sup>4</sup>, Nicole Viana da Silva<sup>5</sup>, Taize Calvacante Santana<sup>6</sup>, Wesley Amaro da Silva<sup>7</sup>, Maria de Fátima Araújo Alves<sup>8</sup>, Nicolý Farias Gomes<sup>9</sup>

<sup>1</sup>PPG em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE, Autor correspondente: [rodesangel@gmail.com](mailto:rodesangel@gmail.com)

<sup>2</sup>Professor Titular do Departamento de Informática, UFRPE, Recife, PE

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

<sup>4</sup>Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE

**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 processamento das imagens se deu por técnica de clusterização por meio do algoritmo Hoshen-Kopelman sendo utilizada a linguagem C++ e Visual Studio. Para isso foi utilizado o canal vermelho das imagens RGB. Os clusters representativos dos animais saudáveis corresponderam a 9,9; 15,43; 19,38 e 24,11% do total de pixels das imagens nos respectivos enquadramentos. Para os animais com mastite subclínica os clusters variaram entre 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 identificar nas imagens térmicas as alterações de temperatura da superfície do úbere, no entanto, o ângulo em que as imagens foram registradas pode interferir no resultado final da análise.

**PALAVRAS-CHAVE:** imagens térmicas, mastite, visão computacional

**ABSTRACT:** Brazil is among the largest world producers, however, obstacles such as mastitis cause great losses in this sector. The objective of this research was to develop a computer program as a tool to assist in the monitoring and early detection of clinical pictures of bovine mastitis. 24 animals were used in different clinical conditions. The study was carried out using 96 thermal images of the animals' udders, in the right anterolateral, left anterolateral, posterior and inferior frames. The image processing was done by clustering technique using the Hoshen-Kopelman algorithm being used for C++ and Visual Studio development. For this, the red channel of the RGB images was used. The representative clusters of the healthy animals corresponded to 9.9; 15.43; 19.38, 24.11% of the total pixels of the images in the respective frames. For animals with subclinical mastitis the clusters vary

between 38.93, 45.86, 58.59 and 60.42% and for animals with clinical mastitis the percentage representation of 79.15; 69.73; 84.76 and 78.06%, respectively. The computer program was to identify in the thermal images as changes in temperature of the udder surface, however, the angle at which the images were produced may interfere with the analysis result.

**KEYWORDS:** thermal images, 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 2009 e 2019 (IBGE, 2020). 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. O processamento e a rotulação dos clusters se deu pelo emprego do algoritmo Hoshen-Kopelman, utilizando linguagem C++ e Visual Studio. Para a rotulação dos clusters foi utilizado o canal vermelho de cada imagem RGB.

**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 da região vermelha da imagem térmica. A classificação dos pixels foi realizada levando em consideração 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.

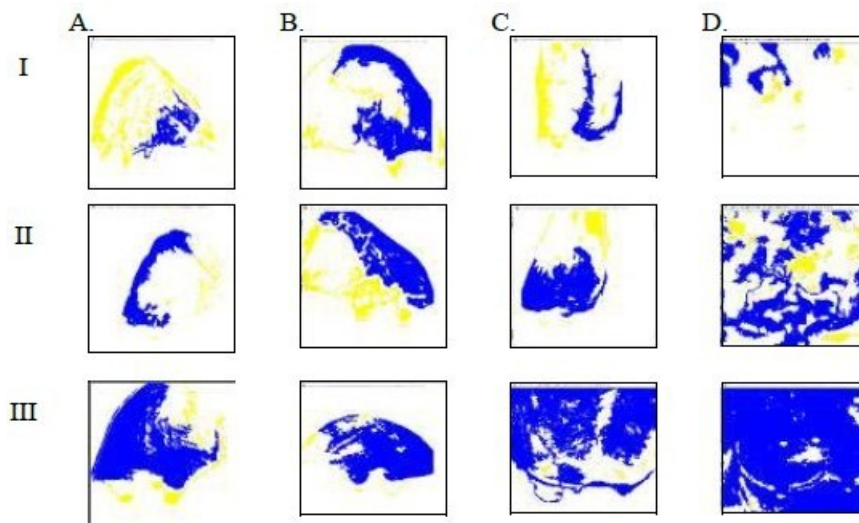


Figura 1. Imagens térmicas classificadas dos animais saudáveis (I), com mastite subclínica (II) e com mastite clínica (III) nos enquadramentos anterolateral direito (A), anterolateral esquerdo (B), posterior (C) e inferior (D)

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-IIID). 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 dos pixels das imagens térmicas do úbere dos animais, em seus respectivos quadros clínicos, foi alcançada pelo software de análise visual pela verificação do tamanho do cluster.

**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.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Departamento de Informática pelo apoio ao projeto e à FACEPE pela concessão da bolsa de mestrado.

**REFERÊNCIAS:**

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.

HOSHEN, J.; KOPELMAN, R. Percolation and cluster distribution. I. Cluster multiple labeling technique and critical concentration algorithm. Physical Review B. v.14, n.8,1976.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2020. Disponível em:

[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf) Acesso em 03/03/2020.

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.

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.