

## PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS TÉRMICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE MASTITE BOVINA UTILIZANDO TÉCNICA DE AGRUPAMENTO DE DADOS

RODES ANGELO BATISTA DA SILVA<sup>1</sup>, HÉLITON PANDORFT<sup>2</sup>, GLEDSON LUIZ PONTES DE ALMEIDA<sup>3</sup>, AGNES HELOÍSA SILVA RAMOS<sup>4</sup>, GLEIDIANA AMÉLIA PONTES DE ALMEIDA<sup>5</sup>, MARCOS VINÍCIUS DA SILVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PPG em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE, FONE: (81) 995198500, [rodesangel@gmail.com](mailto:rodesangel@gmail.com)

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE

<sup>3</sup>Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola/UFRPE, Recife, PE

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Bolsista do PetAgroenergia, UFRPE, Recife, PE

<sup>5</sup>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:** A importância do leite pode ser observada no ambiente produtivo e econômico mundial, porém, entraves como a mastite bovina comprometem sua produtividade. O processamento digital de imagens envolve aquisição e interpretação. Neste contexto, objetivou-se classificar imagens térmicas de animais saudáveis e com mastite subclínica e clínica, tomando-se como base a temperatura de superfície do úbere. As imagens foram obtidas de 24 animais (8 saudáveis, 8 com mastite subclínica e 8 com mastite clínica) totalizando 96 imagens térmicas nos enquadramentos anterolateral esquerdo, direito, posterior e inferior. O processamento foi realizado pelo algoritmo K-means utilizando o software IMAGE J. Os valores dos clusters para os animais saudáveis variaram de 254.25 a 254.77 para cluster 0 e 1,62 a 2,078 para cluster 1. Para os animais com mastite subclínica variaram de 254.1 a 254.7 para cluster 0 e 0,88 a 1,3, para os animais com mastite clínica variaram de 254,62 a 254,33 para cluster 0 e 1,16 a 0,77 para cluster 1, respectivamente. Foi possível classificar imagens térmicas de animais saudáveis e animais com mastite nos enquadramentos anterolateral esquerdo, direito e posterior utilizando processamento de imagens por meio do algoritmo proposto.

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

## DIGITAL PROCESSING OF THERMAL IMAGES FOR IDENTIFICATION OF BOVINE MASTITIS USING DATA COLLECTION TECHNIQUE

**ABSTRACT:** The importance of milk can be observed in the world productive and economic environment, however, obstacles such as bovine mastitis compromise its productivity. Digital image processing involves acquisition and interpretation. In this context, the objective was to classify thermal images of healthy animals and with subclinical and clinical mastitis, based on the surface temperature of the udder. The images were obtained from 24 animals (8 healthy, 8 with subclinical mastitis and 8 with clinical mastitis), totaling 96 thermal images in the left, right, posterior and inferior anterolateral frames. The K-means algorithm was performed using the IMAGE J. software. Cluster values for healthy animals ranged from 254.25 to 254.77 for

cluster 0 and 1.62 to 2.078 for cluster 1. For animals with subclinical mastitis ranged from 254.1 to 254.7 for cluster 0 and 0.88 to 1.3, for animals with clinical mastitis ranged from 254.62 to 254.33 for cluster 0 and 1.16 to 0.77 for cluster 1, respectively. It was possible to classify thermal images of healthy animals and animals with mastitis in the left, right and posterior anterolateral frames using image processing through the proposed algorithm.

**KEYWORDS:** thermal imaging, mastitis, computational vision

**INTRODUÇÃO:** O leite é um alimento de elevado valor nutricional, que fornece nutrientes importantes, sendo considerado essencial à alimentação humana. Desse modo, a importância do leite pode ser observada no ambiente produtivo e econômico mundial (MATTE JÚNIOR e JUNG, 2017). Entraves como a mastite bovina, que é um resultado comum de uma infecção da glândula mamária, ocasiona muitas perdas neste setor (SIMÕES e OLIVEIRA, 2012).

O processamento digital de imagens (PDI) é composto pelas seguintes etapas: aquisição de imagem, pré-processamento, segmentação, representação, descrição, reconhecimento, interpretação e base de conhecimento (GONZALEZ e WOODS, 2000). Com relação a utilização dessa ferramenta na produção de leite, Rezende (2017) desenvolveu estudo em que utiliza o PDI na detecção de mastite em vacas leiteiras.

O algoritmo K-médias é um algoritmo que tem por função principal o agrupamento de dados em k conjuntos diferenciados entre as especificações do grupo de dados (DA SILVA et al., 2019). Neste contexto, a presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de classificar imagens térmicas de animais saudáveis, com mastite subclínica e clínica, tomando-se como base a temperatura de superfície do úbere.

**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 0,97 de acordo com o aplicativo Flir QuickReport (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 condição clínica dos animais foi estabelecida pelo *California Mastitis Test* (CMT). O teste foi realizado para cada quarto mamário, em que se atribuiu escores que variaram de 2 a 5, de acordo com a formação do precipitado. Para a detecção dos casos de mastite clínica foi realizado o teste da caneca de fundo preto. Neste teste foi possível detectar alterações visíveis no leite (menor volume secretado, grumos, pus ou aspecto aquoso).

Após o ajuste das imagens o fundo foi removido para que fosse obtida uma região de interesse (ROIs), essa região refere-se ao úbere do animal. Nesse processo foram retiradas regiões que não seriam analisadas como ambiente e pernas do animal.

A técnica de clusterização consiste na decomposição de uma imagem digital em dois grupos de pixels, os que possuem um nível de cinza abaixo do limiar e os que possuem um nível de cinza acima do limiar (Azevedo e Conci, 2003). O limiar utilizado na análise das imagens foi o intervalo de temperatura para cada caso clínico: animais saudáveis (34 a 35°C), animais com

mastite subclínica (34 a 37 °C) e animais com mastite clínica (34 a 38 °C). A divisão entre essas classes ocorreu durante o processamento, que a partir de uma imagem binária, agrupou-se os pontos do primeiro plano (objeto) com valor “1” e os demais receberam o valor “0”, definidos então como fundo.

A etapa de processamento foi realizada pelo software IMAGE J através do plugin segmentation (kmeans clustering). A rotulação dos clusters se deu através da técnica de clusterização utilizando o algoritmo K-means. Este algoritmo é uma heurística de agrupamento não hierárquico que busca minimizar a distância dos elementos a um conjunto de k centros dado por  $\chi = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  de forma iterativa. (LINDEN, 2009).

O algoritmo depende de um parâmetro (k=número de clusters) definido de forma ad hoc pelo usuário. Isto costuma ser um problema, tendo em vista que normalmente não se sabe quantos clusters existem a priori. O algoritmo do K-Means pode ser descrito da seguinte maneira: escolher k distintos valores para centros dos grupos (possivelmente, de forma aleatória); associar cada ponto ao centro mais próximo; recalcular o centro de cada grupo; repetir os passos 2-3 até nenhum elemento mudar de grupo.

Foi utilizado um valor de 0,0001 de tolerância do centro de cluster para atualização da iteração. Quando os centros do clusters, após as iterações, se mantiverem estáticos a partir do valor de tolerância, admite-se que o algoritmo convergiu para a solução final.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O resultado das imagens clusterizadas por meio do algoritmo K-means estão apresentadas na Figura 1. De acordo com a escala de representação das cores utilizada (0 a 255) pela conveniência de se guardar cada valor de cor em 1 byte (8 bits) os valores dos clusters para os animais saudáveis variaram de 254,77 a 254,25 para cluster 0 (cor preta) e 1,62 a 2,078 para cluster 1 (cor cinza, que refere-se ao limiar definido para os enquadramentos anterolateral esquerdo, direito, posterior e inferior).

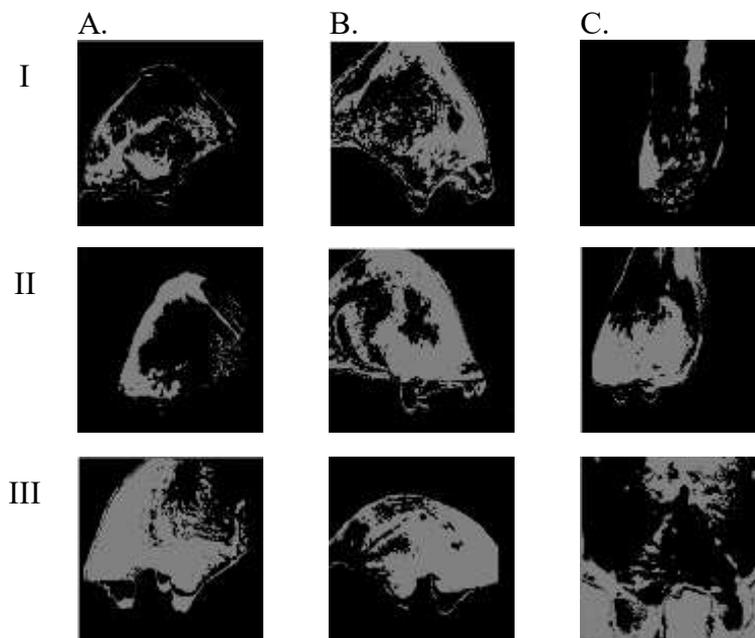


Figura 1. Resultado da técnica de clusterização utilizando o algoritmo K-médias para os animais saudáveis (I), com mastite subclínica (II) e clínica (III) nos enquadramentos anterolateral esquerdo (A), anterolateral direito (B), posterior (C)

Os valores dos clusters para os animais com mastite subclínica variaram de 254,7 a 254,1 para cluster 0 e 0,88 a 1.3 para cluster 1 respectivamente considerando os mesmos enquadramentos.

Para os animais com mastite clínica variaram de 254,62 a 254,33 para cluster 0 e 0,77 a 1,16 para cluster 1 respectivamente. De acordo com os valores do cluster 1 para as imagens analisadas houve evidente diferenciação entre os animais saudáveis e os animais com mastite subclínica e clínica porém não houve uma diferenciação entre os dois últimos quadros clínicos. Para as imagens apresentadas foi perceptível a diferenciação entre os quadros clínicos nos enquadramentos anterolateral esquerdo e direito porém o contraste para o enquadramento posterior não permitiu correta classificação.

As imagens inferiores não convergiram para um resultado esperado utilizando o algoritmo proposto, portanto, não foram obtidos resultados referentes a clusterização. Segundo Linden (2009) um ponto que pode afetar a qualidade dos resultados é a escolha do número de conjuntos feita pelo usuário. Se o número de conjuntos for pequeno demais pode causar a junção de dois clusters naturais, enquanto que se for grande demais pode fazer com que um cluster natural seja quebrado artificialmente em dois. Zheng et al. (2018) propuseram um método adaptativo de segmentação de imagens que gera resultados de segmentação precisos com operação simples e evita a entrada interativa do valor de K e comprovam que o método proposto neste artigo não é apenas simples, mas também preciso e eficaz.

**CONCLUSÕES:** Foi possível classificar imagens térmicas de animais saudáveis e com mastite nos enquadramentos anterolateral esquerdo, direito e posterior utilizando processamento de imagens através do algoritmo proposto.

#### **REFERÊNCIAS:**

- DA SILVA, L.G.; OLIVEIRA, C.B.F.; BERBER, B.B.; MOREIRA, E.F.A.; SANTANA, L.; DE BRUM, F.; MOZZAQUATRO, P.M.; ZANATTA, J.M. Estudo sobre os algoritmos de clusterização *hierárquica clusterer e Simple K-means* aplicados no Agrupamento de padrões similares. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 17, n. 1, 2019.
- 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.
- MATTE JÚNIOR, A.A.; JUNG, C.F. Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. Ágora, v. 19, n. 1, p. 34-47, 2017.
- REZENDE, E.S.J. Modelo de detecção de mastite em vacas leiteiras usando termografia infravermelho. 56 p. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- SIMÕES, TVMD; OLIVEIRA, A. A.; MASTITE BOVINA, Considerações. Impactos Econômicos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012.
- ZHENG,X.; LEI, Q.; CORRER,Y.; GONG, Y.; QIAN, Y. Image segmentation based on adaptative K-means Aalgorithm. I. EURASIP Journal on Image and Video Processing. n.68, 2018.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Processamento de Imagens Digitais. Edgar Blücher Ltda, 2000.LINDEN, R. Técnicas de Agrupamento. Revista de Sistemas de Informação da FSMA, n. 4, pp. 18-36, 2009.