

## SEGMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE IMAGENS TÉRMICAS UTILIZANDO MÉTODOS GLOBAIS

RODES ANGELO BATISTA DA SILVA<sup>1</sup>, JOÃO PAULO SILVA DO MONTE LIMA<sup>2</sup>,  
HÉLITON PANDORFF<sup>3</sup>, GLEDSON LUIZ PONTES DE ALMEIDA<sup>4</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. de Biosistemas, colaboradora do LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

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

<sup>4</sup>Graduanda do curso Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife,

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** O Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário mundial de produção de leite. Este setor atualmente enfrenta muitas perdas econômicas e um dos fatores que mais atua neste sentido é a mastite bovina. Objetivou-se com este estudo comparar dois métodos globais de limiarização de imagens para classificação de quadros clínicos de mastite bovina utilizando contornos. A pesquisa foi realizada em uma unidade de produção de leite, localizada no município de Capoeiras/PE. O total de amostras foram 120 animais classificados de acordo com o quadro clínico. As imagens foram obtidas por meio de câmera termográfica por infravermelho, registradas a 1,0 m de distância entre a câmera e o úbere do animal nos enquadramentos anterolateral esquerdo e direito. A etapa de análise das imagens seguiu o procedimento de correção, suavização com filtro gaussiano, segmentação pelos métodos propostos (global simples e Otsu) e decisão quanto ao melhor método pra análise. Para os procedimentos de análise foi utilizado o PYTHON-IDLE e os métodos utilizados (global simples e Otsu) na linguagem python 3.7. As áreas em pixels variaram de 55.675 a 67.500 e 63.450 a 68.995 para os quartos anterolaterais esquerdos e direitos dos animais saudáveis (29,2 a 36,9°C). De 77.675 a 80.500 e 81.324 a 82.345 para os animais com mastite subclínica (32,9 a 36,2 °C) e 86.500 a 88.664 e 87.565 a 89.300 para os animais com mastite clínica (34,8 a 38,1 °C). O método global proposto quando comparado ao método de Otsu apresentou maior precisão na classificação das imagens térmicas de mastite bovina auxiliando sua classificação por contornos.

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

## AUTOMATIC SEGMENTATION OF THERMAL IMAGES USING GLOBAL METHODS

**ABSTRACT:** Brazil occupies a prominent position in the world milk production scenario. This sector currently faces many economic and one of the factors that most acts in this regard is bovine mastitis. The objective of this study is to compare two global methods of image thresholding for the classification of clinical pictures of bovine mastitis using contours. A research was carried out in a milk production unit, located in the municipality of Capoeiras / PE. The total samples were 120 animals classified according to the clinical picture. As images were cut using an infrared thermographic camera, recorded at 1.0 m of distance between the

camera and the animal's humerus in the left and right anterolateral frames. An image analysis step followed by the correction procedure, smoothing with Gaussian filter, segmentation by the proposed methods (simple global and Otsu) and decision on the best analysis method. For the analysis procedures, PYTHON-IDLE and the methods used (global simple and Otsu) in python 3.7 were used. As pixel areas, they range from 55,675 to 67,500 and 63,450 to 68,995 for the left and right anterolateral quarters of healthy animals (29.2 to 36.9 ° C). From 77,675 to 80,500 and 81,324 to 82,345 for animals with subclinical mastitis (32.9 to 36.2 ° C) and 86,500 to 88,664 and 87,565 to 89,300 for animals with clinical mastitis (34.8 to 38.1 ° C). The proposed global method, when compared to the Otsu method, presents a higher classification in the thermal classification of thermal images of bovine mastitis, helping its classification by contours.

**KEYWORDS:** thermal imaging, thresholding, mastitis, computer vision

**INTRODUÇÃO:** O setor leiteiro atualmente enfrenta muitas perdas econômicas e um dos fatores que mais atua neste sentido é a mastite bovina, principalmente em ambientes com práticas higiênicas inadequadas que estimulam a proliferação de microorganismos contagiosos ou ambientais, ocasionando inflamação da glândula mamária e posterior diminuição da produção e da qualidade do produto final (POSSENTI et al., 2018).

Neste contexto, a detecção precoce dos sintomas relacionados ao quadro de mastite constitui-se em um dos principais desafios para os profissionais que atuam na bovinocultura de leite, sendo necessário o emprego de dispositivos capazes de analisar os animais de maneira não invasiva como a termografia por infravermelho (DIGIOVANI et al., 2016). As técnicas de visão computacional tem auxiliado na detecção precoce de doenças pois, por meio de imagens térmicas é possível extrair informações por protocolos de operações e/ou transformações, que pode resultar numa nova representação da imagem até a obtenção de sinais e padrões que auxiliam no processo de tomada de decisão (GARCÍA et al., 2015). Dessa forma, objetivou-se com este estudo comparar dois métodos globais de limiarização de imagens para classificação de quadros clínicos de mastite bovina utilizando contornos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi realizada em uma unidade de produção de leite, localizada no município de Capoeiras, Pernambuco. O total de amostras foi de 120 animais (40 animais saudáveis, 40 com mastite subclínica e 40 com mastite clínica) selecionados de acordo com alguns critérios como: animais de mesma ordem de parto, estágio de lactação, escore corporal, produção e grau sanguíneo. A aquisição de imagens térmicas do úbere dos animais foi obtida 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 mesmas foram registradas no turno da manhã, antes da primeira ordenha dos animais, entre às 05 e 07h00.

De cada imagem foi retirada uma matriz de 300 x 300 pixels correspondente a área superficial do úbere dos animais que apresentavam maior temperatura, região vermelha e branca na imagem. Para os animais saudáveis a faixa de temperatura das matrizes variaram de 29,2 a 36,9 °C com média de 33,05 °C para os quartos anterolaterais direitos e 28,6 a 34,0 °C com média 31,3°C. Para os animais com mastite subclínica os valores variaram de 32,9 a 36,2 °C com temperatura média de 34,55 °C para os quartos anterolaterais esquerdo e 33,3 a 37,0 °C com média 36,4 °C para os anterolaterais direitos. Já nos animais com mastite clínica os valores variaram em média de 34,8 a 38,1 °C, com média de 37,4 °C para anterolaterais direitos e 34,3 a 38,5 °C com média 36,5 °C para o anterolateral esquerdo.

A partir da seleção das áreas de interesse foram aplicados os dois algoritmos de segmentação e uma máscara pelo filtro gaussiano para verificação da existência de ruído na imagem e, posteriormente verificou-se o desempenho dos algoritmos tomando como base as temperaturas mínima, máxima e média das imagens, que permitiu sua classificação pelo maior contorno da área em pixels.

Os algoritmos utilizados foram desenvolvidos na linguagem python utilizando a biblioteca Opencv com o ambiente de desenvolvimento integrado denominado PYTHON-IDLE. Para segmentação das imagens foram utilizados dois métodos de limiarização global sendo um simples e o outro ótimo (Método de Otsu). Na avaliação dos resultados obtidos pelos métodos utilizados para análise foram utilizadas as medidas de acurácia, sensibilidade e especificidade

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foi utilizado o limiar indicativo das temperaturas médias da temperatura do úbere dos animais de 34,5 °C (saudáveis), 34,2 °C (mastite subclínica) e 37,4 °C (mastite clínica) para que o método global simples pudessem ser comparado ao método de Otsu (Figura 4).

A princípio foi visualizada diferença entre os dois métodos e evidenciada após a aplicação do filtro gaussiano, que serviu para reduzir o nível de ruído de um sinal de entrada, a fim de diminuir a distorção na imagem. Nota-se no histograma da imagem suavização no contorno após aplicação do filtro, melhorando o desempenho do algoritmo Otsu (figura 1).

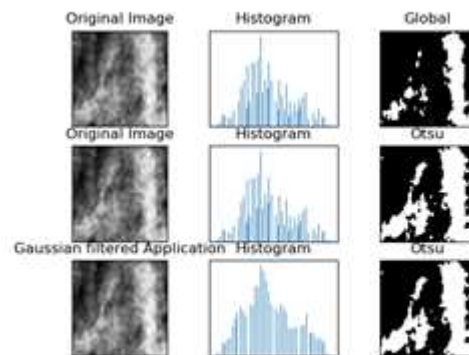


Figura 1. Imagem da matriz 300 x 300 segmentada pelo método global, por Otsu e aplicação de Otsu após suavização pelo filtro gaussiano

O método de Otsu tem se mostrado eficaz quando utilizado para segmentar imagens térmicas. Estudos como os de Baffa et al. (2016) desenvolveram um método de segmentação utilizando limiarização de Otsu com refinamento adaptativo e Melo et al (2014) desenvolveram um algoritmo capaz de segmentar e enumerar células somáticas presentes em imagens capturadas por meio da microscopia direta utilizando o método.

O algoritmo proposto para melhorar o desempenho do método global simples consistiu em segmentar a partir do histograma da imagem térmica e estabelecer um limiar para a divisão da imagem, com o emprego dos picos máximo e mínimo de temperatura, que se finaliza com a aplicação de um contorno para a contagem dos pixels da área de maior temperatura na imagem.

As áreas em pixels variaram de 55.675 a 67.500 e 63.450 a 68.995 para os quartos anterolaterais esquerdos e direitos dos animais saudáveis, respectivamente. De 77.675 a 80.500 e 81.324 a 82.345 para os animais com mastite subclínica e 86.500 a 88.664 e 87.565 a 89.300 para os animais com mastite clínica. Para as imagens dos animais com mastite

clínica foi realizada a contagem dos pixels para classificação, pois, o algoritmo proposto mostrou-se eficiente em detectar o contorno de regiões vermelhas na imagem (figura 2).

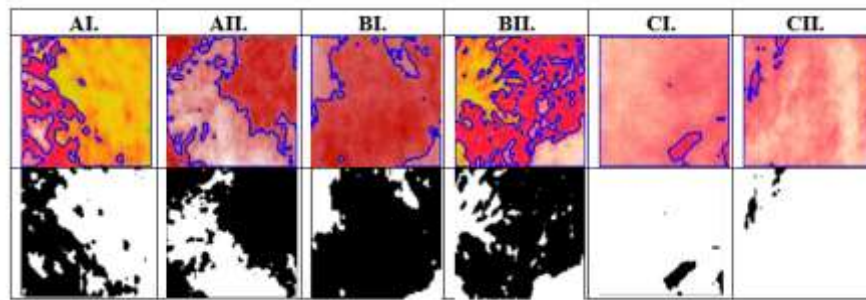


Figura 2. Detecção do maior contorno dos quartos anterolaterais esquerdo e direito dos animais saudáveis (AI e AII), referente a animais com mastite subclínica (BI e BII) e animais com mastite clínica (CI e CII) e imagem segmentada pelo algoritmo proposto

Com relação a acurácia, sensibilidade e especificidade o método global simples proposto permitiu classificar com maior precisão as imagens 90,2 %, 77,6 % e 68,9 % respectivamente. Obtiveram-se valores inferiores de acurácia para o método de Otsu 85,71% e 75,6% e 71,2% de sensibilidade e especificidade.

**CONCLUSÕES:** Entre os métodos globais, o método de Otsu foi mais eficiente em separar os pixels de interesse limiarizando com mais precisão as imagens térmicas quando comparado ao método global simples. O método global proposto quando comparado ao método de Otsu apresentou maior precisão na classificação das imagens térmicas de mastite bovina auxiliando sua classificação por contornos.

## 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*, n.12, v.2, 2016.
- 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.
- GARCIA, G. B.; ARANDA, G.B.; GARCIA, J.S.; SUAREZ, O.D.; TERCERO, J.S.; ENANO, N.V. *Learning Image Processing with OpenCV*. [S.l.]: Packt Publishing Ltda. 2015
- POSSENTI, C.G.R.; HOERN, R.C.; MORI, N.C.; RIBAS JÚNIOR, V.; GOLLE, D.P.; KOEFENDER, J. Avaliação de Estresse Oxidativo no Plasma de Bovinos Leiteiros com mastite. 2018. *Ciência animal brasileira*, v.19, p. 1-9.
- 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.