

# MastitAlert: em direção à detecção da mastite durante o ato da ordenha

Gabriel Portugal<sup>1</sup>, Gustavo Guedes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Católica de Petrópolis  
R. Barão do Amazonas, 124 - Centro, Petrópolis - RJ, 25685-100

<sup>2</sup>CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca  
Av. Maracanã, 229 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

gabrielpguadalupe@gmail.com, gustavo.guedes@cefet-rj.br

**Abstract.** *Mastitis is a disease that significantly impacts dairy farming. Its sub-clinical form can lead to significant losses since it does not show visible signs in the milk or in the animals' mammary glands. There are several ways to detect subclinical mastitis. We can highlight the instruments that use electric current to measure the degree of mastitis in milk. However, these devices are used in milk after milking. This work in progress also proposes an instrument to measure mastitis in milk using electric current, however, during the act of milking.*

**Resumo.** *A mastite é uma doença que impacta significativamente a pecuária leiteira. Sua forma subclínica pode levar a prejuízos relevantes, dado que não apresenta sinais visíveis no leite ou nas glândulas mamárias dos animais. Há diversas maneiras de detectar a mastite subclínica. Pode-se destacar os dispositivos que usam a corrente elétrica para aferir o grau de mastite no leite. No entanto, esses dispositivos são empregados no leite após o ato da ordenha. Este trabalho em andamento propõe um dispositivo para aferir a mastite no leite por meio da corrente elétrica, entretanto, durante o ato de ordenha.*

## 1. Introdução

A mastite acarreta impacto significativo na pecuária leiteira, dado que é a doença mais frequente em animais leiteiros [Langoni 2013]. Essa doença consiste em um processo inflamatório das glândulas mamárias, geralmente causado por bactérias [Dai et al. 2012]. A bactéria mais importante para a etiologia da mastite é a *Staphylococcus coagulase negativa* (SCN), responsável pelo maior número de casos de mastite [Silva and Rizzo 2019].

Por se tratar de uma inflamação das glândulas mamárias, a mastite pode se manifestar de duas maneiras: subclínica e clínica [Maiocchi et al. 2019]. Na mastite subclínica, não há sinais evidentes no leite ou na glândula mamária do animal, pois as alterações acontecem na composição do leite [Santos et al. 2020]. Esse tipo de mastite pode levar a prejuízos no descarte do leite, elevação da mão de obra, altos custos de medicação e serviços veterinários [Massote et al. 2019]. Já na mastite clínica, é possível observar alterações na glândula mamária e alterações nas características do leite [Santos et al. 2020]. É importante destacar que a mastite clínica pode acarretar perda funcional da glândula mamária ou até mesmo a morte do animal [Massote et al. 2019].

Estudos em vacas leiteiras na Bahia apontam que mais de 35% dos animais estavam com a mastite subclínica e 90% das fazendas analisadas tinham ao menos um animal

com algum tipo de mastite [de Oliveira et al. 2010]. A alta porcentagem de animais com mastite subclínica se deve à não existência de sinais visíveis. Assim, essa doença pode passar despercebida pelos ordenhadores e se disseminar pelo rebanho.

Uma forma de detectar essa doença, ainda no estado subclínico, é com base no número de células somáticas (CSS), calculado por meio da condutividade elétrica (CE) aferida no leite [Lopes et al. 2017]. A CE mede a capacidade de conduzir uma corrente elétrica entre dois eletrodos, cujo resultado é expresso em milisiemens (mS). Quando a vaca está sadia, sem sintomas de mastite, a CE pode variar entre 0,4 a 0,5 mS [Maiochi et al. 2019]. Caso esteja com mastite subclínica, a CE aumenta para 0,537 mS e em casos clínicos, a CE sobe para 0,673 mS [Maiochi et al. 2019].

As medições da CE no leite possuem a vantagem de oferecer resultados rápidos, permitindo o monitoramento do rebanho diariamente e a identificação precoce, tudo isso, na própria propriedade [de Souza et al. 2019]. No entanto, as soluções que existem hoje necessitam que o leite seja extraído em um recipiente e esse recipiente seja levado até uma máquina responsável por fazer a análise. Isso acarreta uma demora no processo de extração do leite, parando a linha de produção enquanto os resultados são aferidos.

Nesse cenário, o objetivo geral desse estudo é desenvolver um dispositivo para aferir a CE do leite durante o ato da ordenha e realizar um diagnóstico da mastite em tempo real. Essa proposta difere do que o mercado dispõe no momento, que é a aferição da CE após o ato da ordenha ou em exame laboratorial. A ideia é acoplar o hardware proposto na ordenhadeira mecânica e, em seguida, calcular o valor de milisiemens do leite, notificando de forma sonora e visual caso o valor lido supere 0,537 mS. O modelo em 3D ilustrado na Figura 1 apresenta, no item 1, o cano da ordenhadeira, que será conectado ao MastitAlert (representado pelo item 2). No item 3 pode-se notar a tela do aferidor de mastite. O item 4 é um cano que permite a saída do leite. O MastitAlert só permite que o leite avance para o cano de saída caso não haja mastite no leite.

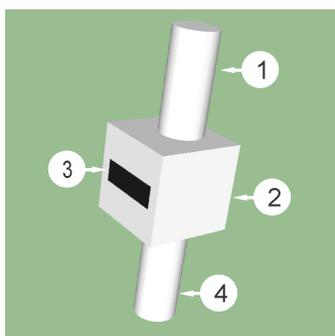


Figura 1. Protótipo do MastitAlert.

O objetivo geral desse projeto está dividido em duas fases (a) construção do aferidor de mastite; (b) construção da coletora de leite, que será impressa em uma impressora 3D. Nesse trabalho em andamento, apresentamos a construção do item (a).

O restante do trabalho está dividido da seguinte forma: na Seção 2, é apresentada a metodologia que foi aplicada para o desenvolvimento do protótipo de aferição da mastite, e em seguida, a Seção 3 discute os resultados obtidos por meio do equipamento. As conclusões e próximas etapas do projeto são apresentadas na Seção 4.

## 2. Metodologia

Essa seção tem o objetivo de descrever os passos seguidos para a criação do aferidor de mastite. O aferidor foi criado utilizando um Arduino Uno, um Display LCD 16x2, um regulador de tensão, uma resistência de 10 kOhms com tolerância de 5% e dois fios. O aferidor de mastite foi criado para aferir a condutividade (em mS) no leite pela corrente elétrica que trafega entre os dois fios ligados ao Arduino. Um sinal de 5 volts é enviado por um dos fios e capturado pelo outro. Após ser conduzido pelo leite, o sinal capturado  $sn$  varia entre 0 e 1023. Esse sinal precisa ser convertido para mS, de maneira que a mastite possa ser inferida no leite. Para isso, alguns passos são necessários. Primeiramente a Eq. 1 converte o sinal  $sn$  para volts.

$$V = (5 * sn)/1023 \quad (1)$$

Após resolução da Eq.1, o resultado  $V$  deve ser empregado na Eq. 2 para calcular a resistência da voltagem no leite. Para a resolução da equação, é necessário definir o valor de referência da resistência do leite  $ref$ . Em testes realizados com o protótipo, foi obtido empiricamente o valor 1000 em leites com temperatura em torno dos 35°C.

$$R = ((5 * ref)/V) - ref \quad (2)$$

Por fim, a Eq. 3 tem como objetivo converter o resultado da resistência  $R$  para a unidade de medida  $mS$ . Nota-se a multiplicação por 1000 para que o resultado possa se encontrar na escala de  $mS$ . O aferidor de mastite verifica se o  $mS$  superou 0,537, caso supere, um sinal sonoro e visual é apresentado para o usuário do equipamento.

$$mS = (1/R) * 1000 \quad (3)$$

## 3. Resultados iniciais

O aferidor de mastite desenvolvido nesse trabalho faz parte de um estudo em andamento (Figura 2a). Nessa fase do estudo, foram realizados alguns experimentos para evidenciar se o aferidor conseguiria detectar indícios de mastite no leite. O primeiro experimento testou o aferidor em água destilada, alcançando um valor próximo a 0 mS (Figura 2b).

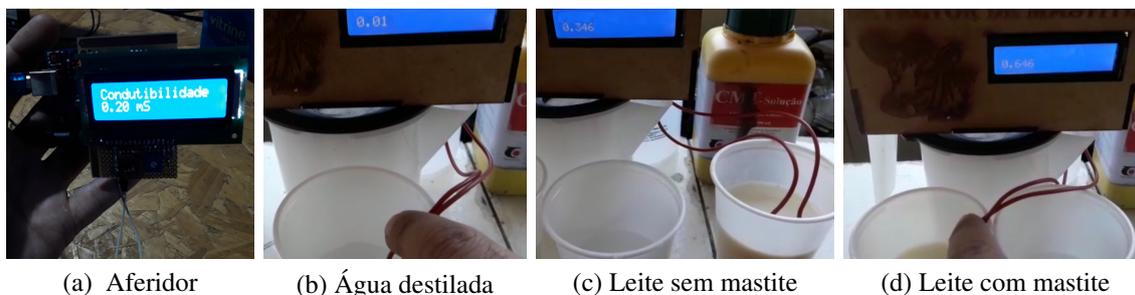


Figura 2. (a) Apresentação do aferidor; (b) leitura realizada em água destilada; (c) leite sem mastite; (d) leite com mastite. Pode-se notar que o resultado do leite com mastite supera 0,537 milisiemens, caracterizando mastite.

O segundo experimento testou o aferidor no leite sem indícios de mastite, obtendo 0,346 mS (Figura 2c). O terceiro experimento testou o leite com indícios de mastite subclínica, obtendo 0,646 mS (Figura 2d). Isso indica que a mastite foi detectada, já que o valor superou os 0,537 mS. Vale ressaltar que o leite estava em temperatura ambiente, visto que testes feitos com o leite em torno dos 10°C apresentaram dados incorretos, dado que a gordura do leite começou a se separar do leite dificultando a exatidão da aferição.

#### 4. Conclusão

O presente trabalho apresentou os estágios iniciais de uma pesquisa para desenvolver um dispositivo para aferir a mastite do leite no ato da ordenha, denominado MastitAlert. Para isso, inicialmente foi desenvolvido um aferidor de mastite. Os resultados alcançados com o aferidor foram satisfatórios.

Como trabalho futuro, pretende-se realizar a impressão de um modelo criado em uma impressora 3D. Esse modelo irá adaptar o aferidor de mastite a um solenoide, de maneira que, ao detectar a mastite no leite, a passagem do leite na ordenhadeira seja interrompida e um aviso sonoro/visual emitido.

#### Referências

- Dai, L., Yang, L., Parsons, C., Findlay, V. J., Molin, S., and Qin, Z. (2012). Staphylococcus epidermidis recovered from indwelling catheters exhibit enhanced biofilm dispersal and “self-renewal” through downregulation of agr. *BMC microbiology*, 12(1):1–9.
- de Oliveira, U. V., da Silva Galvão, G., da Paixão, A. R. R., and Munhoz, A. D. (2010). Ocorrência, etiologia infecciosa e fatores de risco associados à mastite bovina na microrregião itabuna-ilhéus, bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11(3).
- de Souza, V., Lima, A. R., Moura, J. W. F., Angelo, F. F., Alcindo, J. F., and de Mesquita, F. L. T. (2019). Uso da condutividade elétrica do leite para detecção de mastite subclínica caprina.
- Langoni, H. (2013). Qualidade do leite: utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33(5):620–626.
- Lopes, H. M., Coelho, K. S., da Cunha, A. F., Nunes, M. F., and Falcão, J. P. M. (2017). Influência de parâmetros físico-químicos do leite na detecção de mastite subclínica bovina por condutividade elétrica. *ANAIS SIMPAC*, 7(1).
- Maiochi, R., Rodrigues, R., and Wosiacki, S. (2019). Principais métodos de detecção de mastites clínicas e subclínicas de bovinos. *Enciclopédia Biosfera*, 16(29).
- Massote, V. P., Zanateli, B. M., Alves, G. V., Gonçalves, E. S., and Guedes, E. (2019). Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura. *Revista Agroveterinária Do Sul de Minas*, 1(1):41–54.
- Santos, A. S., Mendonça, T. O., and Muniz, I. M. (2020). Prevalência de mastite bovina em rebanhos leiteiros no município de rolim de moura e adjacências, rondônia. *PUBVET*, 14:135.
- Silva, A. T. F. and Rizzo, H. (2019). Efeitos da mastite por staphylococcus coagulase negativa sobre a qualidade do leite: uma revisão. *Revista Científica de Medicina Veterinária*, 32.