



**Universidade Norte do Paraná**

---

CENTRO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LEITE

ANA BEATRIZ DA COSTA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO POR CONDUTIVIDADE  
ELÉTRICA DO LEITE FRENTE AOS MÉTODOS  
TRADICIONAIS DE DETECÇÃO DE MASTITE SUBCLÍNICA  
BOVINA**

---

Londrina  
2014

**AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO POR CONDUTIVIDADE  
ELÉTRICA DO LEITE FRENTE AOS MÉTODOS  
TRADICIONAIS DE DETECÇÃO DE MASTITE SUBCLÍNICA  
BOVINA**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em Ciência e  
Tecnologia de Leite.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elsa Helena Walter de  
Santana

2014

ANA BEATRIZ DA COSTA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO LEITE  
FRENTE AOS MÉTODOS TRADICIONAIS DE DETECÇÃO DE MASTITE  
SUBCLÍNICA BOVINA**

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre  
em Ciência e Tecnologia de Leite

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elsa Helena Walter de Santana  
Universidade Norte do Paraná

---

Dr<sup>ª</sup> Joice Sifuentes dos Santos  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Dr. Luiz Fernando Coelho da Cunha Filho  
Universidade Norte do Paraná

Londrina, 28 de Agosto de 2014.

Dedico este trabalho a minha família que sempre me  
incentivou a adquirir conhecimentos e trabalhar  
incansavelmente

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora e amiga Elsa, pela boa vontade e disposição em me acolher como orientada e incentivar as minhas idéias.

Aos professores Agostinho Ludovico, Joice Sifuentes dos Santos e Luiz César da Silva pela ajuda e atenção dispensada no momento de compilação dos dados.

Aos alunos de veterinária Daniel, Letícia, Sarah e Samera, pela ajuda, paciência, dedicação e disposição nas coletas de leite.

Às técnicas de laboratório Flávia e Kelly, pelo bom humor, tolerância e amizade conquistados durante o uso do laboratório, mesmo quando parecia que a bagunça seria algo sem fim.

As minhas amigas de mestrado Nataly e Giovanna, por todo companheirismo e amizade construída durante esses 2 anos.

A minha mãe, pelo exemplo de mulher, que sempre mostrou que independente do problema, devemos encarar com a cabeça erguida e ir a luta.

As minhas irmãs, as quais sempre estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando quando necessário e aceitando minha ausência nas obrigações dos negócios da família por conta do sonho acadêmico.

Aos meus amigos, por sempre me apoiarem e incentivarem minhas loucuras mesmo não tendo a mínima noção do que se tratava.

"A tarefa não é tanto ver o que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê" (Arthur Schopenhauer)

RIBEIRO, A. B. C. **Avaliação do diagnóstico por condutividade elétrica do leite frente aos métodos tradicionais de detecção de mastite subclínica bovina.** 2014. 37 p. Trabalho de Conclusão do Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia de Leite – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2014.

## RESUMO

A mastite bovina é a doença que mais ocasiona prejuízos econômicos à produção leiteira, tanto pela redução da quantidade de leite produzido quanto pela perda parcial ou total da capacidade secretora da glândula mamária. A mastite subclínica não é visível e requer testes diagnósticos para a sua identificação. O uso de métodos comerciais no diagnóstico precoce da doença, a fim de proceder ao tratamento adequado dos animais e diminuir as perdas são de suma importância na rentabilidade do sistema de produção. A medição de condutividade elétrica do leite (CE) é um método de diagnóstico auxiliar de fácil utilização. Mediante a utilização de um medidor portátil de condutividade elétrica (Milk Checker N – 4L) avaliou-se a eficiência de diagnóstico de mastite subclínica e compararam-se resultados obtidos com ferramentas disponíveis ao produtor como o teste CMT e CCS. Foram analisadas 962 amostras de leite individuais para medição da condutividade elétrica, CMT e contagem de células somáticas obtidas de 259 vacas da raça holandesa e Jersey em 4 propriedades leiteiras na região do norte do Paraná, nos meses de junho e julho de 2014. Os dados obtidos foram avaliados pelo programa Statistica 12 (Statsoft Inc.) por análises estatísticas descritivas e testes não paramétricos de Kruskal-Wallis a 5% de significância ( $p < 0,05$ ) e Qui quadrado a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). Do total de amostras diagnosticadas como positivas pelo Medidor portátil de CE, no CMT classificaram-se como escore 2 e 3 (59,3% e 58,6%). Nos resultados negativos, a maior porcentagem detectada foi nos escores 0 e 1 (58,2% e 62,2%) mostrando que o aparelho é mais eficiente para detectar valores extremos de alteração na condutividade, ou seja, animais que podem já estar manifestando clinicamente a mastite e animais que estão com a condutividade elétrica inalterada. O uso do aparelho portátil Milk Checker N – 4L como ferramenta de diagnóstico de mastite subclínica na rotina das propriedades leiteira é válido, porém com algumas restrições principalmente quanto ao momento de execução do exame e interpretação dos dados.

**Palavras chave:** Condutividade elétrica. Mastite subclínica. CCS. CMT. Leite



RIBEIRO, A. B. C. **Diagnostic evaluation of electrical conductivity of milk in comparison with traditional methods of bovine subclinical mastitis detection.** 2014. 37 p. Trabalho de Conclusão do Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia de Leite – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2014.

### **ABSTRACT**

Bovine mastitis is the disease that causes more economic losses to dairy production, either by reducing the amount of milk produced or by partial or complete loss of secretory capacity of the mammary gland. Subclinical mastitis is not visible and requires diagnostic tests for its identification. The use of commercial methods in early diagnosis of the disease in order to do proper treatment of animals and diminish the losses are of great importance in the profitability of the production system. The measurement of electrical conductivity of the milk (CE) is a diagnostic method easy to use. By using a portable conductivity meter (Milk Checker N – 4L) efficiency of diagnosis of subclinical mastitis was evaluated and compared its results with tools available to producers as CMT and CCS tests. 962 teat samples was used for measuring electrical conductivity, CMT and evaluation of somatic cell counts obtained from 259 Holstein and Jersey cows from 4 dairy farms in northern Paraná during June and July in 2014. The data were evaluated by Statistica 12 (Statsoft Inc.) for descriptive statistical analysis, nonparametric Kruskal-Wallis test at 5% significance level ( $p < 0.05$ ) and Chi square test 5% at significance level ( $p < 0.05$ ). Among all the samples, those diagnosed as positive by the N-4L Milk Checker were classified as 2 and 3 (59.3 and 58.6%) in CMT scores. Through negative results, the highest percentage was detected in the scores 0 and 1 (58.2% and 62.2%) showing that the device is more efficient to detect outliers changes in conductivity, ie animals that may already be manifesting clinically mastitis and animals that have unchanged electrical conductivity. The use of N-4L Milk Checker handset to help in the diagnosis of subclinical mastitis in dairy herds as a routine tool might work but with some restrictions especially regarding the time to perform the exam and data interpretation.

**Key words: Electrical conductivity. Subclinical mastitis. SCC.CMT.Milk**

## SUMÁRIO

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                 | <b>9</b>  |
| <b>2</b>     | <b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                      | <b>11</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>MASTITE .....</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DE MASTITE SUBCLÍNICA .....</b> | <b>12</b> |
| <b>2.2.1</b> | <b>CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS.....</b>               | <b>13</b> |
| <b>2.2.2</b> | <b>CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT) .....</b>             | <b>14</b> |
| <b>2.2.3</b> | <b>CONDUTIVIDADE ELÉTRICA .....</b>                     | <b>15</b> |
| <b>3</b>     | <b>ARTIGO.....</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>4</b>     | <b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>                            | <b>30</b> |
| <b>5</b>     | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                | <b>31</b> |
| <b>6</b>     | <b>ANEXOS .....</b>                                     | <b>35</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A mastite bovina é considerada a doença que acarreta os maiores prejuízos econômicos à produção leiteira, pela redução da quantidade e pelo comprometimento da qualidade do leite produzido, ou até pela perda total da capacidade secretora da glândula mamária. Caracteriza-se por uma inflamação, geralmente de caráter infeccioso, podendo ser classificada como clínica ou subclínica (RIBEIRO et al, 2012). A doença se caracteriza por uma inflamação da glândula mamária, podendo ser classificada em clínica ou subclínica.

A forma clínica é caracterizada por anormalidades visíveis no úbere e no leite. Os quartos mamários podem ficar avermelhados e inflamados e o leite pode apresentar coágulos, flóculos e secreções (PHILPOT E NICKERSON, 2002).

A mastite subclínica está entre as principais doenças em fazendas leiteiras, causando grandes prejuízos aos produtores, principalmente devido à redução na produção de leite (RUEGG e REINEMANN, 2002; ZAFALON et al., 2007). Segundo Coldebella (2003), vacas multíparas sofrem maiores perdas, como resultado dos danos permanentes à glândula mamária por infecções prévias, além de apresentarem infecções mais prolongadas, que resultam em maiores danos ao tecido mamário. Assim, a ocorrência de mastite pode resultar em perdas de produção não só na lactação atual, mas também na lactação seguinte, comprometendo a produção total do animal. As estimativas das perdas de produção podem variar de 10 a 30% da produção leiteira por lactação (AULDIST e HUBBLE, 1998).

A mastite subclínica não é visível e requer testes diagnósticos para a sua identificação. A inflamação da glândula mamária, usualmente em resposta a um agente invasivo, caracteriza-se por um aumento da contagem de células somáticas no leite (BASTAN et al, 2008). Vacas com leite com CCS acima de 200.000 células/ml indicam presença de mastite (SCHUKKEN et al, 2003).

Um limite de CCS de 100.000 células / ml foi sugerido para um quarto mamário ser considerado saudável e a contagem para leite composto de uma vaca também não deve exceder 100.000 células /ml (PYÖRÄLLÄ, 2003). O leite considerado normal contém concentração destas células quase sempre menor do que 100.000 células/ml no leite dos quartos mamários não infectados / não inflamadas (SMITH, HILLERTON E HARMON, 2001).

A mastite subclínica deve ser detectada de maneira antecipada e confiável, pois pode se transformar em mastite clínica trazendo transtornos ao produtor (PYÖRÄLLÄ, 2003). Vacas com contagem de células somáticas entre 200.000 e 300.000 células/ml devem

ser identificadas para que se inicie um tratamento preventivo ou medidas terapêuticas como, por exemplo, ordenhas frequentes, tratamentos com antibióticos, prevenção de nova contaminação ou contaminação de outros animais (HAMMAN e ZECCONI, 1998).

Acredita-se que muitos produtores gostariam de identificar quartos afetados por motivos econômicos e também para a saúde de seu rebanho (HALASA et al, 2009)

É de fundamental importância manter o protocolo das principais ações como escore de células somáticas, *California Mastitis Test* (CMT), índices de mastites clínica e subclínica, perfil microbiológico e de resistência a antimicrobianos. Com estes dados torna-se possível uma análise da situação do rebanho levando em consideração ainda o número de lactações, estágio de lactação e produção (MULLER, 2002).

A mastite também ocasiona mudanças na composição láctea, sendo sua extensão dependente da resposta inflamatória. As principais alterações no úbere incluem extravasamento de íons, proteínas e enzimas (N-acetil- $\beta$ -D- glucosaminidase (NAGase),  $\beta$  – glucoronidase, catalase, plasminogênio) a partir do sangue para o leite devido a um aumento da permeabilidade, invasão do tecido produtor de leite por células fagocíticas e uma diminuição da capacidade de síntese da glândula, resultando na diminuição da concentração de certos componentes do leite como a lactose (PYÖRALLÄ, 2003).

Sabendo que essas alterações ocorrem durante o processo inflamatório, testes indiretos como a CCS, o CMT, a CE, o conteúdo de cloreto e lactose podem ser utilizados para diagnóstico dessa enfermidade (RUEGG; REINEMANN, 2002).

O uso de métodos auxiliares no diagnóstico precoce da doença, a fim de proceder ao tratamento adequado dos animais e o destino do leite infectado é de suma importância na rentabilidade do sistema de produção. A medição da CE é um método auxiliar no diagnóstico da mastite relativamente barato e de fácil utilização. Ela mede a habilidade de uma solução em conduzir corrente elétrica entre dois eletrodos e é dada em miliSiemens por centímetro (mS/cm). Os íons cloreto e os íons sódio estão presentes na circulação sanguínea e durante a mastite atravessam os capilares sanguíneos, direcionando-se ao lúmen dos alvéolos da glândula mamária. Tal processo ocorre devido ao aumento da permeabilidade vascular e à destruição das junções celulares e do sistema de bombeamento iônico causados pelo processo inflamatório (ZAFALON et al, 2005). O aumento da CE é proporcional ao aumento da inflamação do úbere e da CCS (VILLAS BOAS et al, 2003).

Muitos métodos de diagnóstico foram sugeridos, dando-se ênfase maior ao sistema que usa alterações na condutividade elétrica do leite. Mudanças nos valores de CE

em resposta à infecção podem ser determinadas manualmente ou automaticamente através da utilização de sensores em linha instalados no equipamento de ordenha (MILNER et al, 1996).

Quando o epitélio da glândula mamária é danificado em resultado à mastite, a condutividade elétrica se altera pois o equilíbrio entre sódio, potássio e cloro fica alterado. Estas alterações tendem a ocorrer antes mesmo do desenvolvimento dos sinais clínicos da mastite podendo esta ser detectada mais cedo, possibilitando uma melhor eficiência de tratamento, melhora na taxa de cura, diminuição de casos recorrentes diminuindo o gasto de antibiótico por vaca (BIGGADIKE et al, 2012).

O uso de contagem de células somáticas fornece um dos indicadores mais úteis na inflamação, porém é uma medida oriunda de procedimento laboratorial. O CMT é o teste menos sensível e mais subjetivo porém é usado rotineiramente nas propriedades leiteiras. A medição da concentração de alguns componentes do leite que podem ficar alterados em função da reação inflamatória como, por exemplo, a lactose ou algumas enzimas não são ainda ferramentas de diagnóstico de fácil acesso ao produtor (HILLERTON, 2000).

Uns dos métodos mais bem sucedidos têm sido medir as mudanças físicas no leite por meio de sensores simples. Neste tipo de avaliação é fácil medir a temperatura, os íons selecionados ou condutividade elétrica do leite (HILLERTON, 2000). Desta forma, o uso do diagnóstico de mastite subclínica na propriedade por medição de condutividade elétrica pode ser uma ferramenta de grande valia para o produtor pois possibilitaria o diagnóstico precoce da mastite subclínica, facilitando a profilaxia e minimizando perdas econômicas.

O objetivo desse trabalho visa avaliar a eficiência de diagnóstico de mastite por condutividade elétrica utilizando medidor portátil e comparar resultados obtidos com teste CMT e contagem de células somáticas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 MASTITE**

A mastite é uma inflamação no úbere que afeta uma grande proporção de vacas leiteiras no mundo inteiro sendo descrita como a doença economicamente mais impositiva aos produtores de leite nos Estados Unidos, custando aproximadamente US\$2 bilhões de dólares ao ano afetando a qualidade e quantidade de leite produzida por causar grandes perdas econômicas para os produtores (HARMON, 1994).

Caracteriza-se por uma inflamação da glândula mamária, geralmente de caráter infeccioso, podendo ser classificada em clínica e subclínica. A mastite clínica apresenta sinais evidentes tais como: edema, aumento de temperatura, endurecimento, dor da glândula mamária, grumos, pus ou qualquer alteração das características do leite (FONSECA E SANTOS, 2000). O diagnóstico pode ser realizado com a evidência de sinais, por um exame clínico e por testes como o da caneca de fundo escuro ou telado no início da ordenha (BLOOD; RADOSTITS, 1991).

Na forma subclínica não se observam alterações macroscópicas e sim alterações na composição do leite; portanto não apresenta sinais de inflamação visíveis no úbere. Segundo BLOOD e RADOSTITS (1991), ocorrem alterações significativas na composição e características bioquímicas do leite. Uma das principais mudanças, neste caso, é o aumento da quantidade de células, principalmente os leucócitos, excretado no leite.

## 2.2 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DE MASTITE SUBCLÍNICA

A mastite subclínica pode ser detectada somente por análises laboratoriais através de alterações na composição do leite e alguns parâmetros relacionados ao processo inflamatório como, por exemplo, a alteração na contagem de células somáticas (CCS), presença da enzima NAGase ou alteração na quantidade de lactose presente no leite (LEITNER et al, 2003). Vários testes para diagnóstico de mastite estão disponíveis incluindo a medição de condutividade elétrica do leite (CE), CCS individual por animal, *California Mastitis Test* (CMT) e testes microbiológicos. Porém, o sucesso do uso destes testes de qualidade do leite e mastite requer conhecimento da metodologia e dos recursos de diagnóstico de cada um (RUEGG e REINEMANN, 2002).

A cultura bacteriológica é o método padrão para identificação de infecções intramamárias. No entanto, fatores logísticos e financeiros envolvidos na amostragem dos quartos impedem que este tipo de teste seja usado amplamente pela indústria e produtores (SARGENAT et al, 2001).

### 2.2.1 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS

As células somáticas no leite são constituídas por células de defesa ou epiteliais da glândula mamária. As células de defesa são os leucócitos (células que migram para o úbere quando este sofre alguma agressão como defesa natural), como, por exemplo,

nos casos de infecções. Os leucócitos fagocitam e digerem os microrganismos invasores. Do total de células somáticas, 75 a 98% correspondem a células de defesa e 2 a 25%, de células epiteliais, provenientes da descamação natural que ocorre no tecido de revestimento e secretor interno da glândula mamária (RIBAS, 1994).

Em um úbere saudável a contagem de células somáticas indica, de maneira quantitativa, o grau de infecção da glândula mamária. Níveis elevados de células somáticas podem provocar queda no valor nutritivo e na produção de leite, aumento da quantidade de leite descartado pelo uso de antibióticos em vacas tratadas, elevação do custo com medicamentos e dos gastos com assistência técnica e, conseqüentemente, diminuição da vida produtiva dos animais (MACHADO et al, 2000).

A composição normal destas células do leite varia com o tipo de secreção ou período de lactação. Normalmente, no leite de uma glândula mamária saudável, a CCS é inferior a 100.000 células / ml, enquanto que a infecção bacteriana pode fazer com que aumente a acima de 1.000.000 células / ml (BYTYQI et al, 2010).

A contagem de células somáticas varia ao longo da ordenha. A primeira fração, ou seja, os primeiros jatos, que incluem o leite deixado na ordenha anterior (leite residual) apresenta grande número de células, tornando, assim, a primeira fração de elevado valor em relação à contagem. Os últimos jatos de leite também têm uma grande quantidade de células somáticas. Quando o úbere é saudável, as diferenças de CCS entre as frações são menores, mas isso muda conforme a contagem de células somáticas aumenta. Em um experimento realizado por Sarikaya e Bruckmaier (2006) observou-se uma mudança significativa nos escores durante a ordenha nos quartos com contagem total acima de 100.000 células / ml. Além disso, o experimento mostrou que há diferenças também dentro das frações, devendo considerar a fração a partir do qual a amostra de leite foi obtida.

O estado do Paraná, através da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), foi o primeiro estado a implantar a CCS no Brasil. Neste sentido, os produtores de leite passaram a dispor desta importante ferramenta para o diagnóstico e controle da mastite em seus rebanhos. A CCS passou a ser um método clássico para interpretar a saúde da glândula mamária, principalmente quanto à presença de mastite subclínica, e tem sido amplamente utilizado pelos produtores de leite de diversos países.

### 2.2.2 CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT)

Médicos veterinários e produtores de leite usam vários indicadores de mastite para ajudar nas decisões de tratamento embora informações advindas destes testes de triagem para mastite e sua relevância para aplicação sejam escassas. O CMT é um destes testes usados largamente para determinar o status da doença em animais em lactação por ser simples, barato e rápido. O reagente do CMT, a base de um detergente adicionado a um indicador de pH, reage com o material do núcleo de células somáticas presentes no leite formando um gel e estimando o número de células somáticas presentes. A reação é então avaliada por score e interpretada dependendo da quantidade de gel formada (SHITANDI e KIHUMBU, 2004).

O CMT é, sem dúvida, o único teste de triagem paralelo confiável e econômico para mastite subclínica que pode ser facilmente aplicado por produtores (RUEGG e REINEMANN, 2002). Avaliações sobre o uso do CMT identificaram infecções intramamárias nos primeiros 10 dias de lactação e também descreveram as alterações na contagem de células somáticas (CCS) durante esse mesmo tempo (DINGWELL et al, 2004; SANFORD et al, 2006).

O CMT ajuda os produtores a identificar vacas que provavelmente possam ter mastite, além de estimar a severidade destas infecções. O CMT é classificado por escores que variam de negativo à 3. O escore negativo refere-se a um animal sadio e os de 1-3 indicam graus crescentes de resposta inflamatória do úbere, sendo normalmente considerados como indicativos de mastite subclínica. Dependendo da interpretação dos escores, o CMT pode produzir resultados falso-positivos ou falso-negativos (RUEGG, 2003).

**Quadro 1** – Relação dos escores do California Mastitis Test (CMT) com a Contagem de Células Somáticas (CCS)

| <b>GRADUAÇÃO DO CMT</b> | <b>FAIXA DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CÉLS/ML)</b> |
|-------------------------|---|
| NEGATIVO                | 0 - 200.000   |
| TRAÇOS                  | 150.000 a 500.000                                       |
| 1 (+)                   | 400.000 a 1.500.000                                     |
| 2 (++)                  | 800.000 a 5.000.000                                     |
| 3 (+++)                 | Maior que 5.000.000                                     |

(RUEGG, 2003).



### 2.2.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica (CE) que pode aumentar durante a infecção da glândula mamária em vacas produtoras de leite, é também um método de diagnóstico para detecção de mastite subclínica. A CE é determinada pela concentração de ânions e cátions que, durante o processo de mastite, aumenta devido às mudanças nas concentrações iônicas. Como resultado da lesão no tecido do úbere, há uma diminuição nas concentrações de lactose e íons  $K^+$ , aumentando as concentrações de íons  $Na^+$  e  $Cl^-$ , predispondo a alteração de condutividade (KASISCI et al, 2012; ILIE, TUDOR e GALIS, 2010).

A condutividade elétrica é medida por milisiemens por centímetro (mS/cm) (NORBERG et al, 2004), com base na capacidade de uma solução para conduzir uma corrente elétrica entre dois eletrodos (JANZEKOVIC et al, 2009). Em um animal saudável, a condutividade elétrica pode variar entre 4 a 5,5 mS/cm a 25°C, sendo que esta aumenta em amostras com temperaturas mais altas, então é esperado que a condutividade esteja um pouco mais alta já que o leite se encontra a 38°C quando é extraído da cisterna do teto (SHERBON,1988; HAMMAN e ZECCONI, 1998; RUEGG e REINEMANN, 2002).

Há tempos, as medidas de condutividade elétrica “online” (nas linhas de ordenha) e “on time” (no momento da ordenha) vem sendo utilizadas comercialmente com o objetivo de ajudar a monitorar a saúde do úbere dentro das fazendas (NIELEN et al, 1992).

No entanto, existem outros fatores que podem alterar a CE além da presença de mastite subclínica. Temperatura do leite, estágio de lactação, porcentagem de gordura, intervalo entre ordenhas e raça são alguns dos fatores que podem também influenciar os valores de condutividade (RUEGG e REINEMANN, 2002).

Uma vaca com mastite pode nem sempre mostrar um aumento da condutividade elétrica no quarto afetado, no entanto, a variação de CE do leite a partir de um quarto infectado pode ser maior do que a variação de condutividade dos quartos sadios. A possível razão para que isto ocorra é a alteração no fluxo de leite, muitas vezes por alterações físicas. Esta diferença entre a condutividade dos quartos pode ser útil para a determinação de mastite subclínica sem que este animal apresente outras alterações na composição de seu leite (NORBERG et al, 2004; MILNER et al, 1996).

A CE também pode ser usada para a apreciação da qualidade do leite. Valores altos de condutividade no leite fresco mostram elevada proporção entre cloro / lactose, situação presente nos casos de mastite. A condutividade elétrica aumenta também

com a acidificação do leite, quando a partir de uma molécula de lactose quatro moléculas de ácido láctico são formadas devido a fermentação láctica de lactose (CAPRITA et al, 2003).

A condutividade elétrica do leite é influenciada pelo estado de saúde do úbere. Os parâmetros que refletem o nível de condutividade elétrica descrevem o estado de saúde do úbere de uma maneira mais precisa do que as que refletem a variação de CE entre os tempos de ordenha. A CE pode representar um possível indicador para programas de melhoramento, porém investigações adicionais são necessárias para estimar os parâmetros genéticos que dizem respeito às correlações de presença de mastite (ILIE e TUDOR, 2010)

**ARTIGO**

**MÉTODOS COMERCIAIS PARA DETECÇÃO DE MASTITES SUBCLÍNICAS EM  
PROPRIEDADES LEITEIRAS: AVALIAÇÃO DO USO DE MEDIDOR DE  
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PORTÁTIL**

## RESUMO

A mastite bovina é a doença que mais ocasiona prejuízos econômicos à produção leiteira, tanto pela redução da quantidade de leite produzido quanto pela perda parcial ou total da capacidade secretora da glândula mamária. A mastite subclínica não é visível e requer testes diagnósticos para a sua identificação. O uso de métodos comerciais no diagnóstico precoce da doença, a fim de proceder ao tratamento adequado dos animais e diminuir as perdas são de suma importância na rentabilidade do sistema de produção. A medição de condutividade elétrica do leite (CE) é um método de diagnóstico auxiliar de fácil utilização. Mediante a utilização de um medidor portátil de condutividade elétrica (Milk Checker N – 4L) avaliou-se a eficiência de diagnóstico de mastite subclínica e compararam-se resultados obtidos com ferramentas disponíveis ao produtor como o teste CMT e CCS. Foram analisadas 962 amostras de leite de teto para medição da condutividade elétrica, CMT e contagem de células somáticas obtidas de 259 vacas da raça holandesa e Jersey de 4 propriedades leiteiras na região do norte do Paraná, nos meses de junho e julho de 2014. Os dados obtidos foram avaliados pelo programa Statistica 12 (Statsoft Inc.) por análises estatísticas descritivas e testes não paramétricos de Kruskal-Wallis a 5% de significância ( $p < 0,05$ ) e Qui quadrado a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). Do total de amostras diagnosticadas como positivas pelo Milk Checker, no CMT classificaram-se como escore 2 e 3 (59,3% e 58,6%). Nos resultados negativos, a maior porcentagem detectada foi nos escores 0 e 1 (58,2% e 62,2%) mostrando que o aparelho é mais eficiente para detectar valores extremos de alteração na condutividade, ou seja, animais que podem já estar manifestando clinicamente a mastite e animais que estão com a condutividade elétrica inalterada. O uso do aparelho portátil Milk Checker N – 4L como ferramenta de diagnóstico de mastite subclínica na rotina das propriedades leiteiras é válido, porém com algumas restrições principalmente quanto ao momento de execução do exame e interpretação dos dados.

**Palavras chave:** Condutividade elétrica. CCS. CMT. Leite

## 1 INTRODUÇÃO

A mastite bovina é considerada a doença que acarreta os maiores prejuízos econômicos à produção leiteira, pela redução da quantidade e pelo comprometimento da qualidade do leite produzido, ou até pela perda total da capacidade secretora da glândula mamária. Caracteriza-se por uma inflamação, geralmente de caráter infeccioso, podendo ser classificada como clínica ou subclínica (RIBEIRO et al., 2012).

Programas de controle inadequados podem levar ao aparecimento de um leite de menor rendimento, más condições de saúde do úbere, qualidade do leite e composição do leite prejudicado, baixo rendimento de queijos, prazos de validade menores, e diminuição de rentabilidade para produtores e indústria (ALLORE e ERB, 1998). Muito tempo tem-se gasto hoje com o planejamento do manejo para manter e melhorar a saúde do úbere dos animais de maneira a minimizar o aparecimento de mastites (HOGEVEEN, HUIJPS e LAM, 2011).

Segundo Coldebella (2003), vacas multíparas sofrem maiores perdas, como resultado dos danos permanentes à glândula mamária por infecções prévias, além de apresentarem infecções mais prolongadas, que resultam em maiores danos ao tecido mamário. Assim, a ocorrência de mastite pode resultar em perdas de produção não só na lactação atual, mas também na lactação seguinte, comprometendo a produção total do animal. As estimativas das perdas de produção podem variar de 10 a 30% da produção leiteira por lactação (AULDIST e HUBBLE, 1998).

A mastite subclínica não é visível e requer testes diagnósticos para a sua identificação. A inflamação da glândula mamária, usualmente em resposta a um agente invasivo, caracteriza-se por um aumento da contagem de células somáticas (CCS) no leite (BASTAN et al, 2008). Vacas com leite com CCS acima de 100.000 células/ml indicam presença de mastite (BYTYQI, 2010).

A mastite subclínica deve ser detectada de maneira antecipada e confiável pois pode se transformar em mastite clínica trazendo transtornos ao produtor. A doença também ocasiona mudanças na composição láctea, sendo sua extensão dependente da resposta inflamatória. Alguns componentes são mais marcantes que outros podendo ser utilizados como ferramenta para a detecção do processo inflamatório (PYÖRALLÄ, 2003).

Sabendo que essas alterações ocorrem durante o processo inflamatório, testes indiretos como a CCS, o *California Mastitis Test* (CMT), a condutividade elétrica (CE), o

conteúdo de cloretos e lactose podem ser utilizados para diagnóstico dessa enfermidade (RUEGG; REINEMANN, 2002).

O uso de métodos auxiliares no diagnóstico precoce da doença, a fim de proceder ao tratamento adequado dos animais e o destino do leite infectado é de suma importância na rentabilidade do sistema de produção. A medição da CE é um método auxiliar no diagnóstico da mastite relativamente barato e de fácil utilização. Ela mede a habilidade de uma solução em conduzir corrente elétrica entre dois eletrodos e é dada em miliSiemens por centímetro (mS/cm). O aumento da CE é proporcional ao aumento da CCS (VILLAS BOAS et al, 2003).

Quando o epitélio da glândula mamária é danificado em resultado à mastite, a condutividade elétrica se altera, pois o equilíbrio entre sódio, potássio e cloro fica alterado. Estas alterações tendem a ocorrer antes mesmo do desenvolvimento dos sinais clínicos da mastite podendo esta ser detectada mais cedo, possibilitando uma melhor eficiência de tratamento, melhora na taxa de cura, diminuição de casos recorrentes diminuindo o gasto de antibiótico por vaca (BIGGADIKE et al, 2012).

Desta forma, o uso do diagnóstico de mastite subclínica na propriedade por medição de condutividade elétrica pode ser uma ferramenta de grande valia para o produtor pois possibilitaria o diagnóstico precoce da mastite subclínica facilitando o tratamento e minimizando perdas econômicas.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo desse trabalho visa avaliar a eficiência de diagnóstico de mastite por condutividade elétrica utilizando medidor portátil e comparar resultados obtidos com teste CMT e contagem de células somáticas.

Foram utilizadas amostras de leite coletadas na rotina diária de ordenha de quatro propriedades leiteiras da região de Londrina, Paraná, todas com sistema de ordenha mecânica canalizada e rebanho das raças holandesa e jersey. Vacas em início de lactação (até 10 dias de parida) e vacas com previsão de secagem na semana da coleta foram excluídas. O leite foi avaliado no momento inicial da ordenha pelo aparelho medidor de condutividade elétrica, *California Mastitis Test* (CMT) e coletadas amostras individuais por tetos e por úbere para contagem de células somáticas (CCS) realizada no laboratório centralizado de análise de leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da raça Holandesa (APCBRH), em Curitiba, Paraná.

Foram analisadas 962 amostras de leite individuais por teto para medição da condutividade elétrica, CMT e contagem de células.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1 Preparação para coleta das amostras

As amostras foram coletadas no momento da ordenha, após a desinfecção dos tetos, respeitando a rotina utilizada na fazenda. Cada propriedade aplicava uma sequência própria de preparação de seus animais, porém sempre respeitando o descarte dos três primeiros jatos de leite e a desinfecção dos tetos com solução desinfetante para pré dipping a base de hipoclorito de sódio a 4%.

#### 2.2 Avaliação da Condutividade elétrica

A medição de condutividade elétrica foi efetuada com o aparelho portátil Milk Checker N – 4L da empresa Araucária Genética Bovina. Conforme informações e instruções presentes no manual, o aparelho indica a diferença da condutividade elétrica calculada por computador, no sistema inter quarter ratio (IQR). Essa avaliação é feita utilizando o valor do quarto com menor condutividade e os outros quartos da mesma vaca. Como as alterações do leite não mastítico aparentemente afetam a condutividade elétrica de todos os quartos igualmente, a diferença de CE entre todos os quartos de uma vaca pode indicar mastite em um quarto em particular (NORBERG et al, 2004; ILIE e GALIS, 2010).

A partir dos resultados obtidos na medição por tetos pode-se determinar a possibilidade do animal estar apresentando mastite subclínica pela combinação da informação entre o valor absoluto encontrado e o valor diferencial entre os tetos. Valores de condutividade igual ou acima de 6,2 mS/cm podem indicar alteração no leite podendo ser colostro ou mastite. Se o valor diferencial dos tetos for igual ou acima de 0,5 mS/cm, esta informação combinada com o valor absoluto, indica que este leite não está normal, sinalizando sintoma de mastite subclínica. Valores abaixo de 6,2 porém com valor diferencial maior ou igual a 0,5 mS/cm também indicam resultados positivos para mastite.

**Quadro 2.** Valores para resultados de condutividade elétrica (Milk Checker N – 4L)

|                                  |  |   |
|----------------------------------|--|---|
| <b>CONDUTIVIDADE ABSOLUTA</b>    | <b>VALOR IGUAL OU MAIOR QUE 6,2 mS/cm</b>  | Leite anormal, podendo ser colostro ou mastite subclínica |
| <b>CONDUTIVIDADE DIFERENCIAL</b> | <b>VALOR IGUAL OU MAIOR QUE 0,5 mS /cm</b> | Leite anormal, indicando mastite subclínica               |

- Se **CE – ABS** < 6,2 Ms/cm e **CE – DIF** < 0,5 mS/cm: LEITE NORMAL
- Se **CE – ABS** > 6,2 Ms/cm e **CE – DIF** < 0,5 mS/cm: LEITE ANORMAL (colostro ou fim de lactação)
- Se **CE – ABS** >6,2 Ms/cm e **CE – DIF** > ou = 0,5 mS/cm: MASTITE SUBCLÍNICA
- Se **CE – ABS** <6,2 Ms/cm e **CE – DIF** > ou = 0,5 mS/cm: MASTITE SUBCLÍNICA

O aparelho foi calibrado conforme instruções do fabricante antes de iniciar a coleta em cada propriedade.

### 2.3 Avaliação pelo *California Mastitis Test* (CMT)

O CMT foi realizado com o auxílio de uma bandeja plástica contendo quatro cavidades onde 2 ml do leite coletado foi misturado com 2 ml do reagente (Tadabras Indústria e Comércio de Produtos Veterinários Ltda) a base de violeta de bomocresol. Agitou-se vagarosamente por 10 segundos e efetuou-se a leitura observando o grau de coloração e coagulação. Atribuíram-se os seguintes resultados: negativo – a mistura ficou líquida; Traços (T) – presença de leve precipitação, desaparecendo com a movimentação contínua 1 (fraco) – houve uma distinta aglutinação, mas não forma gel, desaparecendo com o movimento contínuo da bandeja; 2 (distintamente positivo) – a mistura aglutinou-se rapidamente com a formação de gel, ficando na periferia da cavidade da bandeja quando em movimento, voltando a cobrir o fundo do compartimento quando parou-se o movimento; 3 (fortemente positivo) – a aglutinação da mistura foi forte, tomando a forma convexa. A viscosidade é intensa ficando fortemente aderida no fundo do copo.

Suprimiu-se o escore “suspeito” ou “traços” do experimento para facilitar a identificação do escore atribuindo o escore 1 para não haver má interpretação dos resultados.

### 2.4 Contagem de Células Somáticas



As amostras de leite individuais, por teto, foram acondicionadas em frascos de plástico de polietileno, com capacidade para 60 ml, contendo um conservante para leite bromopol (dicromato de potássio na concentração de 155 mg) em pastilhas. A CCS foi executada por um contador eletrônico de células somáticas (SOMACOUNT® 500) onde 30 microlitros da amostra foram homogeneizados com um corante específico, que atua na coloração somente das células somáticas. Sob esse volume de leite, é passado um feixe de luz infravermelha, que é refletido pelas células somáticas coradas em um filtro fotossensível. De acordo com o número de reflexões sob o filtro é feita a contagem dessas células.

As CCS encontradas foram transformadas em escore de células somáticas (ECS) utilizando a fórmula proposta por Ali e Shook (1980):  $ECS = \log_2 (CCS/100.000) + 3$ , facilitando a interpretação dos dados, conforme tabela 3.

### **3 ANÁLISES DOS DADOS**

Os dados obtidos foram avaliados pelo programa STATISTICA 12 (Statsoft Inc.) por análises estatísticas descritivas e testes não paramétricos de Kruskal-Wallis a 5% de significância ( $p < 0,05$ ) e teste de Qui quadrado a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram analisadas 962 amostras de leite individuais por teto para medição da condutividade elétrica, CMT e contagem de células somáticas tabela 3.

O valor absoluto médio encontrado para a medição da CE no leite dos tetos foi 5,12 mS/cm o que indica que parte das amostras encontram-se dentro do parâmetro normal. No entanto, o valor diferencial médio encontrado foi 0,66 mS/cm de maneira que esta informação combinada ao valor absoluto indica que há presença de mastite subclínica nas amostras analisadas, conforme modelo de interpretação de resultados do medidor portátil de CE apresentado no quadro 2.

Valores absolutos de condutividade entre 4 e 5,5 mS/cm a 25°C são considerados normais, podendo haver aumento dessa condutividade devido a temperatura do leite na ordenha (NIELEN et al, 1992; RUEGG e REINEMANN, 2002). Em amostras com temperaturas mais altas é esperado que a condutividade esteja um pouco mais elevada já que o leite se encontra à, aproximadamente, 38°C quando é extraído da cisterna do teto

(SHERBON, 1988). O medidor portátil de CE utilizado tem um mecanismo para compensar as possíveis diferenças de temperatura presentes nas amostras.

**Tabela 1.** Valores de Escore de Células Somáticas, equivalência em escore de CMT e condutividade elétrica de todas as amostras de leite coletadas em 4 propriedades em Londrina – PR nos meses de junho e julho de 2014

| ECS | CCS (média)           | CE-ABS (média)  | EC-DIF (média)  |
|-----|-----------------------|-----------------|-----------------|
|     | $\times 10^3$ céls/ml | mS/cm           | mS/cm           |
| 0   | 10                    | 5,05 $\pm$ 0,69 | 0,51 $\pm$ 0,61 |
| 1   | 35                    | 5,08 $\pm$ 0,93 | 0,57 $\pm$ 0,62 |
| 2   | 75                    | 4,97 $\pm$ 0,90 | 0,58 $\pm$ 0,73 |
| 3   | 148                   | 5,10 $\pm$ 0,98 | 0,70 $\pm$ 0,92 |
| 4   | 282                   | 5,07 $\pm$ 0,87 | 0,72 $\pm$ 0,87 |
| 5   | 567                   | 5,05 $\pm$ 1,07 | 0,70 $\pm$ 0,77 |
| 6   | 1162                  | 5,04 $\pm$ 0,91 | 0,68 $\pm$ 0,79 |
| 7   | 2241                  | 5,57 $\pm$ 1,65 | 1,28 $\pm$ 1,23 |
| 8   | 4650                  | 5,92 $\pm$ 1,37 | 1,03 $\pm$ 1,20 |
| 9   | 8553                  | 6,02 $\pm$ 1,74 | 1,05 $\pm$ 1,37 |

ECS = escore de células somáticas  
CCS = contagem de células somáticas

EC - ABS = condutividade elétrica valor absoluto  
EC - DIF = condutividade elétrica valor diferencial

De acordo com os dados encontrados na tabela 1, estão dentro dos valores aceitáveis de normalidade as vacas com escore de 0, 1 e 2 para CCS (até 100.000 céls/ml) conforme Smith, Hillerton e Harmon (2001), Pyörällä (2003) e Bytyqi et al, (2010). As vacas com ECS 3 e 4 seriam vacas com escore compatível com mastite subclínica e as vacas com ECS acima de 5, estariam clinicamente doentes (SANTOS e FONSECA, 2007).

Segundo Sarikaya e Bruckmaier (2006) e Sølverød et al (2007), leite coletado antes da ordenha é chamado de leite de cisterna; leite coletado durante a ordenha é designado alveolar e amostras obtidas depois do encerramento da ordenha são compostas por leite residual. Assume-se que leite antes da retirada dos três primeiros jatos e o leite residual (leite que fica na glândula mamária entre as ordenhas) seria os que contem os valores mais altos de CCS. Durante o experimento, as amostras de leite foram coletadas logo após a retirada dos três primeiros jatos para todas as avaliações (CE, CMT e CCS), assumindo então que a porção utilizada foi de leite alveolar. O leite da cisterna, que conteria maior CCS e CE mais alta só é possível de ser obtido quando não é feita a pré-estimulação (retirada dos jatos) (BRUCKMAIER, ONTSOUKA e BLUM, 2004)

Vacas com contagem de células somáticas de 2.000 até 100.000 céls/ml tendem a não variar muito a contagem de células do início ao fim da ordenha. No entanto,

vacas com contagens acima de 400.000 céls/ml liberam maiores volumes de células somáticas nas porções de leite antes da retirada dos três primeiros jatos e no leite da cisterna do úbere, diminuindo a contagem quando da liberação do leite alveolar (SARIKAYA e BRUCKMAIER, 2007).

A contagem de células somáticas encontrada, portanto, não reflete o valor real de CCS das vacas, no entanto é comprovado que há oscilação ao longo da ordenha, porém decidiu-se utilizar estes valores para validar os resultados encontrados no exame de CMT.

**Tabela 2.** Resultados de *California Mastitis Test*, condutividade elétrica absoluta e diferencial e contagem de células somáticas de todas as amostras de leite coletadas em quatro propriedades em Londrina – PR nos meses de junho e julho de 2014

| CMT | n   | CE – ABS<br>(mS/cm)      | CE – DIF<br>(mS/cm)      |
|-----|-----|--------------------------|--------------------------|
| 0   | 450 | 4,92 ± 0,76 <sup>b</sup> | 0,51 ± 0,64 <sup>b</sup> |
| 1   | 173 | 4,99 ± 0,65 <sup>b</sup> | 0,46 ± 0,59 <sup>b</sup> |
| 2   | 157 | 5,32 ± 0,99 <sup>a</sup> | 0,88 ± 0,96 <sup>a</sup> |
| 3   | 196 | 5,55 ± 1,44 <sup>a</sup> | 1,01 ± 1,10 <sup>a</sup> |

Letras diferentes na mesma coluna indicam que houve diferença estatística pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

EC – ABS = condutividade elétrica valor absoluto    EC – DIF = condutividade elétrica valor diferencial

Na tabela 2, quando analisados os dados de CMT e CE pode-se afirmar que os valores de condutividade elétrica encontrados para os escores 0 e 1 não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) nas avaliações entre os valores absolutos e os valores diferenciais para cada escore de CMT.

Os animais com escore 1 no momento do exame de CMT apresentaram resultados negativos para mastite pela CE. Sabe-se que a condutividade elétrica mede a presença de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  presentes no leite, sendo estes liberados em maior quantidade na presença de um processo inflamatório e extensão da lesão tecidual do quarto afetado (ZAFALON et al, 2005). Uma vaca que sofre de mastite nem sempre mostra um aumento da CE do leite do quarto infectado, mas a variação destes valores ao longo da ordenha a partir de um quarto infectado pode ser maior do que a variação da condutividade presente nos quartos saudáveis (NORBERG et al, 2004).

Trabalhos mais recentes confirmam que podem haver variações na concentração de  $\text{Na}^+$  dependendo da porção coletada para amostra, sendo que esta é maior no leite antes da retirada dos três primeiros jatos e leite de cisterna podendo diminuir em até 25%

quando avaliada no leite alveolar (BRUKEMAIER, ONTSOUKA e BLUM, 2004; JANZEKOVIC et al, 2009, LA RUE, KAMPHUIS e JAGO, 2012).

As amostras utilizadas para avaliação no aparelho Milk Checker n – 4L foram obtidas no início da ordenha, após a retirada dos primeiros jatos, utilizando possivelmente leite alveolar do úbere. Como o fabricante não indica em seu manual de instruções o momento exato para utilizar o aparelho de medição utilizou-se o mesmo protocolo de aplicação do teste CMT, ou seja, após o descarte dos três primeiros jatos. Portanto, é possível que haja alguma influência do momento correto para a execução da medição da condutividade elétrica.

**Tabela 3.** Correlação entre os todos os resultados de condutividade elétrica e CMT de todas as amostras de leite coletadas em 4 propriedades em Londrina – PR nos meses de junho e julho de 2014

| <b>Resultados<br/>Condutividade<br/>Elétrica</b> | <b>Resultados California Mastitis Test (CMT)</b> |      |      |      |
|--|--|------|------|------|
|  | 0  | 1    | 2    | 3    |
| <b>Positivo (%)</b>                              | 41,8   | 37,8 | 59,3 | 58,6 |
| <b>Negativo (%)</b>                              | 58,2   | 62,2 | 40,7 | 41,4 |

H<sub>0</sub>: Diagnóstico de mastite por condutividade é independente dos valores de California Mastitis Test (CMT).

H<sub>1</sub>: Diagnóstico de mastite por condutividade é dependente dos valores de California Mastitis Test (CMT) são dependentes.

Qui-quadrado= 7120,89; p>0,05. Aceita-se H<sub>0</sub>

Conforme resultados apresentados na tabela 3, do total de amostras avaliadas pelo aparelho, quando estas foram diagnosticadas como positivas, na avaliação pelo teste CMT classificaram-se como escore 2 e 3 (59,3 e 58,6%). Da mesma maneira, quando se avaliou a dispersão dos escores de CMT em relação aos resultados negativos, a maior porcentagem detectada foi nos escores 0 e 1 (58,2 e 62,2%) do CMT.

Pode-se dizer, então, que o aparelho Milk Checker N- 4L é mais eficiente para detectar valores extremos de alteração na condutividade, ou seja, animais que podem já estar manifestando clinicamente a mastite e animais que estão com a condutividade elétrica inalterada.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os dados analisados, o uso do aparelho portátil para medição

de condutividade Milk Checker N – 4L como ferramenta de diagnóstico de mastite subclínica na rotina das propriedades leiteiras é válido, porém com algumas ressalvas principalmente quanto ao momento de execução do exame e interpretação dos dados.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALI, A.K.A.; SHOOK, G. E. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.3, p.487-90, 1980.
- ALORE, H.G.; ERB, H.N. Partial budget of the discounted anual benefit of mastitis control strategies. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.8, p.2280-2292, 1998.
- AULDIST, M.J.; HUBBLE, I.B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. **Austr. J. Dairy Technol.**, v.53, p.28-36, 1998.
- BASTAN A.; KAÇAR, C.; ACAR, D.B.; SAHIN, M.; CENGIZ, M. Investigation of the incidence and diagnosis of subclinical mastitis in early lactation period cows. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Science**, v.32, n.2, p.119-121, 2008.
- BIGGADIKE, H.J.; OHNSTAD, I.; LAVEN, R.A.; HILLERTON, J.E. Evaluation of measurements of the conductivity of quarter milk samples for the early diagnosis of mastitis. **The Veterinary Record**, n.150, p. 655-658, 2012.
- BRUKEMAIER, R.M.; ONTSOUKA, C.E.; BLUM, J.W. Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. **Vet Med – Czech**, v.49, n.8, p.283-290, 2004.
- COLDEBELLA, A. Contagem de células somáticas e produção de leite em vacas holandesas confinadas. 2003. 99f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- FRANCO, R.M. **Atlas de microbiologia de alimentos**. Rio de Janeiro: Gráfica Editora Stamppa, 2012. 228p.
- HAMMAN, J.; ZECCONI A. Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. **International Dairy Federation**, b.334, p.5-26, 1998.
- HOGVEEN, H.; HUIJPS, K.; LAM, TJGM. Economic aspects of mastitis: new developments. **New Zealand Veterinary Journal**, v.59, n.1, p.16-23, 2011.
- ILIE L.I.; TUDOR, L., GALIS, A.M. The electrical conductivity of cattle milk and the possibility of mastitis diagnosis in Romania. **Lucrări Științifice Medicină Veterinară**, n. 43, v.2, p.220-227, 2010.
- JANZEKOVIC, M.; BRUS, M.; MURSEC, B.; VINIS, B.; STANJKO, D.; CUS, F. Mastitis detection based on electric conductivity of milk. **Journals of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, v.34, n.1, p.39-46, 2009.

LARUE, B.; KAMPHUIS, C.; JAGO, J. Smart ways to detect mastitis: what do we know about automated in-line detection systems? **Proceedings of the milk quality conference 2012**, disponível em [https://www.sciquest.org.nz/smart\\_ways\\_to\\_detect\\_mastitis](https://www.sciquest.org.nz/smart_ways_to_detect_mastitis). Acesso em 19/08/2014.

MANUAL DE INSTRUÇÕES MEDIDOR PORTÁTIL DE CE N-4L. Disponível em [http://www.milktest.jp/pdf/MILKCHECKER\\_MANUAL\\_MLCM001P\\_0513.pdf](http://www.milktest.jp/pdf/MILKCHECKER_MANUAL_MLCM001P_0513.pdf). Acesso em 28/07/2014.

NIELEN, M.; DELUYKER, H.; SCHUKKEN, Y.H.; BRAND, A. Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.2, p.606-614, 1992.

NORBERG,E.; HOGEVEEN,H.; KORSGAARD, I.R.; FRIGGENS, N.C.;SLOTH,K.H.M.N.; LOVENDAHL,P. Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.4, p.1099-1107, 2004.

PYÖRÄLÄ, S. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. **Veterinary Research**, v.34, p.565-578, 2003.

PYÖRÄLÄ, S; TAPONEN, S. Coagulase-negative staphylococci – emerging mastitis pathogens. **Veterinary Microbiology**, v.134, n.1-2, p.1-26, 2008.

RIBEIRO, M.E.R.; PETRINI, L.A.; AITA, M.F.; BALBINOTTI, M.; STUMPFRJ, W.; GOMES, J.F.; SCHRAMM, R.C.; MARTINS, P.R.; BARBOSA, R.S. Ralação entre mastite clínica, subclínica infecciosa e não infecciosa em unidades de produção leiteira na região sul do Rio Grande do Sul. **Current Agricultural Science and Technology**, v.9, n.3, 2003.

RUEGG, P.L.; REINEMANN, D.J. Milk quality and mastitis test. Disponível em <http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/milk-quality-and-mastitis-diagnostic-tests.pdf>. Acesso em 27/04/2014.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria para a qualidade do leite**, Barueri: Manole, Pirassununga: Ed. dos Autores, 2007. 314p.

SARIKAYA, H.; BRUCKMAIER, R.M. Importance of sampled milk fraction for the prediction of total quarter somatic cell count. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.11, p.4246-4250, 2006

SCHUKKEN, Y.H.; WILSON, D.J.; WELCOME, F.; GARRISON-TIKOFSKY, L.; GONZALEZ, R.N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell count. **Vet.Res.** v.34, p.579-596, 2003.

SHERBON, J.W. Physical Properties of milk. In: **Fundamentals of dairy chemistry**. Springer US, 1988. p. 409-460.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de alimentos**, EMBRAPA. Brasília: EMBRAPA - SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1995. 159p.

SMITH, K.L.; HILLERTON, J.E.; HARMON, R.J. Guidelines on normal and abnormal raw milk based on somatic cell counts and signs of clinical mastitis. **National Mastitis Council**, 2001. Disponível em <https://nmconline.org/docs/abnmilk.pdf>. Acesso em 23/07/2014.

SØLVERØD, L.; SIMONSEN, S.WALDMANN, A.; ØSTERÅS, O.; ROPSTAD, E. Variation in somatic cell count and milk components in fraction collected quarter milk samples. **Mastitis in dairy production**, 2ed, Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2007. 744p.

THORBERG, B.M.; DANIELSSON-THAM, M.L., EMANUELSON, U., PERSSON WALLER, K. Bovine subclinical mastitis caused by different types of coagulase-negative staphylococci. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.10, p.4962-4970, 2009.

VILLAS BOAS, D.F.; EL FARO, L.; VERCESI FILHO, A. E.; Pereira, M. A. Associação entre a condutividade elétrica e a contagem de células somáticas em vacas da raça Gir Leiteiro. **X Simpósio de Melhoramento Animal**. Uberaba, MG, 2003.

ZAFALON, L.F.; NADER FILHO, A.; OLIVEIRA, J.V.; RESENDE, F.D. Comportamento da condutividade elétrica e do conteúdo de cloretos como métodos auxiliares de diagnóstico da mastite subclínica bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, n.3, p.150-163, 2005.

ZAFALON, L.F.; NADER FILHO, A.; OLIVEIRA J.V. et al. Mastite subclínica causada por *Staphylococcus aureus*: custo benefício da antibioticoterapia em vacas em lactação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, p.577-585, 2007.

### **3 CONCLUSÃO GERAL**

De acordo com os dados analisados, o uso do aparelho portátil para medição de condutividade Medidor portátil de CE como ferramenta de diagnóstico de mastite subclínica na rotina das propriedades leiteiras é válido, porém alguns pontos devem ser avaliados principalmente quanto ao momento de execução do exame e interpretação dos dados.

Trabalhos complementares devem ser realizados para determinar se o momento de execução do teste antes ou depois da retirada dos três primeiros jatos na rotina de ordenha pode influenciar a detecção de mastite subclínica por condutividade elétrica conforme este trabalho sugeriu.



## REFERÊNCIAS

- AULDIST, M.J.; HUBBLE, I.B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. **Austr. J. Dairy Technol.**, v.53, p.28-36, 1998.
- BASTAN A.; KAÇAR, C.; ACAR, D.B.; SAHIN, M.; CENGIZ, M. Investigation of the incidence and diagnosis of subclinical mastitis in early lactation period cows. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Science**, v.32, n.2, p.119-121, 2008.
- BIER, O. **Microbiologia e imunologia**. 24 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1990. 1324 p.
- BIGGADIKE, H.J.; OHNSTAD, I.; LAVEN, R.A.; HILLERTON, J.E. Evaluation of measurements of the conductivity of quarter milk samples for the early diagnosis of mastitis. **The Veterinary Record**, n.150, p. 655-658, 2002.
- BLOOD, D. C.; RADOSTITS, O. M. **Clínica Veterinária**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. 545 p.
- BOGNI et al. War against mastitis: current concepts on controlling bovine mastitis pathogens. **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances**, A. Méndez-Vilas (ed), p.483-494, 2011. Disponível em <http://www.formatex.info/microbiology3/book/483-494.pdf>. Acesso em 16/08/2014.
- BRITO, J.F.R.F.; CALDEIRA, G.A.V.; VERNEQUE, R.S.; BRITO, M.A.V.P. Sensibilidade e especificidade do california mastitis test como recurso diagnóstico da mastite subclínica em relação à contagem de células somáticas. **Pesq. Vet. Bras.**v.17, n.2, p.49-53, abr./jun, 1997.
- BYTYQI, H.; ZAUGG, U.; SHERIFI, K.; HAMIDI, A.; GJONBALAJ, M.; MUJI, S.; MEHMETI, H. Influence of management and physiological factors on somatic cell count in raw cow milk in Kosova. **Veterinarski arhiv**, v.80, n.2, p.173-183, 2010.
- CAPRITA, R.; CAPRITA, A; BENSCIK, I. The electric conductivity as a parameter for milk quality appreciation. Poster presentations at 11th ICPD, **Acta Vet. Scand Suppl**, n.98, 2003.
- COLDEBELLA, A. Contagem de células somáticas e produção de leite em vacas holandesas confinadas. 2003. 99f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- COSTA, E. O. Importância da mastite na produção leiteira do país. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, f.1, v.1, p.003-009,1998.
- DINGWELL, R.; LESLIE, R.; TIMMS, L.L.; SCHUKKEN, Y.; SARJENT, Y. Evaluation of the california mastitis test to determine udder health status of early lactation dairy cows. **Animal Industry Report: AS 650, ASL R1913**, disponível em [http://lib.dr.iastate.edu/ans\\_air/vol650/iss1/72](http://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol650/iss1/72). Acesso em 21/07/2014.

EL-NAGGAR, M.A. Una reacción sencilla para el diagnóstico de la mastitis bovina. **Notícias Med. Vet.** v.3, p.219-225, 1973.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e Controle de Mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175p.

HALASA, T.; NIELEN, M.; DE ROOS, A.P.W.; VAN HOORNE, R.; DE JONG, G.T. J. G. M., LAM, T.J.G.M.; VAN WERVEN, T.; HOGEVEEN, H. Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a new test-day model. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.2, p.599-606, 2009.

HAMMAN, J.; ZECCONI A. Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. **International Dairy Federation**, b.334, p.5-26, 1998.

HARMON, R.J. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **Journal of Dairy Science**, v.77, p. 2103-2112, 1994.

HILLERTON, J.E. Detecting mastitis cow-side. **National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings**, 2000.

ILIE L.I.; TUDOR, L., GALIS, A.M. The electrical conductivity of cattle milk and the possibility of mastitis diagnosis in Romania. **Lucrări Științifice Medicină Veterinară**, n. 43, v.2, p.220-227, 2010.

JANZEN, J. J. Economic losses resulting from mastitis. A review. **Journal of Dairy Science**, v. 53, n. 9, p. 1151-1160, 1970.

JANZEKOVIC, M.; BRUS, M.; MURSEC, B.; VINIS, B.; STANJKO, D.; CUS, F. Mastitis detection based on electric conductivity of milk. **Journals of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, v.34, n.1, p.39-46, 2009.

KASIKÇI, G.; ÇENTIN, Ö; BINGÖL, E.B.; GÜNDÜZ, M.C. Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Science**, v.36, n.1, p.49-55, 2012.

LEITNER G., CHAFFER, M., CARASO, Y., EZRA, E., KABABEA, D., WINKLER, M., GLICKMAN, A., SARAN, A. Udder infection and milk somatic cell count, NAGase activity and milk composition – fat, protein and lactose – in israeli-assyrian and awassi sheep. **Small Ruminant Research**, v.49, p.157-194, 2003.

LOPES, M.A., DEMEY, F.A., DA COSTA, G.M., DA ROCHA, C.M.B.M., ABREU, L.R., DOS SANTOS, G., FRANCO NETO, A. Influência da Contagem de células somáticas sobre o impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos leiteiros, **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.4, p.493-499, out/dez, 2011.

MACHADO, P.F.; PEREIRA, A.R.; SARRÍES, G.A. Composição do leite de tanques de rebanhos brasileiros distribuídos segundo sua contagem de células somáticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1883-1886, 2000.

MILNER, P.; PAGE, K.L.; WALTON, A.W.; HILLERTON, J.E. Detection of clinical mastitis by changes in electrical conductivity of foremilk before visible changes in milk, **Journal of Dairy Science**, v.79, p.83-86, 1996.

MULLER, E.E.; Anais do II Sul- Leite: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil / editores Geraldo Tadeu dos Santos et al. –Maringá:UEM/CCA/DZO – NUPEL, 2002. 212P. Toledo – PR, 2002.

NIELEN, M.; DELUYKER, H.; SCHUKKEN, Y.H.; BRAND, A. Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.2, p.606-614, 1992.

NORBERG,E.; HOGEVEEN,H.; KORSGAARD, I.R.; FRIGGENS, N.C.;SLOTH,K.H.M.N.; LOVENDAHL,P. Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.4, p.1099-1107, 2004.

PHILPOT, W.N.; NICKERSON, S.C. **Vencendo a luta contra mastite**. Jaguariúna:Westfalia Landtechnik do Brasil Ltda, 2002. 184p.

PYÖRÄLÄ, S. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. **Veterinary Research**, v.34, p.565-578, 2003.

PYÖRÄLÄ, S; TAPONEN, S. Coagulase-negative staphylococci – emerging mastitis pathogens. **Veterinary Microbiology**, v.134, n.1-2, p.1-26, 2008.

RIBAS, N.P. Análise do Leite. **Revista de Gado Holandês**, São Paulo, v. 2, n. 18, p. 26–31, 1994.

RIBEIRO JÚNIOR, J. C.; BELOTI, V. Mastite bovina e seu reflexo na qualidade do leite – revisão de literatura. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v.2, n.2, 2012.

RIBEIRO, M.E.R.; PETRINI, L.A.; AITA, M.F.; BALBINOTTI, M.; STUMPFRJ, W.; GOMES, J.F.; SCHRAMM, R.C.; MARTINS, P.R.; BARBOSA, R.S. Ralação entre mastite clínica, subclínica infecciosa e não infecciosa em unidades de produção leiteira na região sul do Rio Grande do Sul. **Current Agricultural Science and Technology**, v.9, n.3, 2003.

RUEGG, P.L. California Mastitis Test (CMT). **Resources Milk & Money**, Fact Sheet 1, 2005. Disponível em <http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/california-mastitis-test-fact-sheet.pdf>. Acesso em 27/04/2014.

RUEGG, P.L.; REINEMANN, D.J. Milk quality and mastitis test. Disponível em <http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/milk-quality-and-mastitis-diagnostic-tests.pdf>. Acesso em 27/04/2014.

SANFORD, C.J.; KEEFE, G.P., SANCHEZ, J.; DINGWELL, R.T.; BARKEMA, H.W.; LESLIE, K.E.; DOHOO, I.R. Test characteristics from latent-class models of california mastitis test. **Preventive Veterinary Medicine**, v.77, p.96-108, 2006.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria para a qualidade do leite**, Barueri: Manole, Pirassununga: Ed. dos Autores, 2007. 314p.

SCHALM, O.W.; NOORLANDER, D.D. Experiments and observations leading to development of the California Mastitis Test. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v.130, p.199-204, 1957

SARIKAYA, H.; SCHLAMBERGER, G.; MEYER, H.H.D.; BRUCKMAIER, R.M. Leukocyte populations and mRNA expression of inflammatory factors in quarter milk fractions of different somatic cell scores in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.7, p.2479-2486, 2006.

SARGENAT, J.M.; LESLIE, K.E., SHIRLEY, J.E., PULKRABEK, B.J.; LIM, G.H. Sensitivity and specificity of somatic cell count e California mastitis test for identifying infection in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.9, p.2018-2024, 2001.

SCHUKKEN, Y.H.; WILSON, D.J.; WELCOME, F.; GARRISON-TIKOFSKY, L.; GONZALEZ, R.N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell count. **Vet.Res.** v.34, p.579-596, 2003.

SHERBON, J.W. Physical Properties of milk. In: **Fundamentals of dairy chemistry**. Springer US, 1988. p. 409-460.

SHITANDI, A.; KIHUMBU, G. Assessment of the California Mastitis Test usage in small holder dairy herds and risk of violative antimicrobial residues. **Journal of Veterinary Science**, v.5, n.1, p.5-9, 2004.

SMITH, K.L.; HILLERTON, J.E.; HARMON, R.J. Guidelines on normal and abnormal raw milk based on somatic cell counts and signs of clinical mastitis. **National Mastitis Council**, 2001. Disponível em <https://nmconline.org/docs/abnmilk.pdf>. Acesso em 23/07/2014.

THORBERG, B.M.; DANIELSSON-THAM, M.L., EMANUELSON, U., PERSSON WALLER, K. Bovine subclinical mastitis caused by different types of coagulase-negative staphylococci. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.10, p.4962-4970, 2009.

UHLER, C. Mastitis in dairy production: estimation of sensivity, specificity and disease prevalence in the absence of a gold standard. **Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics**, v.14. n.1, p.79-98, 2009.

VILLAS BOAS, D.F.; EL FARO, L.; VERCESI FILHO, A. E.; PEREIRA, M. A. Associação entre a condutividade elétrica e a contagem de células somáticas em vacas da raça Gir Leiteiro. **X Simpósio de Melhoramento Animal**. Uberaba, MG, ago,2003.

ZAFALON, L.F.; NADER FILHO, A.; OLIVEIRA, J.V.; RESENDE, F.D. Comportamento da condutividade elétrica e do conteúdo de cloretos como métodos auxiliares de diagnóstico da mastite subclínica bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, n.3, p.150-163, 2005.

ZAFALON, L.F.; NADER FILHO, A.; OLIVEIRA J.V. et al. Mastite subclínica causada por *Staphylococcus aureus*: custo benefício da antibioticoterapia em vacas em lactação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, p.577-585, 2007.

## ANEXOS

1. Aparelho portátil para medição da condutividade elétrica Milk Checker N – 4L (Araucária Genética Bovina).



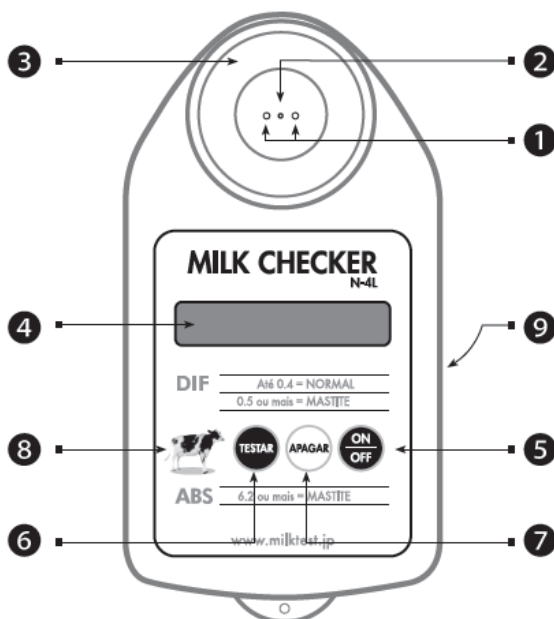
## 2. Manual de Instruções Milk Checker N – 4L



## A. ESPECIFICAÇÕES

- **MÉTODO DE MEDIÇÃO:** Medição da condutividade elétrica (C. E.)
- **CÁLCULO:** Diferença da condutividade elétrica calculada por computador. Calibração automática.
- **INDICAÇÃO DA LEITURA:**
  1. Display digital de três dígitos
  2. Indica simultaneamente os valores absolutos de todos os tetos.
  3. Indica a diferença da condutividade elétrica após o cálculo.
  4. Indica a condutividade elétrica calibrada.
- **FAIXA DE MEDIÇÃO:** 0 a 13 mS/cm (miliSiemens por centímetro)
- **PRECISÃO:** 3% +ou- 1 dígito
- **COMPENSAÇÃO AUTOMÁTICA DE TEMPERATURA:** +3 a 40°C (compensado para +25°C)
- **ALIMENTAÇÃO:** 2 pilhas AA
- **CONSUMO:** 0.45 mA
- **DIMENSÕES:** 91 (largura) x 45 (altura) x 181mm (comprimento)
- **PESO LÍQUIDO:** 320g

## B. ILUSTRAÇÃO E FUNÇÕES



- ❶ **SENSORES DE ELETRODOS**  
Esses sensores medem a condutividade elétrica (C. E.)
- ❷ **SENSOR DE TEMPERATURA**  
A condutividade elétrica se altera facilmente com a temperatura. Esse sensor compensa a temperatura automaticamente.
- ❸ **COPO COLETOR DE AMOSTRA**  
Recipiente para coletar a amostra do leite.
- ❹ **DISPLAY DIGITAL**  
Exibe simultaneamente a condutividade elétrica absoluta dos 4 tetos, calcula a diferença entre eles automaticamente e exibe a condutividade elétrica calibrada.
- ❺ **BOTÃO ON / OFF**  
Pressione para ligar o aparelho. Pressione novamente para desligá-lo. Quando não está sendo usado, o aparelho se desliga automaticamente após 3 minutos.
- ❻ **BOTÃO TESTAR**  
Pressione para exibir a condutividade elétrica do teto testado. Após testar todos os 4 tetos, pressione mais uma vez (5ª. vez) para exibir a diferença da condutividade elétrica entre os 4 tetos testados.
- ❼ **BOTÃO APAGAR**  
Pressione para apagar os dados do display e testar o próximo animal.
- ❽ **BOTÃO CAL (CALIBRAÇÃO)**  
Oculto sob a imagem da vaca
- ❾ **COMPARTIMENTO DE PILHAS**  
Localizado no verso do aparelho

## C. MODO DE USAR



1 Pressione o botão **ON/OFF** para ligar o aparelho. Por alguns segundos, o display exibirá uma indicação de checagem.



2 Em seguida, coloque a amostra de leite do primeiro teto no copo coletor, para iniciar a medição. Encha-o quase até a borda.



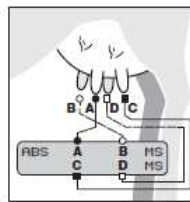
3 Pressione o botão **TESTAR**. Após alguns segundos, o display exibirá o valor da condutividade elétrica absoluta (ABS) deste teto na parte superior, à esquerda.



4 Esvazie o copo coletor e repita a operação com o segundo teto, e assim sucessivamente até completar os 4 tetos.

**⚠ Não há necessidade de lavar o copo coletor após a medição de cada teto.**

Os valores obtidos são exibidos no display na seguinte ordem: pela parte superior, da esquerda para a direita, em seguida na parte inferior da esquerda para direita. Por isso, recomendamos que a coleta do leite dos tetos seja feita na seguinte ordem:



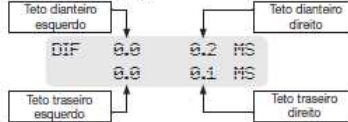
- A. Primeira medição: Teto dianteiro esquerdo
- B. Segunda medição: Teto dianteiro direito
- C. Terceira medição: Teto traseiro esquerdo
- D. Quarta medição: Teto traseiro direito

FIGURA 1 (Cond. Absoluta):



5 Após realizar a medição dos 4 tetos, pressione o botão **TESTAR** novamente para calcular a diferença de condutividade elétrica (DIF). Serão exibidas as diferenças entre os tetos, tendo como base o teto com a menor condutividade elétrica, que exibirá o valor 0.0 (zero). Todo o processo não dura mais que 30 segundos.

FIGURA 2 (Diferença):



Os valores da condutividade absoluta (ABS) de todos os tetos são **menores** que 6.2 mS/cm. Porém, o valor da diferença de condutividade (DIF) de um dos tetos é **maior** que 0.5 mS/cm. Portanto, o leite está **INFECTADO** e o animal está com mastite sub-clínica.

### IMPORTANTE:

- ☑ Ao fazer o teste de mastite com o *Milk Checker N-4L*, sempre faça a medição de todos os 4 tetos.
- ☑ Note que a condutividade elétrica do leite pode variar de acordo com a raça, estágio de lactação, condições patológicas do animal, entre outros fatores. Por exemplo, um animal em fase de produção de colostro pode apresentar valores absolutos maiores que 6.2 mS/cm e, ainda assim, estar sadio. Portanto, para identificar a mastite sub-clínica com segurança, recomenda-se verificar as diferenças nas condutividades (DIF) entre os tetos. A diferença na condutividade ajuda a identificar o grau de inflamação.
- ☑ O *Milk Checker N-4L* é um aparelho para detecção da mastite. Porém, a confirmação e o tratamento devem ser feitos por um veterinário ou especialista.

## E. MANUTENÇÃO

1 É necessário enxaguar o copo de coleta uma vez diariamente, após o uso. Não toque nos sensores (de eletrodos e de temperatura) com objetos rígidos ou pontiagudos.

Não use produtos químicos abrasivos (solventes, thinner etc) para limpar o aparelho.

2 Caso haja coleta de colostro ou leite de mastite severa (com grumos, sangue ou pus), é necessá-



6 Após terminar o teste, pressione o botão **APAGAR** para apagar os dados do display e, em seguida, realizar a medição do próximo animal.

### ATENÇÃO:

- ✗ Não toque nos sensores com objetos rígidos ou pontiagudos.
- ✗ Ao coletar o leite, encha o copo de coleta até quase a borda, para evitar uma medição incorreta.
- ✗ Cuidado para não derrubar ou bater o aparelho.
- ✗ Não submerja o aparelho na água ou em qualquer outro líquido.
- ✗ Recomenda-se fazer o teste uma vez por semana, ou uma vez a cada duas semanas, dependendo do manejo e das condições higiênicas das instalações.

## D. CRITÉRIOS E INTERPRETAÇÃO

Os critérios usados pelo *Milk Checker N-4L* para avaliar o leite anormal ou infectado são os seguintes:

### CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

|                                  |                                    |   |
|----------------------------------|------------------------------------|---|
| Condutividade absoluta (ABS)     | Valor igual ou maior que 6.2 mS/cm | Indica que o leite não está normal, podendo ser colostro, ou mastite. |
| Diferença na condutividade (DIF) | Valor igual ou maior que 0.5 mS/cm | Indica que o leite não está normal, sinalizando sintomas de mastite.  |

rio lavar o copo de coleta com detergente neutro.

- 3 Para remover grumos, utilize um pano macio com detergente neutro.
- 4 Não submerja o aparelho na água ou em qualquer outro líquido.
- 5 Não derrube nem bata o aparelho.
- 6 Quando as pilhas acabarem, uma mensagem de alerta aparecerá no display, e o aparelho se desligará automaticamente. Substitua-as por pilhas novas.

### CALIBRAÇÃO

O aparelho é cuidadosamente calibrado na fábrica. Porém, em caso de necessidade de reconfirmação ou de dúvida em relação à medição, ele pode ser calibrado utilizando-se solução de cloreto de potássio (KCl) com 1 ou 3 níveis de concentração, da seguinte forma:

A - Em caso de uso de solução KCl com 3 níveis de concentração:

- Despeje 30ml de água destilada no copo coletor, e pressione o botão CAL. O display exibirá «CAL» e 0.0.
- Despeje 30ml de solução KCl a 0.05M no copo coletor e pressione o botão CAL. O valor 0.0 será cancelado e o display exibirá «CAL» e 3.4M.
- Despeje 30ml de solução KCl a 0.05M no copo coletor e pressione o botão CAL. O valor 3.4M será cancelado e o display exibirá «CAL» e 6.7M.
- Após concluir a memorização dos dados dos 3 tipos de solução KCl, a calibração está concluída. Observe se os dados indicadores estão dentro da faixa de precisão. Em seguida, pressione o botão APAGAR e faça as medições normalmente.

### ATENÇÃO:

Se o valor da calibração não estiver dentro da faixa de precisão, pode ser que a concentração da solução padrão não esteja correta. Se os valores normais de calibração não puderem ser obtidos mesmo utilizando-se a concentração correta de solução, desligue o aparelho uma vez e repita a operação.

B - Em caso de uso de solução KCl com 1 nível de concentração:

- Despeje 30ml de solução KCl a 0.05M no copo coletor e pressione o botão CAL. O display exibirá «CAL» e 6.7M.
- A calibração está concluída. Pressione o botão APAGAR e faça as medições normalmente. Se o valor da calibração não puder ser obtido mesmo utilizando-se a concentração correta de solução, desligue o aparelho uma vez e repita a operação.

### OBSERVAÇÃO:

Utilize solução padrão em que a concentração de KCl esteja medida com exatidão. Se a concentração da solução padrão não for exata, os valores exibidos não estarão corretos. Em caso de qualquer dúvida na operação, teste calibrar novamente. Se necessário, consulte seu revendedor.

Mais informações: [www.milktest.jp](http://www.milktest.jp)

Exemplos de leituras:

#### EXEMPLO 1 - LEITE NORMAL

|         |        |         |        |
|---------|--------|---------|--------|
| ABS 5,3 | 5,3 MS | DIF 0,1 | 0,1 MS |
| 5,2     | 5,4 MS | 0,0     | 0,2 MS |

Os valores da condutividade absoluta (ABS) de todos os 4 tetos são **menores** que 6.2 mS/cm. Os valores das diferenças de condutividade (DIF) são todos **menores** que 0.5 mS/cm. Portanto, o leite está **NORMAL**.

#### EXEMPLO 2 - LEITE ANORMAL

|         |        |         |        |
|---------|--------|---------|--------|
| ABS 6,5 | 6,3 MS | DIF 0,2 | 0,0 MS |
| 6,4     | 6,3 MS | 0,1     | 0,0 MS |

Os valores da condutividade absoluta (ABS) de todos os 4 tetos são **maiores** que 6.2 mS/cm. Embora os valores das diferenças de condutividade (DIF) estejam menores que 0.5 mS/cm, o leite está **ANORMAL**, podendo ser colostro ou leite de lactação.

#### EXEMPLO 3 - LEITE INFECTADO COM MASTITE

|         |        |         |        |
|---------|--------|---------|--------|
| ABS 5,9 | 6,1 MS | DIF 0,1 | 0,3 MS |
| 5,8     | 5,5 MS | 0,0     | 0,7 MS |

Embora os valores da condutividade absoluta (ABS) de 3 tetos estejam menores que 6.2 mS/cm, um dos tetos exibe um valor maior que 6.2 mS/cm. Além disso, o valor da diferença de condutividade (DIF) deste teto é maior que 0.5 mS/cm. Portanto, o leite está **INFECTADO** e o animal está com mastite sub-clínica.

#### EXEMPLO 4 - LEITE INFECTADO COM MASTITE

|         |        |         |        |
|---------|--------|---------|--------|
| ABS 5,0 | 5,3 MS | DIF 0,0 | 0,3 MS |
| 5,9     | 5,2 MS | 0,9     | 0,2 MS |