



**Escola Superior Agrária
Instituto Politécnico de Castelo Branco**

**Condutibilidade eléctrica do leite:
um método para detecção de mamites**

António Moitinho Rodrigues

Castelo Branco

1998

CONDUTIBILIDADE ELÉCTRICA DO LEITE: UM MÉTODO PARA DETECÇÃO DE MAMITES

António Moitinho Rodrigues
Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Castelo Branco
Quinta da Sr.^a de Mércules, 6000-909 CASTELO BRANCO
amrodrig@esa.ipcb.pt

1. INTRODUÇÃO

A mamite é uma das doenças infecciosas mais frequentes nas vacas leiteiras tendo grande impacto económico negativo nas explorações de bovinos de leite. Segundo BECK *et al.* (1992) e (BOOTH, 1988), cada mamite clínica custa ao produtor de leite no Reino Unido pelo menos 100 USD ($\approx 18.000\$00$) ocorrendo, por ano, entre 35 a 40 casos em cada 100 vacas.

Para DIJKHUIZEN e STELWAGEN (1981) 40 % das perdas económicas numa exploração de bovinos de leite são devidas às mamites clínicas enquanto que 60% das perdas são causadas pelas mamites sub-clínicas que originam um prejuízo de cerca de 165 Dfl ($\approx 15.000\$00$) por vaca e por ano.

Num trabalho mais recente, feito em explorações de bovinos de leite na Holanda, SCHAKENRAAD e DIJKHUIZEN (1990) concluem que as perdas económicas devido a mamites rondam, em média, 136 Dfl ($\approx 12.500\$00$) por vaca e por ano.

As perdas económicas podem ser atribuídas ao decréscimo da produção de leite, aos medicamentos utilizados, aos custos com o trabalho acrescido inerentes ao tratamento dos animais, à quantidade de leite rejeitado durante a infecção e durante o tratamento, às despesas com o veterinário, à diminuição da qualidade e consequente redução do preço do leite, aos riscos acrescidos de ocorrência de mais mamites e ao risco acrescido de refugo e mesmo morte de algumas vacas (MILNER *et al.*, 1996; BECK *et al.*, 1992; NIELEN *et al.*, 1992).

No sentido de tornar possível a identificação precoce dos animais que sofrem de mamite clínica ou sub-clínica têm sido desenvolvidos vários testes, rápidos e relativamente baratos, que têm permitindo implementar nas explorações leiteiras um esquema eficaz de controlo de mamites. De entre os vários métodos referidos na bibliografia destacamos os que têm em conta as alterações da condutibilidade eléctrica do leite devido ao aumento da concentração de iões sódio (Na^+) e cloro (Cl^-). Inicialmente foram desenvolvidos sistemas portáteis para serem utilizados ao lado da vaca. Mais recentemente desenvolveram-se sistemas automáticos, ligados ao equipamento de ordenha, com o objectivo de medir

permanentemente a condutibilidade eléctrica durante a ordenha. De referir que, antes de 1911 já havia sido sugerida a relação entre o aumento da condutibilidade eléctrica do leite e o aparecimento de mamites (MUNCH-PETERSON, 1938 citado por SHELDRAKE *et al.*, 1983a).

Os objectivos deste trabalho de resvisão bibliográfica são:

- sumariar os conhecimentos que actualmente existem sobre a relação entre a condutibilidade eléctrica do leite e a saúde do úbere;
- abordar o tema da utilização da alteração da condutibilidade eléctrica como indicador para a detecção de mamites;
- descrever a forma de utilização de um equipamento portátil existente na Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB), para determinação da condutibilidade eléctrica do leite.

2. DEFINIÇÃO DE CONDUTIBILIDADE ELÉCTRICA

A condutibilidade eléctrica (CE) ou condutância é a propriedade que certas substâncias possuem de favorecerem ou não a passagem da corrente eléctrica ou calorífica e varia com a natureza da substância. É elevada nos metais e baixa nos metalóides e compostos orgânicos. A CE de uma solução electrolítica é definida como a resistência que um cubo com 1 cm^3 de volume da mesma solução, oferece à passagem da corrente eléctrica. A resistência eléctrica é medida em Ohms e é calculada dividindo a tensão eléctrica (Volt) pela intensidade da corrente (Ampere). A CE é medida em Siemens/metro e é calculada pelo quociente entre a intensidade da corrente e a tensão eléctrica.

O valor normal da CE do leite a 25°C oscila entre 4,0 e 5,5 miliSiemens/cm (mS/cm) (WONG, 1988) embora SHELDRAKE *et al.* (1983a) tenham encontrado valores que variaram entre 4,5, 5,8 e 6,5 mS/cm, respectivamente para leites com uma contagem média de células somáticas de 158 000, 200 000 e 251 000.

2.1 MEDIÇÃO DA CONDUTIBILIDADE ELÉCTRICA NO LABORATÓRIO

Inicialmente, a CE do leite foi expressa como a concentração de cloreto de sódio (NaCl) no leite, em miliMoles (mM), o que reflecte a concentração iónica total do leite em miliequivalentes por litro (KITCHEN *et al.*, 1980). O mesmo autor encontrou uma CE de 49,5 ($\pm 4,7$) mM de NaCl para um total de 105 amostras de leite normal e uma CE de 70,6 ($\pm 11,4$) mM de NaCl em 87 amostras de leite mamítico.

Outros autores utilizaram, nos seus trabalhos, outras unidades para medir a CE do leite. FERNANDO *et al.*, (1981) desenvolveram um método para avaliar a CE do leite, utilizando dois eléctrodos, apresentando os resultados em μ mho/cm. Utilizando o mesmo método FERNANDO *et al.*, (1982), encontraram uma CE de 4916 (± 506) μ mho/cm para um total de 292 amostras de leite normal e uma CE de 6252 (± 1021) μ mho/cm para um total de 76 amostras de leite mamítico.

Actualmente, a CE do leite é medida utilizando eléctrodos colocados em células de vidro com volume conhecido. As células são calibradas utilizando uma solução padrão de NaCl. Posteriormente são feitas correcções para a temperatura. Como já foi referido, o valor normal da CE do leite a 25°C oscila entre 4,0 e 5,5 mS/cm (WONG, 1988). NIELEN *et al.* (1995) mediram a CE de leite normal (n=37) e de leite mamítico (n=34) registando os valores de 5,86 ($\pm 0,34$) mS/cm e de 6,92 ($\pm 0,58$) mS/cm, respectivamente, enquanto que MAATJE *et al.* (1992) encontraram uma CE de 7,20 ($\pm 1,00$) mS/cm para 25 amostras de leite mamítico.

3. ALTERAÇÃO DA CONDUTIBILIDADE ELÉCTRICA DO LEITE

A CE do leite é influenciada pela concentração de catiões (Na^+ e K^+) e de aniões (Cl^-) que se encontram em solução, na fracção líquida do leite (KITCHEN, 1981 e WONG, 1988). Outros iões como o cálcio, o fósforo e o magnésio, que não interferem com a CE do leite, encontram-se ligados às caseínas. As células epiteliais secretoras que existem na glândula mamária, têm um sistema activo de transporte para bombearem o Na^+ para o fluído extracelular e o K^+ para dentro das células (NIELEN *et al.*, 1992). O mesmo autor refere que, pelo contrário, tanto o Na^+ como o K^+ são transportados passivamente do citoplasma das células epiteliais para o leite.

No meio extracelular e no sangue, a razão normal de $\text{Na}^+:\text{K}^+$ é de 3:1 enquanto que no meio intracelular e no leite é de 1:3 (Quadro 1). A concentração de Cl^- também é maior no meio extracelular e no sangue (KITCHEN, 1981). Segundo LINZELL e PARKER, (1971) citado por FERNANDO *et al.*, (1981), o epitélio glandular é mais permeável na região alveolar e, consequentemente, as trocas iónicas iniciais estão limitadas ao leite alveolar. No entanto a passagem, por difusão, de iões para o interior do sistema de ductos alveolares faz com que aqueles sejam encaminhados para os reservatórios inferiores da glândula mamária, aumentando a concentração electrolítica do primeiro leite.

Quadro 1. Comparação entre a composição química do leite e do plasma sanguíneo (g/Kg) (adaptado de MATHIEU, 1991).

	Plasma sanguíneo	Leite normal
Lactose	0	48
Proteínas solúveis	76	6,5
Caseínas	0	27
Lípidos totais	4,5	38,5
Total de sais minerais	9,3	7,5
Sódio	3,4	1
Potássio	0,3	1,5
Cloro	3,5	1
Fósforo	0,1	1
Cálcio	0,1	1,2

3.1 O EFEITO DA MAMITE

A mamite, como infecção da glândula mamária que é, tem um efeito marcante na produção e na composição do leite, reflexo da destruição parcial do tecido epitelial secretor devido à multiplicação dos agentes patogénicos (DELUYKER, 1991). A deterioração do tecido epitelial provoca a diminuição dos componentes sólidos do leite e a permeabilidade dos tecidos doentes, o que origina a reabsorção da lactose e a infiltração de soro sanguíneo. Quanto mais grave for a infecção mais a composição do leite se aproxima da do plasma sanguíneo, havendo uma diminuição dos produtos sintetizados e um aumento das substâncias filtradas. O leite torna-se amargo, salgado ficando com uma cor acinzentada. As concentrações de lactose e de K^+ baixam havendo um aumento da concentração de Na^+ e de Cl^- (KITCHEN, 1981 e MIELKE 1975 citado por NIELEN *et al*, 1992).

A concentração iónica altera-se no leite mamítico devido ao acréscimo da permeabilidade do tecido epitelial afectado e à destruição do sistema activo de transporte de iões (KITCHEN *et al.*, 1980). O Na^+ e o Cl^- , que estão em elevada concentração no fluído extracelular, passam para o interior do lúmen alvéolar. No sentido de manter a pressão osmótica, as concentrações de K^+ e de lactose, baixam no leite (KITCHEN, 1981). Como já foi referido, a diminuição da concentração de lactose resulta da sua passagem para o fluído extracelular e para o sangue, como resultado da destruição parcial do tecido secretor, que constitui uma barreira natural à lactose (MIELKE 1975 citado por NIELEN *et al*, 1992), e/ou devido à redução da biossíntese da lactose causada pela destruição de grande número de células epiteliais (ALLEN 1990; KITCHEN, 1981).

A alteração na concentração dos iões Na^+ , K^+ e Cl^- provoca um aumento da CE do leite mamítico (MUNCH-PETERSON, 1938 citado por SHELDRAKE *et al.*, 1983; FERNANDO *et al.*, 1982; FERNANDO *et al.*, 1981; KITCHEN, 1981;) sem haver alteração da pressão osmótica do mesmo leite (OSHIMA 1977 e MIELKE 1975 citados por NIELEN *et al.*, 1992).

3.2 OUTROS FACTORES

Além das mamites, outros factores podem provocar alterações no conteúdo do leite em iões, influenciando de forma determinante a sua CE.

Os vários factores referidos na bibliografia, que poderão ou não estar associados à mamite, vão desde a variação entre animais (ROSSING *et al.*, 1987; OKIGBO *et al.*, 1984), até à variação entre explorações (SHELDRAKE *et al.*, 1983b), passando por variações ao longo da lactação (ROSSING *et al.*, 1987; SHELDRAKE *et al.*, 1983a) ou entre lactações (ROSSING *et al.*, 1987; SHELDRAKE *et al.*, 1983a).

Factores como o estro, a raça, as alterações ao regime alimentar (ex. afastamento brusco das vacas da pastagem de Primavera), a ingestão de silagens de má qualidade, a febre do leite e a aplicação de antibióticos intramamários em quartos não afectados com mamite, afectam a CE do leite produzido pelos bovinos. Também a utilização de oxitocina altera a composição do leite de forma semelhante à do aparecimento de mamite (NIELEN *et al.*, 1992).

O leite de vacas de raça Jersey é mais rico em Ca, P, Mg, Cu, Zn, Mo, caseína e gordura enquanto que o leite de vacas Holstein Friesian é mais rico em elementos solúveis na água como K^+ , Na^+ , Cl^- tendo menor teor proteico e butiroso.

No laboratório a CE do leite aumenta com o aumento da temperatura das amostras de leite. Entre os 15 e os 40°C há uma relação linear positiva entre o aumento da temperatura e o aumento da CE (0,113 mS/ °C) (OSHIMA, 1978 citado por NIELEN *et al.*, 1992) ideia que confirma os resultados obtidos por PRENTICE (1972).

Pelo contrário, com o aumento do teor butiroso do leite há uma diminuição da CE do mesmo leite. FERNANDO *et al.* (1981) verificaram que o efeito da gordura na CE era altamente significativo ($P < 0,001$) uma vez que a CE do leite inteiro aumentava de 5855 (± 47) para 6391 (± 47) $\mu\text{mho/cm}$, depois de ser retirada a gordura ao leite. A gordura é má condutora pelo que o aumento da fracção lipídica do leite tem um efeito inibidor na CE devido não só à redução do volume total do meio condutor mas também devido ao obstáculo físico que os glóbulos de gordura são, à migração dos iões (PRENTICE 1962 citado por NIELEN *et al.*, 1992).

O aumento do intervalo entre ordenhas causa um acréscimo da CE do leite. Esta variação pode ser resultante do aumento da concentração de Na^+ e de Cl^- e correspondente decréscimo de K^+ , que se tem encontrado no leite obtido após ordenhas incompletas ou após grandes intervalos entre ordenhas (ROSSING *et al.*, 1987; FERNANDO *et al.*, 1981). Esta situação pode influenciar a CE do leite das diferentes ordenhas diárias sendo que a ordenha da tarde tem menor CE (FERNANDO *et al.*, 1981). A diferença entre a CE do leite obtido nas ordenhas da manhã e da tarde é mais evidente em leites provenientes de quartos mamíticos (PUCKETT 1984 citado por NIELEN *et al.*, 1992).

A CE do leite não se mantém constante ao longo da ordenha. MAATJE *et al.*, (1992) referem que a CE do leite é normalmente mais elevada no início da ordenha. No entanto, consideram que ainda não é bem conhecida a fracção de leite obtido em cada ordenha que nos poderá dar uma informação mais fiável em relação à saúde do úbere. Aqueles autores consideram mesmo, que será necessário desenvolver mais investigação para clarificar aquela dúvida.

JONES *et al.* (1994), utilizando um sistema automático para medir a CE durante toda a ordenha, com registos de 2 em 2 segundos, verificaram um decréscimo na CE do leite do início para o fim da ordenha (Gráfico 1).

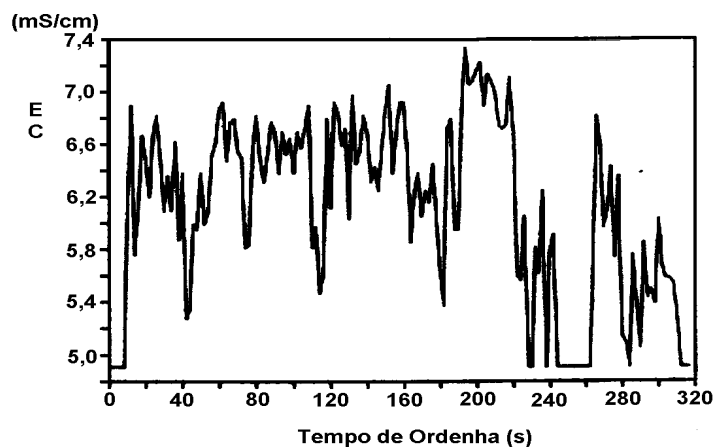


Gráfico 1. Registo da variação da condutibilidade eléctrica do leite com intervalos de 2 segundos, ao longo da ordenha de um quarto (JONES *et al.*, 1994).

O mesmos autores concluíram que os frequentes picos detectados no gráfico 1 resultam de um deficiente contacto entre o leite e os eléctrodos e não de variações bruscas da CE do leite. Para que este erro seja atenuado, os registos devem ser feitos com intervalos mais longos nomeadamente de 6 segundos.

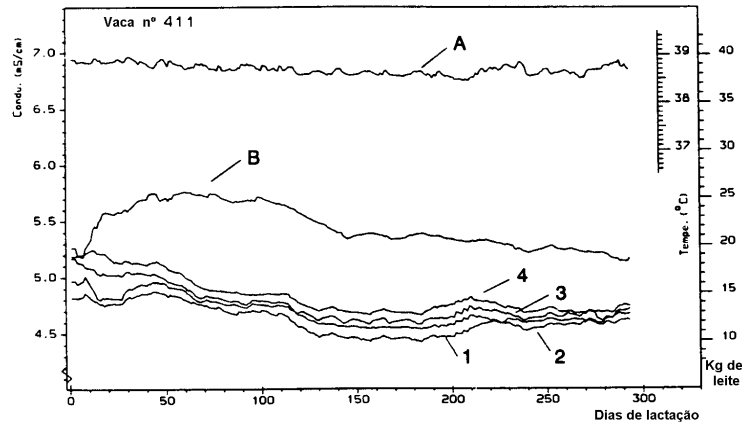


Gráfico 2. Curvas da condutibilidade eléctrica, da temperatura (A) e da produção de leite (B) durante toda a lactação de uma vaca Holstein sem problemas de mamite (MAATJE *et al.*, 1992).

1 a 4 = condutibilidade eléctrica do leite dos quartos anterior esquerdo, anterior direito, posterior esquerdo e posterior direito respectivamente.

Nos gráficos 2 e 3 é possível observar os resultados obtidos por MATTJE *et al.* (1992) para a variação da CE, da temperatura e da produção de leite de uma vaca sã e de uma vaca com mamite, utilizando para o efeito um sistema automático de leitura daqueles parâmetros. Verificaram que o leite produzido pela vaca sã teve uma pequena variação da CE que baixou ligeiramente para o fim da lactação (Gráfico 2).

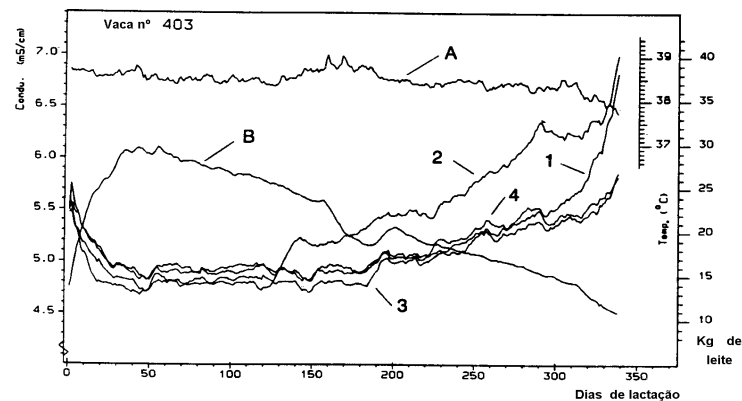


Gráfico 3. Curvas da condutibilidade eléctrica, da temperatura (A) e da produção de leite (B) durante toda a lactação de uma vaca Holstein com problemas de mamite (MAATJE *et al.*, 1992).

1 a 4 = condutibilidade eléctrica do leite dos quartos esquerdo frente, direito frente, esquerdo trás e direito trás respectivamente.

Pelo contrário, na vaca mamítica, a CE, a temperatura e a produção de leite foram alteradas de forma acentuada (Gráfico 3). Próximo dos 130 dias de verificou-se um aumento da CE no quarto anterior direito seguido por uma depressão na produção e um pico na temperatura do leite. No final da lactação a mamite passou a afectar também o quarto anterior esquerdo.

4. MEDIÇÃO DA CONDUTIBILIDADE ELÉCTRICA NA SALA DE ORDENHA

4.1 SISTEMAS AUTOMÁTICOS

Os sistemas automáticos foram desenvolvidos para possibilitar a determinação da CE durante toda a ordenha mecânica, permitindo também a recolha e o processamento automático dos resultados que poderão ser integrados com outra informação relevante para o sistema de manejo da exploração. Resultam da colocação de eléctrodos no equipamento de ordenha, a maior parte dos quais permitem a avaliação da CE por quarto (MAATJE *et al.* 1997; NIELEN *et al.* 1995; LANSBERGEN *et al.* 1994; NIELEN *et al.* 1993; MAATJE *et al.* 1992; MOTTRAM 1991) ou do leite de toda a ordenha (JONES *et al.*, 1994). Outros autores trabalharam com sistemas robotizados para ordenha mecânica de vacas, onde estavam incluídas unidades para determinação da CE do leite (HILL 1994; LEVESQUE 1993).

Aqueles sistemas permitem a automatização de vários registos durante a ordenha. Os dados obtidos são depois armazenados num micro-computador podendo ser utilizados para a realização de cálculos que auxiliarão o produtor nas decisões de manejo da exploração.

A título de exemplo apresentamos o esquema do dispositivo utilizado por MAATJE *et al.* (1992) para medir a condutibilidade do leite produzido por cada quarto (Figura 1).

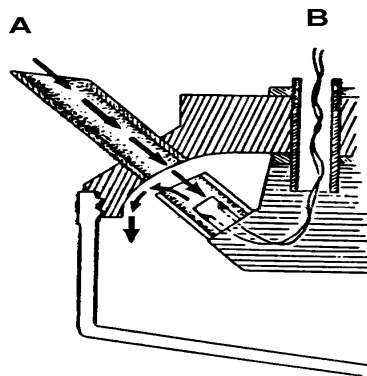


Figura 1. Secção do copo colector das tetinas mostrando o circuito do leite sobre as células tubulares, para determinação da condutibilidade eléctrica. Em cada copo colector há 4 células que determinam a condutibilidade eléctrica do leite de cada quarto. (MAATJE *et al.* 1992). (A) entrada de leite; (B) filamentos metálicos.

Como se pode observar na figura 1, os sensores estão colocados no copo colector das tetinas de forma a permitir a medição da CE do leite de cada quarto. Cada sensor é constituído por uma célula tubular contendo um par de eléctrodos de aço inoxidável e cada copo colector tem 4 sensores. À medida que vai decorrendo a ordenha, o leite de cada quarto flui através da

célula correspondente sendo possível uma leitura permanente da CE. Neste equipamento a CE é medida utilizando uma corrente contínua de 50 kHz que passa entre os dois eléctrodos. Em cada célula a tensão da corrente eléctrica é medida 7 vezes por segundo e a média das 7 determinações é calculada e armazenada por um processador que controla cada unidade de ordenha. Um computador pessoal (PC) regista os dados de todas as unidades em cada 5 segundos. É calculada a média dos 20 maiores valores de cada ordenha e o valor determinado é armazenado no disco duro do PC. O equipamento descrito também permite medir automaticamente a temperatura do leite através de um termómetro electrónico colocado no tubo curto de leite. Segundo MAATJE e ROSSING (1976), a temperatura do leite é um bom indicador da temperatura corporal do bovino, havendo uma correlação positiva entre as duas medidas. Neste trabalho MATTJE *et al* (1992) detectaram 100% das mamites clínicas e apenas 53% das mamites sub-clínicas. O nível de falsos positivos foi aceitável (4%) e em 76% dos casos de mamite clínica houve simultaneamente um acréscimo na temperatura e uma quebra na produção de leite. Em 65 % dos casos de mamite clínica foram detectadas alterações na CE do leite, muito antes de aparecerem os primeiros sinais clínicos da mamite.

MAATJE *et al.* (1983) citado por NIELEN (1992) referem que os sistemas automáticos para medição da CE do leite são fiáveis uma vez que há uma elevada correlação entre os valores obtidos por aquela via e os valores obtidos em laboratório. A correlação é de 0,83 para os primeiros jactos de leite, 0,89 para o leite do período em que há máximo fluxo, 0,85 para o repasse e de 0,86 para o leite de toda a ordenha.

4.2 EQUIPAMENTO PORTÁTIL

Desde há vários anos que têm sido desenvolvidos equipamentos portáteis para testar, no estábulo e ao lado da vaca, a CE do leite. A maior parte daqueles equipamentos permite avaliar a CE de um quarto de cada vez com resultados muito bons (MILNER *et al.* 1997; MILNER *et al.*, 1996; TONGEL *et al.*, 1994; HILLERTON e WALTON, 1991; BARTA *et al.* 1990; OKIGBO *et al.*, 1984).

A título de exemplo, apresentamos um equipamento portátil produzido na Nova Zelândia pela InterAg - Effective Agricultural Systems e que é utilizado na ESCAB, para diagnóstico de mamites (Figura 2).

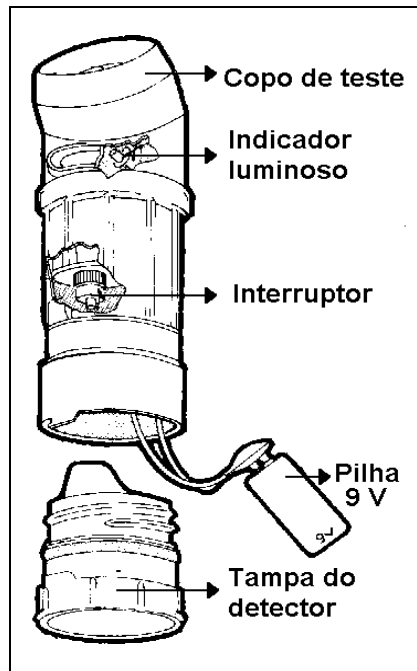


Figura 2. Esquema de um detector portátil de mamites, através da alteração da condutibilidade eléctrica do leite.

Na parte superior do medidor portátil de CE do leite existe um copo de teste, no interior do qual estão colocados dois eléctrodos de aço inoxidável (Figura 3).

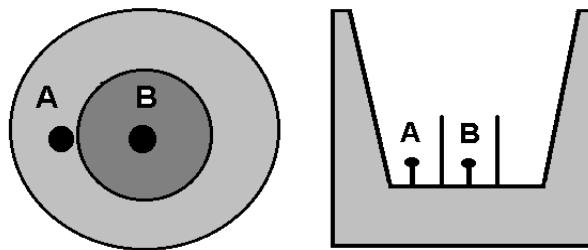


Figura 3. Vista superior e secção lateral do copo de teste do detector portátil de condutibilidade eléctrica do leite onde se podem ver os dois eléctrodos (A e B) de aço inoxidável.

Por baixo do copo de teste está colocado um indicador luminoso onde pode aparecer acesa uma luz verde, uma luz vermelha ou as duas ao mesmo tempo. No interior do corpo do detector, além de existir uma pilha de 9 Voltes que fornece energia ao sistema, existe também um interruptor que é accionado quando se roda a tampa inferior para a direita.

4.2.1. MODO DE FUNCIONAMENTO

Iniciamos a utilização do detector de CE rodando a tampa inferior de forma a que esta accione o interruptor. O aparelho fica ligado a partir do momento em que, no lado esquerdo

do mostrador luminoso, aparece uma luz verde. Na sala de ordenha, após os procedimentos habituais de limpeza do úbere, recolhemos os primeiros jactos de leite, do quarto que pretendemos analisar, para o copo de teste de forma a que este fique bem cheio. Ao fim de 2-3 segundos examinamos o mostrador luminoso para verificar qual das luzes está acesa (só verde, só vermelho ou verde e vermelho). A observação por quarto deverá ser registada numa folha de papel. Executamos a mesma operação nos outros quartos. OKIGBO *et al.* (1984) utilizaram um detector portátil, idêntico ao nosso, que acendia as luzes verde e vermelha em simultâneo a partir de 6,0 mS/cm e quando a CE do leite atingia os 6,8 mS/cm, acendia apenas a luz vermelha.

Para que o equipamento funcione bem devemos escolher a ordenha diária que é feita, após o maior intervalo de tempo. Devemos ainda ter em conta que a CE baixa com a diminuição da temperatura do leite pelo que, na época mais fria do ano, o copo de teste deverá ser previamente aquecido com água morna, antes da recolha da primeira amostra.

Para aumentar a precisão do aparelho portátil na detecção de mamites sub-clínicas, o construtor aconselha a repetição do teste no final da ordenha dos quartos positivos.

A interpretação dos resultados obtidos será a seguinte:

1. **acende-se apenas a luz verde** - então a CE do leite é baixa;
2. **acendem-se simultaneamente as luzes verde e vermelha** - então a CE do leite apresenta um valor médio;
3. **acende-se apenas a luz vermelha** - então a CE do leite é muito elevada.

Os quartos com leite normal terão uma CE semelhante, variando entre o verde ou o verde e vermelho (Figura 4), dependendo do estado de lactação, da raça do bovino ou de outros factores já referidos anteriormente. A luz verde indica sempre um quarto sem mamite. As luzes verde e vermelha acesas em simultâneo indicam um quarto sem mamite, apenas quando em nenhum dos outros quartos do úbere da mesma vaca, aparece a luz verde.

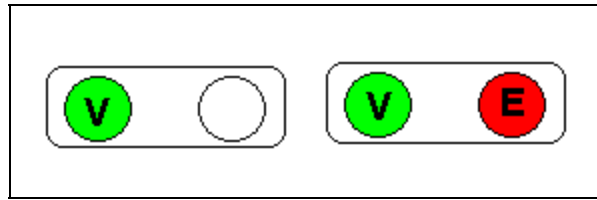


Figura 4. Indicador luminoso com a luz verde acesa, indicando e inexistência de mamite, ou com as luzes verde e vermelha acesas em simultâneo, podendo ou não ser indicador de mamite. V - verde; E - vermelho.

A mamite identifica-se quando aparece a luz vermelha no mostrador luminoso, o que significa que o leite daquele quarto tem uma CE muito elevada (Figura 5), ou quando aparecem as luzes verde e vermelha acesas em simultâneo e num dos quartos vizinhos aparece apenas a luz verde acesa.

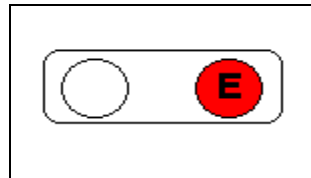


Figura 5. Indicador luminoso com a luz vermelha acesa indica sempre, a existência de mamite. E - vermelho.

Depois de terminarmos o trabalho, deveremos ter o cuidado de lavar o copo teste. Este deverá ser pré-lavado com água fria, lavado com água morna e detergente alcalino, enxaguado com água fria e finalmente bem seco. Os eléctrodos de metal deverão ficar bem limpos.

4.2.2. EXEMPLOS PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Para uma interpretação correcta dos resultados deveremos ter em conta que há necessidade de comparar o resultado obtido para cada quarto com os resultados obtidos para os outros quartos do mesmo úbere.

4.2.2.1. LUZ VERDE ACESA

Quando temos pelo menos uma luz verde acesa, poderemos estar perante as seguintes hipótese (Figura 6):

- 1ª- todos os outros quartos acendem a luz verde - não há mamite em todos eles;
- 2ª- todos os outros quartos com luz vermelha ou luzes verde e vermelha acesas em simultâneo - há mamite em todos eles.

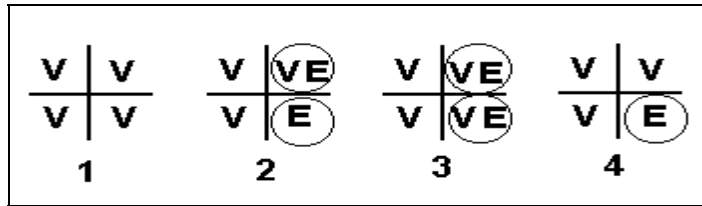


Figura 6. Diferentes possibilidades para cada úbere. (1) úbere sem mamite; (2) os quartos VE e E com mamite; (3) os quartos VE com mamite; (4) o quarto E com mamite. V- verde; VE - verde e vermelho; E - vermelho.

4.2.2.1. LUZES VERDE E VERMELHA OU SÓ VERMELHA ACESAS

Quando, ao analisarmos o leite de todos os quartos, nunca aparece apenas a luz verde acesa no mostrador poderemos estar perante as seguintes hipóteses (Figura 7):

- a) todos os outros quartos com luzes verde e vermelha acesas em simultâneo - não há mamite em todos eles;
- b) todos os quartos com luz vermelha - há mamite em todos eles.

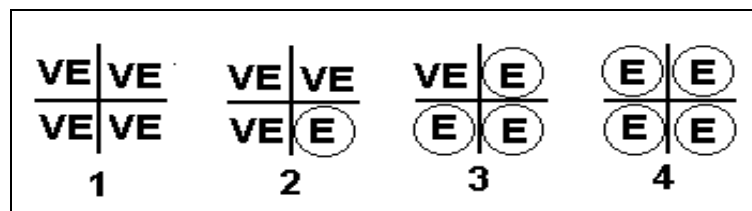


Figura 7. Diferentes possibilidades para cada úbere. (1) úbere sem mamite; (2) o quarto E com mamite; (3) os quartos E com mamite; (4) todos os quartos com mamite. VE - verde e vermelho; E - vermelho.

Para aumentar a precisão do aparelho portátil na detecção de mamites sub-clínicas, os testes deverão ser repetidos no final da ordenha para os quartos positivos. Na figura 8 apresenta-se um exemplo de uma possível variação dos resultados antes e após a ordenha. Nesta situação os quartos que eram positivos antes da ordenha, devem ser considerados suspeitos.

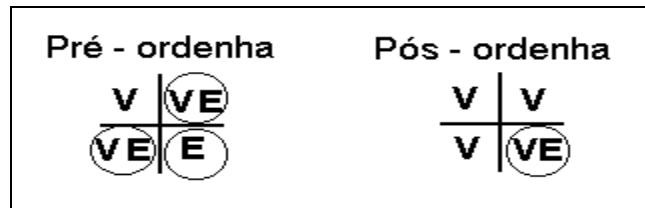


Figura 8. Exemplo da variação dos resultados obtidos com o leite de cada quarto antes e após a ordenha. Os quartos com VE (verde e vermelho), antes da ordenha, passaram a V (verde) após a ordenha. Estes casos devem ser considerados suspeitos.

5. CONCLUSÃO

Com este trabalho de revisão pretendemos fazer o ponto da situação sobre a utilização da CE do leite como método de diagnóstico de mamites clínicas e sub-clínicas.

Verifica-se que a CE do leite proveniente de quartos normais difere do leite proveniente de quartos mamíticos, mesmo sem comparação entre os quartos do mesmo úbere. A presença de bactérias patogénicas no úbere provoca a destruição gradual do tecido epitelial secretor levando a um aumento da concentração dos iões Cl e de Na e à diminuição da concentração da lactose e dos iões K.

O aumento da concentração de Na e Cl provoca um aumento acentuado da CE do leite. Este aspecto é evidente em situações de mamite clínica. No entanto, factores como o volume de leite produzido e/ou a temperatura da amostra de leite podem influenciar os resultados, principalmente nos casos de mamite sub-clínica. Para atenuar esta situação, os produtores de leite deverão ter em conta os resultados fornecidos pelo contraste leiteiro em relação à contagem de células somáticas por vaca, pese embora o atraso com que aquela informação é divulgada.

Os sistemas para determinação da CE do leite, que estão ligados ao equipamento de ordenha, permitem a automatização da recolha de informação referente à CE que, associada a outros dados sobre a produção e a temperatura do leite constituem preciosos auxiliares para a gestão da exploração.

Os detectores manuais da CE são mais baratos e, como são portáteis, podem ser utilizados em diferentes estábulos. Tendo em conta a bibliografia consultada podemos considerar que são equipamentos suficientemente eficazes para detectar leite anormal, podendo ser utilizados como alternativa ao teste californiano de mamites. São testes rápidos que poderão fornecer ao produtor informação imediata sobre a qualidade do leite.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, J. C. 1990. Milk synthesis and secretion rates in cows with milk composition changed by oxytocin. *J. Dairy Sci.* 73: 975.
- BARTA, O.; BARTA, V. D.; CRISMAN, M. V.; AKERS, R. M. 1990. Lymphocyte blastogenesis inhibition by milk whey as an indicator of mastitis. *J. Dairy Sci.* 73: 2112.
- BECK, H. S.; WISE, W. S.; DODD, F. H. 1992. Cost benefit analysis of bovine mastitis in the U. K. *J. Dairy Res.* 59: 449.
- BOOTH, J. M. 1988. Progress in controlling mastitis in England and Wales. *Vet. Rec.* 122:299.
- DELUYKER, H. A. 1991. Milk yield fluctuations associated with mastitis. *Flemish Vet. J.* 62 (Sup. 1): 207.
- DIJKHUIZEN, A. A.; STELWAGEN, J. 1981. The economic significance of mastitis in current and latered agricultural policies. *Tijdschr. Diergeneesk.*, 106: 492.
- FERNANDO, R.S.; RINDSIG, R. B.; SPAHR, S. L. 1981. Effect of length of milking interval and fat content on milk conductivity and its use for detecting mastitis. *J. Dairy Sci.* 64: 678.
- FERNANDO, R.S.; RINDSIG, R. B.; SPAHR, S. L. 1982. Electrical conductivity of milk for detection of mastitis. *J. Dairy Sci.* 64: 659.
- HILL, P. 1994. Robotic hands make light work. *Milk Producer Thames Ditton*, 41: 1.
- HILLERTON, J. E.; WALTON, A. W. 1991. Identification of clinical mastitis with a hand-held electrical conductivity meter. *Vet. Record*, 128: 513.
- JONES, L. R.; SPAHR, S. L.; PUCKETT, H. B. 1994. Variability and reliability of real-time milk conductivity data. *J. Dairy Sci.* 77: 80.
- KITCHEN, B. J. 1981. Review of the progress of dairy science: bovine mastitis, milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dairy Res.* 48: 167.
- KITCHEN, B. J.; MIDDLETON, G.; DURWARD, I. G.; ANDREWS, R. J.; SALMON, M. C. 1980. Mastitis diagnostic tests to estimate mammary gland epithelial cell damage. *J. Dairy Sci.* 63: 978.
- LANSBERGEN, L. M.; NIELEN, M.; LAM, T. G.; PENGGOV, A.; SCHUKKEN, Y. H.; MAATJE, K. 1994. Evaluation of prototype on-line electrical conductivity system for detection of subclinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 77: 1132.
- LEVESQUE, P. 1993. Whwn robotic and information systems are combined. *Producteur Lait Quebecois*, 14: 32.
- MAATJE, K.; DE MOL, R. M.; ROSSING, W. 1997. Cow status monitoring (health and oestrus) using detection sensors. *Comput. Electronic in Agric.* 18: 245.

MAATJE, K.; HUIJSMENS, P. J.; ROSSING, W.; HOGEWERF, P. H. 1992. The efficacy of on-line measurement of quarter milk electrical conductivity, milk yield and milk temperature for the detection of clinical and subclinical mastitis. *Livest. Prod. Sci.* 30: 239.

MAATJE, K.; ROSSING, W. 1976. Detecting oestrus by measuring milk temperatures of dairy cows during milking. *Livest. Prod. Sci.* 3: 85.

MILNER, P.; PAGE, K. L.; HILLERTON, J. E. 1997. The effects of early antibiotic treatment following diagnosis of mastitis detected by a change in the electrical conductivity of milk. *J. Dairy Sci.* 80: 859.

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

MOTTRAM, T. T. 1991. Making sense of conductivity. *Dairy Farmer*, 38: 22.

NIELEN, M.; DELUYKER, H.; SCHUKKEN, Y. H.; BRAND, A. 1992. Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *J. Dairy Sci.* 75: 606.

NIELEN, M.; SCHUKKEN, Y. H.; BRAND, A.; HARING, S. 1995. Comparison of analysis techniques for on-line detection of clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 78: 1050.

OKIGBO, L. M.; SHELIAH, M. A.; RICHARDSON, G. H.; ERNSTROM, C. A.; BROWN, R. J.; TIPPETTS, E. L. 1984. Portable conductivity meter for detecting abnormal milk. *J. Dairy Sci.* 67: 1510.

PRENTICE, J. H. 1972. The temperature coefficient of electrolytic conductivity of milk. *J. Dairy Res.* 39: 275.

ROSSING, W.; BENDERS, E.; HOGEWERF, P. H.; HOPSTER, H.; MAATJE, K. 1987. Practical experiences with real-time measurements of milk conductivity for detecting mastitis. Page 138 in Proc. 3rd Symp. Automation in Dairying, Wageningen, Netherlands.

SCHAKENRAAD, M. H. W.; DIJKHUIZEN, A. A. 1990. Economic losses due to bovine mastitis in Dutch dairy herds. *J. Agric. Sci.* 38: 89.

SHELDRAKE, R. F.; HOARE, R. J. T.; MCGREGOR, G. D. 1983b. Lactation stage, parity, and infection affecting somatic cells, electrical conductivity, and serum albumin in milk. *J. Dairy Sci.* 66: 542.

SHELDRAKE, R. F.; MCGREGOR, G. D.; HOARE, R. J. T. 1983a. Somatic cell count, electrical conductivity and serum albumin concentration for detecting bovine mastitis. *J. Dairy Sci.* 66: 548.

TONGEL, P.; MIHINA, S.; BUCKLIN, R. 1994. Detection of mastitis by means of electrical conductivity measurement. Dairy Systems for the 21st Century. Proc. 3rd International Dairy Housing Conference, Florida, USA.

WONG, N. P. 1988. Physical properties of milk. *In* Fundamentals of dairy chemistry. 3^a Ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York.