

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

RESUMO

A mastite em bovinos leiteiros é a doença infecciosa mais prevalente nos rebanhos produtivos atualmente, considerada uma das doenças com maior impacto na produção de leite, e sua origem na sua maioria causadas por bactérias, sendo *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae* considerados patógenos maiores por sua grande prevalência na ocorrência desta patogenia. Seu impacto é sensível principalmente na piora da qualidade do leite produzido por animais contaminados, e ainda diminuição na produção de leite dos bovinos infectados. Esta doença infecciosa traz ainda uma das principais causas do surgimento de resistência aos antibióticos, pois como sua prevalência nos rebanhos é muito elevada, e o principal tratamento no controle desta infecção é a antibioticoterapia, consequência disto, é uma das doenças que mais se utiliza antimicrobianos, causando grande impacto na seleção de microrganismos resistentes. Diante disto é essencial o conhecimento desta doença para que seu controle seja eficaz.

Palavras-chave: contagem de células somáticas, contagem bacteriana total, qualidade do leite, infecções intramamárias, resistência a antibióticos.

Impacto, prevalência e etiologia da mastite bovina causada por *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*

Contagem de células somáticas, contagem bacteriana total, qualidade do leite, infecções intramamárias, resistência a antibióticos .

Alan Andrade Mesquita^{1*}
Fagton de Mattos Negrão²
Maria Helena Ferrari³
Lucien Bissi da Freiria⁴
Tulio Otávio Jardim Almeida Lins⁵

¹ Prof. Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Colorado do Oeste – IFRO: *E-mail: alan.mesquita@ifro.edu.br.

² Prof. Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Colorado do Oeste – IFRO.

³ Profa. Ms. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Colorado do Oeste – IFRO.

⁴ Prof. Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Colorado do Oeste – IFRO.

⁵ Prof. Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Colorado do Oeste – IFRO.

IMPACT, PREVALENCE AND ETIOLOGY OF BOVINE MASTITIS CAUSED BY *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* AND *STREPTOCOCCUS AGALACTIAE*

ABSTRACT

Mastitis in dairy cattle is the most infectious disease among productive herd now a days, being considered the one that most causes impact in the milk production, and its origin in majority caused by bacteria, as *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* considered superior pathogens for its huge prevalence in the occurrence of this pathogenesis. Its impact is sensible mainly in the worsening of milk quality produced by contaminated animals, and also reducing milk yield of the infected cattle. This infectious disease also brings one of the main causes of antibiotics resistance emergence, because as its prevalence in the herd is high, and the main treatment in the control of this infection is the antibiotic therapy, as consequence of this, is one of the diseases that most uses antimicrobials causing big impact in the selection of resistant microorganisms. Therefore, is essential the knowledge of this disease so that its control would be effective.

Keyword: Somatic cells count, total bacteria count, milk quality, intramammary infection, resistance to antibiotics.

INTRODUÇÃO

A importância da atividade leiteira no cenário agropecuário brasileiro é incontestável, visto que segundo o último censo Agropecuário (IBGE, 2006), estimou-se que cerca de 1,35 milhões de propriedades rurais estejam envolvidas na atividade de produção leiteira, gerando milhões de empregos diretos e indiretos. O Brasil ocupa atualmente o quarto lugar na produção leiteira mundial, com a captação de 23,14 bilhões de litros de leite em 2016.

Apesar da posição de destaque no cenário mundial, a produtividade brasileira ainda é muito baixa, com uma média de apenas 1.381kg de leite/vaca/ano, enquanto que EUA tem uma produtividade média de 9.790kg/vaca/ano, em 2012 (USDA, 2012). A baixa produtividade nacional é consequência de problemas multifatoriais, onde os aspectos sanitários têm grande contribuição, principalmente doenças infecciosas, entre as quais se destaque a mastite, doença de maior prevalência e que causa os maiores prejuízos à pecuária leiteira em todos os continentes.

A relevância da mastite se deve à sua grande prevalência no rebanho nacional, que gera grandes perdas econômicas devido à queda de produção de leite dos animais afetados, seu impacto negativo na qualidade do leite e, também, pelos custos dos tratamentos e serviços veterinários, além de descartes de animais cronicamente afetados.

Além dos problemas econômicos e sanitários, a mastite requer o uso de antimicrobianos para sua prevenção e controle, o que pode gerar problemas de resíduos no leite e o incremento nos níveis de resistência dos microrganismos, face ao uso indiscriminado dos mesmos. O uso mais criterioso destes produtos requer, entre outras medidas, o monitoramento dos perfis de suscetibilidade aos antimicrobianos dos patógenos envolvidos em sua etiologia.

Entre os agentes causadores da mastite bovina, destacam-se *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*, designados “Patógenos Maiores”, em função da alta prevalência e da gravidade dos quadros clínicos associados às infecções causadas pelos mesmos, o que justifica o conhecimento da epidemiologia da mastite ocasiona-

da por estes patógenos e o impacto da doença na produtividade em rebanhos da região.

Diante do exposto, o objetivo desta revisão bibliográfica foi apresentar e discutir a importância dos problemas causados pela mastite, com enfoque nos patógenos *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA IMPORTÂNCIA DA PECUÁRIA LEITEIRA NA ECONOMIA BRASILEIRA

A cadeia produtiva do leite no Brasil tem sido um dos mais importantes segmentos do agronegócio, desempenhando uma função vital no processo de desenvolvimento econômico e social do país (IBGE, 2015). Em 2016, o Brasil se destacou como o quarto maior produtor mundial de leite, atrás apenas de Estados Unidos, Índia e China, com uma produção estimada em 35 bilhões de litros de leite. Minas Gerais é o maior produtor entre os estados brasileiros, com uma captação estimada em 6.106.490 mil litros de leite (IBGE, 2016).

Apesar da posição de destaque entre os maiores produtores mundiais, a produtividade média de apenas 1.381 kg de leite/vaca/ano, enquanto que os Estados Unidos alcançaram produtividade em torno de 9.790 kg/vaca/ano (USDA, 2012). Uma das causas da baixa produtividade dos rebanhos brasileiros, além de problemas econômicos, reprodutivos, nutricionais e gerenciais, são as doenças infecciosas que acometem endemicamente os nossos rebanhos. Neste contexto, a mastite bovina se destaca como a principal, gerando grandes perdas na produtividade dos animais e rebanhos afetados (KEEFE, 2012). Esta doença diminui a capacidade de produção de leite dos animais afetados, às vezes, de forma irreversível, o que conseqüentemente reduz a produção do rebanho, podendo ocasionar o descarte ou o óbito dos animais afetados (HOGVEEN et al., 2011).

A MASTITE E SEU IMPACTO NA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE

A mastite bovina tem sido apontada como a principal doença que afeta os rebanhos leiteiros no mundo inteiro, causando sérios prejuízos econômicos tanto ao produtor de leite quanto à indústria de laticínios (TOZZETTI et al., 2008). Apesar de incontáveis

estudos realizados com o intuito de minimizar essas perdas e da existência de medidas preventivas já bem estabelecidas para esta doença, ela ainda é responsável por perdas econômicas expressivas, (KEEFE, 2012)

As perdas econômicas decorrentes da mastite se devem à redução na produção leiteira, perda de qualidade do leite e consequente penalidade no preço pago, descarte de leite com resíduos de antibióticos, o aumento do uso de antibióticos para tratamentos, gastos com mão de obra e serviços veterinários (OVIEDO-BOYSO et al., 2007; LOPES et al., 2012).

A mastite causa alteração dos componentes do leite, com aumento no número de células somáticas (CCS), o que influencia na menor vida de prateleira dos produtos lácteos (LOSINGER et al., 2005) e está diretamente relacionado com o rendimento de derivados lácteos (LOPES et al., 2012). Segundo Halasa et al. (2009), as alterações na qualidade do leite e redução da produção representam os maiores problemas causados pela mastite na indústria leiteira.

Souza et al. (2010) estimaram em 4,6 bilhões de litros de leite as perdas ocasionadas pela mastite subclínica em propriedades brasileiras, o que representaria aproximadamente 2,3 bilhões de reais, levando-se em conta os dados de produção e os preços pagos aos produtores no ano de 2009, no Brasil.

Hogeveen et al. (2011) estimaram que a Holanda, a Suécia e os EUA tem uma perda econômica média decorrente da mastite entre US \$ 80 a \$ 125 por vaca. Estes mesmos autores ainda citaram que estes custos podem variar muito entre as fazendas, como nas fazendas leiteiras neozelandesas, onde as estimativas de custo para a mastite variaram de € 17 a € 198 por vaca por ano.

Halasa et al. (2009), em estudo realizado ao longo de um período de um ano em 400 rebanhos leiteiros holandeses, estimaram que o custo anual médio da mastite causada por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis* e *Escherichia coli* foi de 4.896 €, por vaca, com perdas diárias de leite de 0,54 a 0,62 litros por vaca.

Várias metodologias têm sido utilizadas para o estudo dos efeitos da mastite na produtividade e seu impacto financeiro na propriedade. Uma destas é o estudo da alteração da produção em 305 dias em lactação, associado ao aumento da média da CCS durante a lactação. Seguindo esta metodologia, demonstrou-se uma perda de 135 ± 20 kg de leite na primeira lactação, e uma perda de 270 ± 30 kg para todas as outras lactações (RAUBERTAS & SHOOK, 1982).

Hortet & Seegers (1998), visando demonstrar as perdas econômicas devido à mastite subclínica, fizeram uma revisão bibliográfica focando as relações entre a CCSt e as variações na produção leiteira. Verificaram que as perdas médias de produção foram de 0,4 kg de leite em vacas primíparas e de 0,6 kg em múltiparas, por cada aumento de 50.000 células somáticas por mL de leite.

Lopes et al. (2011) simularam o impacto econômico anual da mastite, tomando por referência uma vaca em lactação, em rebanhos com CCSt de 250.000 e 1.000.000 de células por mL de leite, considerando perdas na produção de 0%; 6%; 12% e 18%, respectivamente, para CCSt de 200.000; 500.000; 750.000 e 1.000.000, devido à presença de mastite subclínica e menor preço pago pela indústria. Os resultados apontaram perdas que variaram de R\$ 1.333,90 a R\$ 2.145,89 e de R\$ 0,2146 a R\$ 0,4311/kg de leite, para CCSt de 250.000 e 1.000.000 de células por mL de leite, respectivamente. Em outro estudo, Lopes et al. (2012) relataram alta representatividade das perdas decorrentes por redução na produção de leite, representando 43,8% do impacto econômico, dependendo do nível de mastite subclínica no rebanho.

Além de todas as perdas causadas pela mastite, não se pode deixar de destacar que ela também pode ter impactos na saúde pública, devido à presença de agentes que podem transmitir graves doenças aos seres humanos, bem como causar intoxicações alimentares. Além disso, o leite pode conter resíduos de antibióticos e bactérias resistentes que podem ser propagadas na comunidade (DE VLIEGHER et al., 2012).

MASTITE BOVINA: ETIOLOGIA E PREVALÊNCIA NOS REBANHOS LEITEIROS

A mastite é uma reação inflamatória da glândula mamária, geralmente associada a presença de microrganismos, cuja nomenclatura originou-se do grego *masto-* glândula mamária e *itis* – inflamação (BLOOD & STUDDERT, 1999; NOTEBAERT & MEYER, 2006). Tem como causa a interação de fatores relacionados ao animal, patógenos e ambientes, que culmina com o processo inflamatório da glândula mamária em consequência a agressões físicas, químicas, térmicas ou microbianas (BRITO et al., 2000).

Em função da intensidade dos sinais clínicos, a mastite é classificada em clínica ou subclínica. A forma clínica apresenta os sinais característicos de inflamação, tais como o edema, hipertermia, endurecimento e dor da glândula mamária e/ou aparecimento de grumos, pus ou outras alterações das características do leite. A mastite subclínica se caracteriza por alterações na composição do leite, mas sem manifestações clínicas evidentes. Entre as principais alterações do leite, destacam-se o aumento da CCS, o aumento dos teores de Cl e de Na, aumento das proteínas séricas e diminuição dos teores de caseína, gordura, sólido total e lactose do leite. A enfermidade reduz a produção leiteira, chegando em muitos casos a causar perda de um ou mais quartos mamários (TOZZETI et al., 2008).

A infecção da glândula mamária ocorre majoritariamente por invasão canal do teto por microrganismos, processo que se estende à cisterna da glândula e ao parênquima secretor. Esta invasão ocorre geralmente durante a ordenha, através das mãos do ordenhador ou outros materiais contaminados, podendo, no entanto, ocorrer quando os animais estão em ambientes contaminados, durante o período entre as ordenhas. O canal do teto se mantém aberto durante um período de uma a duas horas após a ordenha, o que facilita a penetração dos microrganismos ambientais (AIRES, 2010).

Os agentes causadores da mastite são classificados em contagiosos ou ambientais, de acordo com o modo de transmissão. Os patógenos contagiosos são mais adaptados ao animal e estão geralmente associados com infecções subclínicas, enquanto que

os patógenos ambientais são geralmente menos adaptados, considerados oportunistas, e estão geralmente associados a infecções intramamárias (IIM) clínicas (SCHUKKEN et al., 2009). Os agentes contagiosos são geralmente transmitidos entre os animais, através de equipamentos contaminados ou através das mãos contaminadas do ordenhador, enquanto que os ambientais são caracterizados pela transmissão do ambiente contaminado para o úbere da vaca (BRADLEY & GREEN, 2000).

Os principais patógenos contagiosos causadores de mastite em bovinos são *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*. Os patógenos ambientais são aqueles presentes em fezes, água contaminada, solo e cama dos bovinos, sendo *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp. os mais comuns (TALBOT & LACASSE, 2005).

As bactérias *S. aureus*, *S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *E. coli* e *S. uberis* normalmente causam maiores danos ao úbere que outros patógenos causadores de mastite, e por isso são denominados patógenos principais ou maiores (REYHER et al., 2012). Segundo Cremonesi et al. (2005), *S. aureus* e *S. agalactiae* são os agentes mais frequentemente isolados de casos de mastite, sendo responsáveis por aproximadamente 90% das IIM em bovinos leiteiros.

Ziech et al. (2013) estudaram a mastite em propriedades leiteiras localizadas em um município da região central do Rio Grande do Sul. Verificaram que 53% dos animais tiveram pelo menos um quarto positivo ao CMT, indicando presença da mastite subclínica. A partir da cultura de amostras de leite dos quartos afetados, isolaram 199 agentes, dos quais 30,7% foram identificados como *Corynebacterium* spp., 30,7% como *Staphylococcus* coagulase positiva, seguidos de *Staphylococcus* coagulase negativa (23,1%) e *S. agalactiae* (4,5%).

Peter et al. (2013) observaram em 274 propriedades leiteiras no sul do RS, médias de contagens de *S. aureus* e de *Staphylococcus* spp. de $4,8 \times 10^3$ UFC/mL e $5,9 \times 10^4$ UFC/mL, respectivamente. De acordo com os pesquisadores, estes resultados geram grande preocupação do ponto de vista de saúde pública, devido à ampla distribuição dos

agentes e à sua grande patogenicidade.

Oliveira et al. (2011), em estudo realizado em rebanhos da bacia leiteira de Rondon, no Estado do Pará, verificaram que as bactérias isoladas a partir de casos de mastite clínica foram *Staphylococcus* spp. coagulase negativo (25%), *S. aureus* (16,7%), *Streptococcus* spp. (8,3%) e *Corynebacterium* spp. (8,3%). Na etiologia da mastite subclínica, foram identificados *Staphylococcus* spp. coagulase negativo (32,3%), *S. aureus* (17,7%), *Staphylococcus intermedius* (1,6%), *Streptococcus* spp. (4,8%), *Corynebacterium* spp. (4,8%) e *Staphylococcus* spp. coagulase negativo associado com *S. aureus* (1,6%). Não houve crescimento de microrganismos em 41,7% das amostras provenientes de animais com mastite clínica e em 37,1% das provenientes de casos subclínicos.

Langoni et al. (2011) observaram em dez propriedades rurais localizadas no Estado de São Paulo, frequências de 29,52% para *Corynebacterium bovis*, 11,9% para *Streptococcus dysgalactiae* e de 10,48% para *S. aureus*. Em outro estudo realizado neste mesmo Estado, em cinco rebanhos leiteiros da região de Pirassununga, entre setembro a novembro de 2000, as frequências médias de mastite clínica e de subclínica em animais foram 7,46% e 63,68%, respectivamente (BUENO et al., 2002).

Costa (2008), em estudo sobre a epidemiologia da mastite em 35 rebanhos bovinos da região sul de Minas Gerais, verificou que a *Staphylococcus aureus* e *S. agalactiae* foram os dois principais patógenos associados aos casos de mastite clínica e subclínica, com prevalências de 34,29% e 21,82%, respectivamente, nos animais amostrados.

Oliveira et al. (2013) isolaram *S. aureus* em diferentes pontos de amostragem no ambiente de ordenha de propriedades leiteiras de São Paulo, verificando percentuais de positividade em amostras de leite individual de vacas entre 0 a 15,5%.

Motta et al. (2013) analisaram amostras de leite obtidas de vacas acometidas pela mastite, na bacia leiteira da região sudeste do Estado de São Paulo. Foram isolados 605 microrganismos, com predomínio de enterobactérias e dos gêneros quais 65,82% foram classificados como *Staphylococcus*

spp. coagulase positivos e 34,18% como *Staphylococcus* spp. coagulase negativos.

Em um estudo envolvendo oito fazendas leiteiras do Estado de São Paulo, no qual foram analisadas amostras de leite de quartos mamários dos animais afetados pela mastite, 18,1% das amostras analisadas apresentaram crescimento de microrganismos, sendo que os mais frequentes foram *Staphylococcus* spp. (10,4%) e *Streptococcus* spp. (4,6%) (CASTELANI et al., 2013).

No Estado de Pernambuco, um levantamento apontou prevalência de 53,49% de mastite nos rebanhos estudados, observando a frequência de 27,91% para *Corynebacterium* spp., 20,16% para *Staphylococcus aureus*, 18,60% *Staphylococcus* spp. e 4,65% *Streptococcus* spp. (TEST & CHAVE, 2001).

Peixoto et al. (2013), também no Estado de Pernambuco, verificaram, em exames microbiológicos de 322 amostras de leite coletadas de quartos mamários acometidos por mastite, que 48,4% (156/322) não apresentaram crescimento de microrganismos, em 28,9% (93/322) houve crescimento de *Corynebacterium* spp., em 17,7% (57/322) e de *Staphylococcus* spp., em 2,2% (7/322).

Brito et al. (1999) descreveram que, em Minas Gerais, *S. agalactiae* encontra-se em 60% das propriedades das regiões da Zona da Mata e de Campos das Vertentes. Noutro estudo, Elias et al. (2012) observaram uma prevalência de 39,7% do *S. agalactiae* em propriedades localizadas em Minas Gerais.

Na cidade de Sacramento-MG, foi observada prevalência de 40% para a mastite entre os rebanhos, sendo que 70,3% dos agentes isolados de animais acometidos foram caracterizados bioquimicamente como pertencentes à espécie de *S. aureus* (SOUZA et al., 2013).

Oliveira et al. (2013) estudaram a etiologia da mastite em uma população composta por 112 rebanhos com aproximadamente 6.000 vacas em

lactação localizadas nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, tendo verificado que a prevalência para *S. aureus* e *S. agalactiae* foi de 93,0% e 41,0%.

Wilson et al. (1997) relataram que a maioria das IIM (>75%) é causada por *Streptococcus* spp., *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus coagulase* negativa. Neste estudo, os pesquisadores observaram uma maior prevalência para *Staphylococcus* spp. (11,3%), *Streptococcus agalactiae* (10,1%), *Staphylococcus aureus*

Makovec & Ruegg (2003) relataram prevalências de 9,7% para *Staphylococcus aureus*, de 3,0% para *Streptococcus agalactiae*, 17,5% para *Staphylococcus coagulase*-negativo, 20,1% para *Streptococcus* spp., e de 6,7% para *Escherichia coli* entre 77.172 amostras de leite submetidas para exame microbiológico no Laboratório de Diagnóstico Veterinário de Wisconsin, entre os anos de 1994 e 2001.

Segundo Oliver et al. (2004), *Streptococcus agalactiae* foi a maior causa de casos de mastite na época em que não se utilizava tratamento antimicrobiano, o que levou ao desenvolvimento de mastites crônicas em muitos rebanhos. De acordo com Zadoks et al. (2011) este patógeno é uma das espécies de estreptococos identificadas em IIM e tem sido detectado em 31 a 48% de amostras de leite de tanque.

Em uma pesquisa realizada com o intuito de estudar a prevalência do *S. agalactiae* na América do Sul, observou-se que esta bactéria está presente em 60% dos rebanhos brasileiros, em 42% dos rebanhos Colômbia e em 11% nos uruguaios (KEEFE, 2012). Nos últimos anos essa bactéria está sendo considerada um patógeno re-emergente nos rebanhos leiteiros da Europa (RADTKE et al., 2012; ALMEIDA et al., 2013).

Embora o percentual de mastite causada por *S. agalactiae* em algumas pesquisas seja baixo, estudos realizados no Brasil demonstraram que esta bactéria continua a ser um dos patógenos mais importantes na etiologia da mastite bovina, o qual tem sido isolado em diferentes regiões do país com prevalências que variaram de 3,2% a 33% (SANTOS

et al., 2007).

A MASTITE E SEU IMPACTO NA QUALIDADE DO LEITE

Segundo Guerreiro et al. (2005), o leite, por natureza, é um alimento rico em nutrientes, contendo proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e sais minerais e sua qualidade é um dos temas mais discutidos atualmente dentro do cenário nacional de produção leiteira.

A melhoria da qualidade do leite obtido no Brasil começou a tomar forma em 2002, através da Instrução Normativa nº51/2002, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2002), que estabeleceu regras para sua estocagem, transporte e requisitos de qualidade. A IN51 foi revista em 29 de dezembro de 2011, através da publicação da Instrução Normativa nº 62 (IN62) (BRASIL, 2011) e posteriormente em 03 de maio de 2016 (IN 7) (BRASIL, 2016), visando basicamente adequar os prazos para os produtores se enquadrarem aos critérios estabelecidos pela Legislação. A legislação vigente estabelece os parâmetros que indicam a saúde da glândula mamária e a qualidade higiênico-sanitária do leite através da Contagem de Células Somáticas (CCS), com no máximo 500.000 cels/ml de leite e a Contagem Bacteriana Total (CBT), com limite máximo de 300.000 UFC/ml de leite.

O leite tem sua composição e qualidade alteradas quando oriundo de vacas com mastite. A intensidade das alterações depende da resposta inflamatória do animal, dos fatores de virulência do agente etiológico da doença e da extensão do tecido afetado (ZAFALON et al., 2005). A resposta imune pode variar entre diferentes agentes patogênicos e cada agente pode determinar alterações específicas no leite (BANNERMAN et al., 2004; LEITNER et al., 2006).

Segundo Philpot & Nickerson (1991), os leucócitos correspondem a 98 a 99% das células somáticas encontradas no leite. O processo inflamatório provoca a liberação de substâncias químicas devido à ação dos agentes patogênicos e da destruição de tecido secretor, o que induz a passagem de leucócitos do sangue para o interior da glândula. Estas células têm a função de combater os agentes

patogênicos.

A CCS individual normal é de aproximadamente 68.000 células/mL⁻¹ no leite de uma vaca com todos os quartos mamaros sem nenhum tipo de infecção. Escores de CCS individual acima de 200.000 cel./mL de leite são indicativos de processo infeccioso na glândula mamária (LAEVENS et al., 1997; SCHEPERS et al., 1997; DJABRI et al., 2002).

A mastite é a principal causa do aumento da contagem de células do leite que, na maioria dos casos, é resultado de uma infecção bacteriana. Como resultado da inflamação, as paredes dos vasos sanguíneos se tornam dilatadas e diversas substâncias do sangue passam junto com os leucócitos para a luz da glândula, misturando-se ao leite. Entre estas substâncias podem ser citados os íons Cl e Na e bicarbonatos que alteram as características físico-químicas e sensoriais do leite. Devido às lesões no tecido mamário, as células secretoras se tornam menos eficientes, isto é, com menor capacidade de produzir e secretar o leite. Isso explica a perda de qualidade e a redução da produção do animal (BRITO & BRITO, 2001).

A CCS é o instrumento mais preciso de avaliação da saúde da glândula mamária. É considerada normal, para tanque de mistura, a CCS menor ou igual a 200 mil células mL⁻¹; sendo que valores superiores a este limite são indicativos de mastite no rebanho (SANTOS & FONSECA, 2007). Segundo Viguier et al. (2009), o aumento da CCS é o principal indicador de mastite no rebanho.

De acordo com Machado et al. (2000), as células somáticas são normalmente, células de defesa do organismo que migram do sangue para o interior da glândula mamária com o objetivo de combater agentes agressores, mas podem ser também, células de descamação do epitélio glandular. Deste modo, a CCS de uma vaca permite a quantificação do grau de infecção da glândula mamária, e a avaliação periódica da CCSt do rebanho permite a determinação da incidência média de mastite no rebanho.

O monitoramento da CCS no leite de animais individuais ou no leite de tanque é uma ferramenta

valiosa para a avaliação do nível de mastite subclínica no rebanho, para a estimativa das perdas quantitativas e qualitativas de produção do leite e derivados, como indicativo da qualidade do leite produzido na propriedade, sendo essencial para se estabelecer as medidas de prevenção e controle da mastite (MÜLLER, 2002).

Djabri et al. (2002) verificaram que a CCS em animais acometidos pela mastite apresenta variações que dependem do patógeno envolvido, podendo variar entre 105.000 células/mL⁻¹ em infecções acometidas por *Corynebacterium bovis*, até 1.151.000 células/mL⁻¹ em infecções causadas por *E. coli*. Neste mesmo estudo, verificaram que *S. aureus* e *S. uberis* induziram um contagens de 357.000 e 1.024.000 células/mL⁻¹, respectivamente.

RIBAS et al. (2014) avaliaram os ECS (escores de células somáticas) e suas relações com os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais em 1.950.034 amostras de leite do leite cru de tanques de expansão. Verificaram que altas CCSt influenciaram a composição do leite, afetando sua qualidade, alterando a permeabilidade dos vasos sanguíneos da glândula mamária e reduzindo a secreção dos componentes do leite sintetizados (proteína, gordura e lactose) pela ação direta dos patógenos ou de enzimas.

Schukken et al. (2009) relataram que as IIM causadas por *Staphylococcus coagulase negativa* (SCN), mais frequentes em novilhas quando comparado às vacas múltiparas, resultaram em um aumento moderado da CCS. IIM ocasionadas por *Corynebacterium* causaram aumento moderado da CCS, enquanto àquelas ocasionadas por *S. agalactiae*, *Streptococcus* spp. e *S. aureus* apresentaram impacto relevante na CCS.

De acordo com Haas et al. (2002), variações da CCS podem ser observadas durante o curso da infecção e em função do agente etiológico da mastite. Um exemplo é a mastite causada por coliformes, na qual a CCS é baixa antes e depois da ocorrência da mastite clínica, enquanto que, no caso clínico de mastite por *S. aureus* e *Streptococcus*, a CCS aumenta no início da infecção e permanece elevada até a cura, e pode ocorrer de manter-se num nível elevado mesmo após

a eliminação da mastite.

A análise de leite de tanque é amplamente aceita como ferramenta para a avaliação da qualidade do leite e monitoramento da saúde do úbere do rebanho (RYSANEK et al., 2007). Segundo Jayarao e Wolfgang (2003), a contagem bacteriana do leite do tanque pode fornecer uma base de informações significativas em relação às práticas de higiene de manejo de ordenha e de limpeza de equipamentos de ordenha. Além disso, a análise de leite de tanque é menos onerosa, menos trabalhosa e mais rápida do que a análise de leite de animais individuais. Por outro lado, segundo Jayarao et al. (2004), os resultados de cultura de leite de tanque têm sido criticados pela sua baixa sensibilidade em detectar patógenos contagiosos da mastite, como *S. agalactiae* e/ou *S. aureus* dentro do rebanho. O aumento da sensibilidade de detecção de *S. agalactiae* e/ou *S. aureus* pode ser alcançado com a realização de análises microbiológicas seriadas, repetindo-se a cultura durante um período de tempo, cultivando-se maiores volumes de leite ou utilizando-se de meios de cultura seletivos e enriquecidos.

Apesar da baixa sensibilidade de detecção, a cultura de leite de tanque possui alta especificidade para patógenos contagiosos, sendo uma ferramenta útil no monitoramento destes microrganismos, uma vez que a presença de *S. agalactiae* ou *S. aureus* por meio de cultura microbiológica pode ser considerado um indicador confiável da presença destes patógenos no rebanho (GODDEN et al., 2002).

RESISTÊNCIAS AOS ANTIMICROBIANOS EM PATÓGENOS CAUSADORES DE MASTITE

Uma das principais preocupações atualmente no controle da mastite é a resistência dos patógenos aos antimicrobianos, fenômeno que vem crescendo em importância (BRITO & BRITO, 2001).

Brito et al. (2001) determinaram a concentração mínima inibitória (CMI) de alguns antimicrobianos para o *Staphylococcus aureus* isolados da mastite e verificaram que 100% das amostras foram susceptíveis à cefalotina, eritromicina, gentamicina, norfloxacin e oxacilina, 91% à tetraciclina e à tilosina, 65% à ampicilina e à penicilina G. Todos os isolados testados foram susceptíveis à neomicina, exceto um que apresentou um padrão intermediário.

Zanette et al. (2010) pesquisaram o perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos em isolados de *S. aureus*, por meio da técnica de difusão em disco. Verificaram que os antibióticos com maior eficácia *in vitro* foram ciprofloxacino e sulfazotrim, com 97,44% e a vancomicina, com 94,87%. As drogas menos efetivas foram a penicilina, com 46,15% de resistência e tetraciclina, com 30,77%.

Saeki et al. (2011), também pesquisando sobre o perfil de sensibilidade aos antibióticos comerciais em isolados de *Staphylococcus aureus*, verificaram que os antibióticos mais eficientes foram a gentamicina (10 µg), cefalexina (30 µg) e ciprofloxacina (10 µg) com 100% de eficácia, seguidos de norfloxacin (94,6%).

Moroni et al. (2006), avaliaram a suscetibilidade aos antimicrobianos em *Staphylococcus aureus* isolados do leite de vacas acometidas pela subclínica β-lactâmicos, na Itália. Demonstraram que as concentrações inibitórias mínimas (CIM) somente para certas penicilinas β-lactamase-resistentes (especificamente cloxacilina) ou combinações com penicilina (amoxicilina + clavulanato) foram consistentemente eficazes contra *Staphylococcus aureus*, enquanto que os outros derivados de β-lactâmicos e drogas de outros grupos farmacêuticos foram ambos moderadamente eficazes ou ineficazes.

Hartwing et al. (2014) determinaram a Concentração Mínima Inibitória (CMI) do sulfato de cefquinoma, avaliando sua eficácia frente aos agentes bacterianos: *Staphylococcus* spp. (coagulase negativo), *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp., *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus pyogenes*, *Trueperella pyogenes*, *Nocardia* spp., *Corynebacterium* spp. e *Bacillus cereus*, isolados de amostras de leite de vacas que apresentavam mastite clínica ou subclínica. As CMIs para cada uma das bactérias testadas variaram em um intervalo de 0,014 a 115,781 µg.ml⁻¹, mas as CMIs obtidas para a maioria dos agentes bacterianos foram inferiores a 2 µg.ml⁻¹, com exceção da *Nocardia* spp. que somente foi inibida em concentrações maiores de antibióticos, e do *Staphylococcus aureus* que apresentou resistência a todas as concentrações de sulfato de cefquinoma avaliadas.

Diniz et al. (2010) avaliaram a resistência à oxacilina em *Staphylococcus aureus* provenientes de animais com histórico de mastite recorrente, através da concentração inibitória mínima (CIM). Verificaram 51,35% de isolados resistentes à oxacilina, salientando os problemas de insucesso do tratamento e da recorrência da infecção associado a estes isolados.

Santos et al. (2006) avaliaram a susceptibilidade aos antimicrobianos em *Staphylococcus* spp. isolados de vacas com mastites clínica ou subclínica, na região de Uberlândia-MG. Demonstraram que dois isolados de *Staphylococcus* coagulase positiva foram resistentes à oxacilina com CIM de 512 mg/mL e 1028 mg/mL, respectivamente, evidenciando uma elevada porcentagem de cepas resistentes, reforçando a importância do uso adequado e monitorado de antibióticos.

Schlegelová et al. (2002) determinaram a CIM de estirpes de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulase negativo* (SCN), *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* e *Bacillus cereus*, isolados de 111 amostras de leite de tanque de expansão, frente aos antimicrobianos amicacina, ampicilina, ampicilina + sulfabactan, cefalotina (CLT), cefotaxima, clindamicina, cloranfenicol (CMP), o co-trimoxazole, eritromicina (ERY), gentamicina, neomicina, norfloxacin, oxacilina, penicilina, estreptomina (STR), tetraciclina (TTC) e vancomicina. A resistência contra um ou mais antimicrobianos foi encontrada em 93% de *S. aureus*, 40% dos SCN, 73% de *E. coli*, 88% de *E. faecalis*, 55% de *E. faecium*, e uma cepa *L. monocytogenes*. A maior parte dos microrganismos, particularmente os enterococos, foi resistente a STR, TTC, e ERY (MIC₅₀ 4 µg/mL). Alta resistência a CLT foi verificada para 11 estirpes de *E. coli* (MIC 256 µg/ml) que também foram resistentes a CMP (MIC₉₀ 16 µg/ml). O maior número de fenótipos de resistência foi encontrado para *E. coli* (16), seguido de SCN (12). Dezoito fenótipos de resistência idênticos foram demonstrados em *E. coli*, *E. faecalis* e *E. faecium*, *S. aureus* e SCN isolados a partir da mesma amostra de leite de tanque de expansão. Segundo os autores, os resultados demonstram o problema da resistência não apenas entre os agentes patogênicos, mas também entre bactérias

indicadoras que podem se tornar disseminadoras de genes de resistência.

Bengtsson et al. (2009) relataram a resistência aos antimicrobianos em diversos patógenos causadores de mastite. Entre os isolados de *S. agalactiae*, dois eram resistentes à tetraciclina, um CIM elevadas (>8 mg/L) para a clindamicina, eritromicina (1 mg/L) e espiramicina (> 64 mg / L), indicando também a resistência adquirida a estes agentes antimicrobianos.

Guérin-Faublée et al. (2002) analisaram a susceptibilidade a antimicrobianos em diferentes espécies de *Streptococcus* isolados de IIM, incluindo 50 cepas de *Streptococcus uberis*, 42 de *S. dysgalactiae* e oito de *S. agalactiae*. A resistência à tetraciclina foi a mais frequente (em particular para as estirpes de *S. dysgalactiae*). Todas as cepas de *S. dysgalactiae* e *S. agalactiae* foram suscetíveis β-lactâmicos, mas 44% das cepas de *S. uberis* mostraram uma elevada resistência a penicilina. Também se observou resistência elevada à estreptomina (CIM >1024 mg/L) em 18%, 25% e 4,8% de *S. uberis*, *S. dysgalactiae* e *S. agalactiae*, respectivamente, enquanto que 10%, 0% e 4,8 foram resistentes à kanamicina. Todas as cepas de *S. dysgalactiae* e de *S. agalactiae* foram sensíveis à penicilina G. Oito cepas de *S. agalactiae* foram resistentes ao trimetoprim. Todos os isolados avaliados foram suscetíveis a cloranfenicol, rifampicina e rifaximina. Em geral, 48%, 7,1% e 0% de *S. uberis*, *S. dysgalactiae* e *S. agalactiae*, respectivamente foram sensíveis a todos os antimicrobianos compostos testados. Altas prevalências de resistência foram observadas para tetraciclina e trimetoprim entre os isolados de *S. dysgalactiae* e *S. agalactiae*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mastite é a enfermidade mais relevante na pecuária leiteira, acarretando prejuízos aos produtores, devido às perdas produtivas e despesas com tratamentos, e para as indústrias de laticínios, devido à perda de qualidade da matéria-prima. Pode ainda causar problemas à saúde do consumidor, seja pela presença de patógenos transmissíveis no leite e derivados, seja por resíduos de drogas administradas com intuito de tratar os animais afeta-

os pela doença. Diante disto, ressalta-se que a mastite deve ser motivo de atenção e preocupação entre todos os segmentos envolvidos na cadeia leiteira, e que os estudos sobre a mesma devem ser permanentes, tendo em vista que sua epidemiologia é processo bastante dinâmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, T. A. C. P. **Mastites em Bovinos: caracterização etiológica, padrões de sensibilidade e implementação de programas de qualidade do leite em explorações do Entre-Douro e Minho.** 2010. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária). Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, 2010.
- ALMEIDA, A. et al. Detection and discrimination of common bovine mastitis-causing streptococci. **Veterinary Microbiology**, v. 164, n. 3–4, p. 370–377, jun. 2013.
- BANNERMAN, D. D. et al. *Escherichia coli*. **Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology**, v. 11, n. 3, p. 463–472, 2004.
- BARBALHO, T.C.F.; MOTA, R. A. Isolation of bacterial agents associated with subclinical mastitis in bovine in the State of Pernambuco. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.** v. 2, n. 2, p. 31-36, 2001.
- BENGTSSON, B. et al. Antimicrobial susceptibility of udder pathogens from cases of acute clinical mastitis in dairy cows. **Veterinary Microbiology**, v. 136, n. 1–2, p. 142–149, 2009.
- BRADLEY, A J.; GREEN, M. J. A study of the incidence and significance of intramammary enterobacterial infections acquired during the dry period. **Journal of dairy science**, v. 83, n. 9, p. 1957–65, set. 2000.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite Tipo A, tipo B, Tipo C e Cru refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, p.13, 29 set. 2002.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 62 de 29 de dezembro de 2011.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 07 de 03 de maio de 2016. Dispõe sobre alterações no regulamento técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, 84 maio. 2016.
- BRITO, J. R. F. et al. Avaliação da eficiência do “Kit Embrapa Ordenha Manual” para melhorar a qualidade microbiológica do leite em pequenas propriedades de quatro regiões brasileira. Congresso Internacional Do Leite. **Anais...Resende: Embrapa Gado de Leite**, 2007.
- BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. E; VERNEQUE, R. DA S. Contagem bacteriana da superfície de tetas de vacas submetidas a diferentes processos de higienização, incluindo a ordenha manual com participação do bezerro para estimular a descida do leite. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 847–850, out. 2000.
- BRITO, M. A. V. P. et al. Avaliação da sensibilidade da cultura de leite do tanque para isolamento de agentes contagiosos da mastite bovina 1. v. 18, n. 1, p. 39–44, 1998.
- BRITO, M. A. V. P. et al. Concentração mínima inibitória de dez antibióticos para amostras de *Staphylococcus aureus* isoladas de infecção intramamária bovina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 5, p. 531–537, out. 2001.
- BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F. Qualidade do leite. In: **Produção de leite e a sociedade**. FEPMVZ, Belo Horizonte, MG. v. 1, p. 61–74. 2001.
- BRITO, M. A. V et al. Padrão de infecção intramamária em rebanhos leiteiros: exame de todos os quartos mamários das vacas em lactação. **Arq. Bras. Med. Vet.** ..., v. 51, n. 2, p. 129–135, abr. 1999.
- BUENO, V. F. F. et al. Mastite bovina clínica e subclínica, na região de Pirassununga, SP: frequências e redução na produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 4, n. 2, p. 47–52, 2002.
- CARVALHO, G. R. A Indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro. **Circular**

- Técnica.** Juiz de Fora. 2010 . Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/870411/1/CT102.pdf>>.
- CASSOLI, L. D.; MACHADO, P. F. Impacto da Instrução Normativa 51 na qualidade do leite. 4 Encontro de pesquisadores em Mastites. **Anais...Botucatu - SP: FMVZ – UNESP, 2007.**
- CASTELANI, L. et al. Avaliação da prevalência e etiologia da mastite bovina de oito fazendas leiteiras do estado de São Paulo. V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Cons elho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...Botucatu - SP: 2013.**
- CAVAZOS, G. F. Useful ideas and principles for the implementation of reinforcement programs to keep milkers motivated. Proc. Natl. Mastitis Counc., Fort Worth. **Anais...Madison: Natl. Mastitis Counc. Inc, 2003.**
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PEECUÁRIA DO BRASIL - CNA. PIB Cadeias do Agronegócio, GDP Supply Chains – Brazilian Agribusiness. **Relatório 4 trimestre de 2016, 2017.**
- COENTRÃO, C. M. et al. Fatores de risco para mastite subclínica em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 2, p. 283–288, 2008.
- COLDEBELLA, A. et al. Contagem de Células Somáticas e Produção de Leite em Vacas Holandesas Confinadas 1 Somatic Cells Count and Milk Yield in Confined Holstein Cows. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 623–634, 2004.
- COSER, S. M.; LOPES, M. A.; COSTA, G. M. **Mastite bovina: Controle e Prevenção.** Boletim Técnico. UFLA. Lavras, 2012.
- COSTA, G. M. et al. Population diversity of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis in Brazilian dairy herds. **Research in veterinary science**, v. 93, n. 2, p. 733–5, out. 2012.
- COSTA, G. M. DA. **Mamite bovina em rebanhos leiteiros da região sul do estado de Minas Gerais.** Tese (Doutorado em Sanidade Animal). Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- CREMONESI, P. et al. Development of a Multiplex PCR Assay for the Identification of *Staphylococcus Aureus* Enterotoxigenic Strains Isolated from Milk and Dairy Products. **Molecular and Cellular Probes** v. 19, n. 5, p. 299–305, 2005.
- CULLOR, J. S.; TYLER, J. W.; SMITH, B. P. Distúrbios da glândula mamária. In: **Tratado de medicina interna de grandes animais.** São Paulo: Manole, 2006. p. 1784.
- DE VliegHER, S. et al. Invited review: Mastitis in dairy heifers: nature of the disease, potential impact, prevention, and control. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 3, p. 1025–40, mar. 2012.
- DINIZ, C. M. et al. Resistência a oxacilina em *Staphylococcus* spp isolado de leite mastítico. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 69, n. 4, p. 482–488, 2010.
- DJABRI, B. et al. Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: A meta-analysis. **Veterinary Research**, v. 33, n. 4, p. 335–357, 2002.
- DONG, F.; HENNESSY, D. A.; JENSEN, H. H. Factors determining milk quality and implications for production structure under somatic cell count standard modification. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 11, p. 6421–6435, nov. 2012.
- EDMONDSON, P. W. Estratégias para a produção de leite de alta qualidade. Congresso Panamericano de Qualidade do Leite e Controle da Mastite. **Anais...Ribeirão Preto: 2002.**
- ELIAS, A. O. et al. Molecular detection of *Streptococcus agalactiae* in bovine raw milk samples obtained directly from bulk tanks. **Research in Veterinary Science**, v. 93, n. 1, p. 34–38, 2012.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Livestock Primary.** 2017.
- FONSECA, L.; SANTOS, M. **Qualidade do leite e controle de mastite.** São Paulo: Lemos Editorial, 2000.
- GODDEN, S. et al. Field validation of a milk-line sampling device for monitoring milk component data. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 9, p. 2192–6, 2002.
- GONÇALVES, A. G. et al. Mastite, células somáticas e antibióticos no leite de vacas ordenhadas na região do alto pantanal sul-mato-grossense. 4 EPEX. **Anais...2013** Disponível em: <<http://www.uems.br/eventos/epex/>>.
- GUÉRIN-FAUBLÉE, V. et al. Antimicrobial susceptibility of *Streptococcus* species isolated

- from clinical mastitis in dairy cows. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 19, n. 3, p. 219–226, 2002.
- GUERREIRO, P. K. et al. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 216–222, 2005.
- HALASA, T. et al. Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a test-day model. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 2, p. 599–606, fev. 2009.
- HAAS, Y.; BARKEMA, H. W.; VEERKAMP, R. F. The effect of pathogen-specific clinical mastitis on the lactation curve for somatic cell count. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 5, p. 1314–1323, 2002.
- HARTWIG, C. DE A. et al. Determinação da concentração mínima inibitória de sulfato de cefquinoma frente a agentes bacterianos associados a casos de mastite bovina. **Science And Animal Health**, v. 2, n. 2, p. 115–125, 2014.
- HOGVEEN H, et al. Economic aspects of mastitis: new developments. **N Z Vet J.**, v. 59, n.1, p. 16–23. 2011.
- HORTET, P.; SEEGERS, H. Review article Calculated milk production losses associated with elevated somatic cell counts in dairy cows : review and critical discussion. **Veterinary Research**, v. 29, p. 497–510, 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Brasília. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acessado em 12 de julho de 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística de captação de leite 2015**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201404_2.shtm> Acessado em 15 de julho de 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Abate de animais, produção de leite, couro e ovos 2016**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201504_2.shtm> Acessado em 15 de julho de 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da Produção Pecuária 2017**. v. 1, n. 1, p. 1–78, mar. 2017.
- Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria>> Acessado em 2 de outubro de 2017.
- JAYARAO, B. M. et al. Guidelines for Monitoring Bulk Tank Milk Somatic Cell and Bacterial Counts. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, p. 3561–3573, 2004.
- JAYARAO, B. M.; WOLFGANG, D. R. Bulk-tank milk analysis. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 19, n. 1, p. 75–92, mar. 2003.
- KEEFE, G. Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, v. 28, n. 2, p. 203–16, jul. 2012.
- LAEVENS, H. et al. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 12, p. 3219–3226, 1997.
- LANGONI, H. et al. Aspectos microbiológicos e de qualidade do leite bovino. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Colégio Brasileiro de Patologia Animal - CBPA, v. 31, n. 12, p. 1059-1065, 2011.
- LEITNER, G. et al. Interactions between bacteria type, proteolysis of casein and physico-chemical properties of bovine milk. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 6, p. 648–654, 2006.
- LOSINGER, W. C. et al. Economic impacts of reduced milk production associated with an increase in bulk-tank somatic cell count on US dairies. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. n. 226, p. 1652-1658, 2005.
- LOPES, M. A. et al. Influência Da Contagem De Células Somáticas Sobre O Impacto Economico Da Mastite Em Rebanhos Bovinos Leiteiros. **Arquivos Do Instituto Biológico**, v. 78, n. 4, p. 493–499, 2011.
- LOPES, M. A. et al. Avaliação do Impacto Econômico da Mastite. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 477–483, 2012.
- MACHADO, P. F. et al. Células somáticas no leite em rebanhos brasileiros. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 359–361, 2000.
- MACHADO, P. F.; PEREIRA, A. R.; SARRÍES, G. A. Composição do Leite de Tanques de Rebanhos Brasileiros Distribuídos Segundo sua Contagem

- de Células Somáticas. **Rev. bras. zootec.**, v. 29, n. 6, p. 1883–1886, 2000.
- MAGALHÃES, H. R. et al. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 415–421, abr. 2006.
- MAKOVEC, J. A; RUEGG, P. L. Results of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 11, p. 3466–72, nov. 2003.
- MENDONÇA, J. F. M. . et al. Fatores de risco para mastite subclínica em rebanhos leiteiros localizados na região de Santos Dumont, estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 14, n. 3, p. 71, 2016.
- MORE, S. J. Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry. **Irish Veterinary Journal**, v. 62, p. 5–14, 2009.
- MORONI, P. et al. Susceptibilidade às drogas antimicrobianas de *Staphylococcus aureus* oriundos de mastites bovinas subclínicas na Itália. **American Dairy Science Association**, v. 89, p. 2973–2976, 2006.
- MOTTA, R. G. et al. Indicadores de qualidade microbiológica, físico-química e detecção de resíduos de antibióticos no leite de vacas de tanques de expansão individuais e tanques coletivos na região sudeste do estado de São Paulo. V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Cons elho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...Botucatu - SP: 2013.**
- MÜLLER, E. E. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. (G. T. dos Santos, Ed.)Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. **Anais...Toledo-PR: II Sul- Leite, 2002.**
- NICKERSON, S. C. et al. Current concepts of bovine mastitis. National Mastitis Council Annual Meeting. **Anais...Madison: 1996.**
- NATIONAL MASTITIS COUNCIL - NMC. Current concepts of bovine mastitis. Current concepts of bovine mastitis. **Anais... Madison: 1996.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000106&pid=S0031-1049200200140000100028&lng=es> Acessado em 18 de julho 2016.
- NATIONAL MASTITIS COUNCIL - NMC. **Recommended mastitis control program.** MadisonNational Mastitis Council, , 2000.
- NOTEBAERT, S.; MEYER, E. Mouse models to study the pathogenesis and control of bovine mastitis. A review. **The Veterinary quarterly**, v. 28, n. 1, p. 2–13, 2006.
- OLIVEIRA, C. M. C. et al. Prevalência e etiologia da mastite bovina na bacia leiteira de Rondon do Pará. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 31, n. 2, p. 104–110, 2011.
- OLIVEIRA, J. M. B. et al. Fatores de risco associados à mastite bovina na microrregião Garanhuns, Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 391–395, 2012.
- OLIVEIRA, C. A. F. DE et al. Ocorrência de *Staphylococcus aureus* no leite e ambiente de ordenha em propriedades leiteiras do estado de São Paulo. V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Cons elho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...Botucatu - SP: 2013.**
- OLIVEIRA, E. F. DE et al. Prevalência de patógenos contagiosos em rebanhos da associação dos criadores de gado holandês do estado de Minas Gerais, 2011-2012. V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Cons elho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...Botucatu - SP: 2013b.**
- OLIVER, S. P. et al. Efficacy of extended ceftiofur intramammary therapy for treatment of subclinical mastitis in lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 8, p. 2393–400, ago. 2004.
- OVIEDO-BOYSO, J. et al. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. **The Journal of infection**, v. 54, n. 4, p. 399–409, abr. 2007.
- PEIXOTO, A. F. et al. Etiologia da mastite bovina em propriedades rurais do município de lagoa do ouro (microrregião de Garanhuns). V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Cons elho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...Botucatu - SP: 2013.**
- PEREIRA, M. N. et al. Indicadores de desempenho de fazendas leiteiras de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 4, p. 1033–1042, 2016.
- PETER, C. M. et al. Contagem de *staphylococcus aureus* e *staphylococcus sp.* E sua relação com a contagem bacteriana total (CBT) em unidades de produção leiteiras de municípios da região Sul do

- Rio Grande do Sul. V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Cons elho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...Botucatu - SP: 2013.**
- PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. . **Vencendo a luta contra a mastite.** São Paulo: Westfalia Landtechnik do Brasil Ltda, 2002.
- PIETERSE, R.; TODOROV, S. D. Bacteriocins - exploring alternatives to antibiotics in mastitis treatment. **Brazilian journal of microbiology.** v. 41, n. 3, p. 542–62, jul. 2010.
- POLITIS, I.; NG-KWAI-HANG, K. F. Effects of Somatic Cell Count and Milk Composition on Cheese Composition and Cheese Making Efficiency. **Journal of Dairy Science,** v. 71, n. 7, p. 1711–1719, jul. 1988.
- RADTKE, A. et al. Multiple-locus variant-repeat assay (MLVA) is a useful tool for molecular epidemiologic analysis of *Streptococcus agalactiae* strains causing bovine mastitis. **Veterinary Microbiology,** v. 157, n. 3–4, p. 398–404, jun. 2012.
- RAUBERTAS, R. F.; SHOOK, G. E. Relationship Between Lactation Measures of Somatic Cell Concentration and Milk Yield. **Journal of Dairy Science,** v. 65, n. 3, p. 419–425, 1982.
- RÊGO, M. A. V. Case-Control Studies: a Brief Review. **Gaz. méd. Bahia,** v. 80:1, p. 101–110, 2010.
- RÊGO, M. A. V. Case-Control Studies: a Brief Review. **Gaz. méd. Bahia,** v. 80:1, p. 101–110, 2010.
- REYHER, K. K. et al. Examining the effect of intramammary infections with minor mastitis pathogens on the acquisition of new intramammary infections with major mastitis pathogens—A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dairy Science,** v. 95, n. 11, p. 6483–6502, nov. 2012.
- RIBAS, N. P. et al. Escore de Células Somáticas e sua Relação com os Componentes do Leite e Amostras de Tanque no Estado do Paraná. **Archives of Veterinary Science,** v. 19, n. 3, p. 14–23, 2014.
- RIBEIRO, M. G. Princípios terapêuticos na mastite em animais de produção e de companhia. In: ANDRADE, S. F. (Ed.). . **Manual de Terapêutica Veterinária.** Roca ed. São Paulo: 3, 2008. p. 936.
- RYSANEK, D.; BABAK, V.; ZOUHAROVA, M. Bulk tank milk somatic cell count and sources of raw. milk contamination with mastitis pathogens. **Vet. Med.** v.52, p.223-230, 2007.
- SAEKI, E. K. et al. Mastite bovina por *staphylococcus aureus*: sensibilidade às drogas antimicrobianas e ao extrato alcoólico de própolis. **Acta Veterinaria Brasilica,** v. 5, n. 3, p. 284–290, 2011.
- SANTOS, C. D. M.; LEAL, G. S.; ROSSI, D. A. Frequência e suscetibilidade a antibióticos de *staphylococcus* spp isolados de leite de vacas com mastites recorrentes de rebanhos da região de Uberlândia – mg. **Vet. Not.,** v. 12, n. 2, p. 83–88, 2006.
- SANTOS, E. M. P. et al. Streptococcus e gêneros relacionados como agentes etiológicos de mastite bovina Streptococcus and related genera as etiological agents of bovine mastitis. **Acta Scientiae Veterinariae.,** v. 35, n. July 2006, p. 17–27, 2007.
- SANTOS, M. V. DOS; FONSECA, L. F. L. DA. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite.** Barueri: Manole, 2007.
- SCHEPERS, A J. et al. Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. **Journal of dairy science,** v. 80, n. 8, p. 1833–1840, 1997.
- SCHLEGELOVÁ, J. et al. Prevalence of and resistance to anti-microbial drugs in selected microbial species isolated from bulk milk samples. **Journal of Veterinary Medicine, Series B,** v. 49, n. 5, p. 216–225, 2002.
- SCHUKKEN, Y. H. et al. CNS mastitis: nothing to worry about? **Veterinary microbiology,** v. 134, n. 1–2, p. 9–14, 16 fev. 2009.
- SILVA, M. V. M. et al. A mastite interferindo no padrão de qualidade do leite: uma preocupação necessária. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária,** v. 3, n. 14, p. 1–10, 2010.
- SOUZA, G. N. et al. Fatores de risco associados à alta contagem de células somáticas do leite do tanque em rebanhos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia,** v. 57, n. SUPPL. 2, p. 251–260, 2005.
- SOUZA, G. N. et al. Variação da contagem de células somáticas em vacas leiteiras de acordo com patógenos da mastite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia,** v. 61, n. 5, p. 1015–1020, 2009.
- SOUZA, G. N. DE. **Fatores de risco para mastite bovina.** UFMG, 2005.
- SOUZA, G. N. DE et al. Presença de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae* nos rebanhos

- bovinos e os limites de contagem de células somáticas e contagem total de bactérias estabelecidos na Instrução Normativa 51. IV Congresso Brasileiro da Qualidade do Leite. Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite. **Anais...** Florianópolis, SC: 2010 Disponível em: <<http://www.cbql.com.br>> Acessado em 15 de agosto de 2016.
- SOUZA, V. DE et al. Ocorrência DE *Staphylococcus aureus* em rebanhos leiteiros do estado de Minas Gerais. V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...** Botucatu - SP: 2013.
- TALBOT, B. G.; LACASSE, P. Progress in the development of mastitis vaccines. **Livestock Production Science**, v. 98, n. 1–2, p. 101–113, dez. 2005.
- TOZZETI, D. S.; BATAIER, M. B. N.; ALMEIDA, L. R. DE. PREVENÇÃO, CONTROLE E TRATAMENTO DAS MASTITES BOVINAS – REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Científica Eletônica de Medicina Veterinária**, v. 10, n. 7, 2008.
- TSENKOVA, R. et al. Somatic cell count determination in cow's milk by near-infrared spectroscopy: A new diagnostic tool. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 10, p. 2550–2557, 2001.
- USDA. **Produção de leite USA**. 2012 Disponível em: <[http://www.ers.usda.gov/datafiles/Agricultural Baseline Projection Files/Dairy1-3.xls](http://www.ers.usda.gov/datafiles/Agricultural%20Baseline%20Projection%20Files/Dairy1-3.xls)>.
- VARGAS, D. P. DE et al. Correlações entre contagem bacteriana total e parâmetros de qualidade do leite. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, n. 4, p. 241–247, 2013.
- VEIGA, V. M. DE O. Retorno econômico de um programa de controle de mastite bovina em rebanhos no estado de Minas Gerais. In: **Controle integrado da mastite bovina**. Centro Nacional de Defesa Animal: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1996. p. 97–110.
- VIGUIER, C. et al. Mastitis detection: current trends and future perspectives. **Trends in biotechnology**, v. 27, n. 8, p. 486–93, ago. 2009.
- VILELA, P. S.; NOGUEIRA, A. E. C. **Perfil do Produtor de Leite nas Mesorregiões da Zona da Mata e Campo das Vertentes de Minas Gerais**. Embrapa Gado de Leite. Belo Horizonte: p. 112, 2010.
- WILSON, D. J.; GONZALEZ, R. N.; DAS, H. H. Bovine mastitis pathogens in New York and Pennsylvania: prevalence and effects on somatic cell count and milk production. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 10, p. 2592–8, out. 1997.
- ZADOKS, R. N. et al. Molecular epidemiology of mastitis pathogens of dairy cattle and comparative relevance to humans. **Journal of mammary gland biology and neoplasia**, v. 16, n. 4, p. 357–72, dez. 2011.
- ZAFALON, L. F. et al. Comportamento da condutividade elétrica e do conteúdo de cloretos do leite como métodos auxiliares de diagnóstico na mastite subclínica bovina. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 25, n. 3, p. 159–163, 2005.
- ZANETTE, E.; SCAPIN, D.; ROSSI, E. M. Suscetibilidade antimicrobiana de *Staphylococcus aureus* isolados de amostras de leite de bovinos com suspeita de mastite. **Unoesc & Ciência – ACBS**, v. 1, n. 1, p. 65–70, 2010.
- ZIECH, R. E. et al. Ocorrência e etiologia da mastite subclínica e avaliação da qualidade microbiológica do leite cru na região central do RS. V Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite do Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite – CBQL. **Anais...** Botucatu - SP: 2013.