

REPRESENTATIVIDADE DE DIFERENTES FATORES NO IMPACTO ECONÔMICO DA MASTITE EM REBANHOS LEITEIROS¹

M. A. LOPES², F. A. DEMEUS³, G. M. COSTA², C. M. B. M. ROCHA², F. R. P. BRUHN⁴

¹Recebido em 02/12/2016. Aprovado em 19/06/2017.

²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Medicina Veterinária, Lavras, MG, Brasil.

³Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ariquemes, RO, Brasil.

⁴Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Veterinária Preventiva, Pelotas, RS, Brasil.

*Autor correspondente: malopes@dmv.ufla.br

RESUMO: Objetivou-se identificar e quantificar o fator de maior representatividade no impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos leiteiros, visando identificar aqueles que deverão receber maior atenção de pecuaristas e técnicos para reduzir o impacto econômico dessa importante enfermidade. A pesquisa foi realizada por meio de simulação no sistema computacional CU\$TO MASTITE, considerando 324 rebanhos diferentes, por meio das combinações dos fatores: contagem de células somáticas (250.000; 500.000; 750.000 e 1.000.000 de células somáticas/mL de leite); escala de produção (50; 100 e 150 vacas em lactação); produtividade por animal (10; 20 e 30 L/vaca/dia); frequência média anual de mastite clínica (1%; 7% e 15%) e taxa de descarte involuntário em virtude da mastite (2%; 4%; 6%). Foram consideradas como prevenção as despesas com monitoramento (cultura e antibiograma, contagem de células somáticas no tanque e contagem de células somáticas individuais), pré e pós *dipping*, vacinação, tratamento de vacas secas e manutenção de ordenhadeira. Como medidas curativas, foram considerados apenas os tratamentos dos casos clínicos. O impacto da mastite foi estimado como sendo o total em perdas, acrescido das despesas com prevenção e tratamento de casos clínicos. A frequência média de mastite clínica (FMC) e contagem de células somáticas no tanque (CCST) foram significativas ($P < 0,05$) em cinco dos sete modelos analisados [impacto econômico por vaca em lactação (IVL), impacto econômico por litro de leite (IEL), impacto econômico do tratamento curativo por litro de leite (TCL), impacto econômico do descarte de leite/litro de leite comercializado (IDL) e impacto econômico da redução na produção por litro de leite (IRL)]. No entanto, o coeficiente padronizado para o fator FMC foi maior em três indicadores (IVL, IDL e TCL), o que torna esse fator com maior representatividade quando comparado ao fator CCST, que também teve cinco indicadores significativos. Ao realizar a comparação das medianas dos tratamentos curativos e das medidas preventivas, por vaca em lactação, verificou-se que estas mostram excelente relação custo/benefício. Tais fatos evidenciam que, tanto o técnico como o pecuarista, deverão concentrar esforços gerenciais e tecnológicos buscando corrigir as possíveis falhas existentes no sistema de produção de leite, visando reduzir o impacto econômico da mastite.

Palavras-chave: bovinocultura leiteira, contagem de células somáticas, economia, escala de produção, produtividade.

REPRESENTATIVENESS OF DIFFERENT FACTORS AFFECTING THE ECONOMIC IMPACT OF MASTITIS IN DAIRY HERDS

ABSTRACT: The objective of this study was to identify and quantify the most representative factor affecting the economic impact of mastitis in dairy cattle herds in order to establish those that should receive greater attention from farmers and technicians to reduce the economic impact of

this important disease. A simulation study was conducted with the CU\$TO MASTITE program, considering 324 different herds and using combinations of the following factors: somatic cell count (250,000; 500,000; 750,000 and 1,000,000 somatic cells/mL milk); production scale (50; 100 and 150 lactating cows); productivity per animal (10; 20 and 30 L/cow/day); average annual incidence of clinical mastitis (1%; 7% and 15%), and involuntary culling rate due to mastitis (2%; 4% and 6%). Preventive measures included expenses with monitoring [culture and antibiogram, bulk tank somatic cell count (BTSCC), and individual somatic cell counts], pre- and post-dipping, vaccination, treatment of dry cows, and maintenance of the milking machine. Only treatments of clinical cases were considered as curative measures. The impact of mastitis was estimated as total losses plus expenses with prevention and treatment of clinical cases. The mean incidence of clinical mastitis (MIM) and BTSCC were significant ($P < 0.05$) in five of the seven models analyzed [economic impact per lactating cow (ILC), economic impact per liter of milk (ILM), economic impact of curative treatment per liter of milk (CTM), economic impact of milk disposal/liter of sold milk (IMD), and economic impact of reduction in production per liter of milk (IRM)]. However, the standardized coefficient for MIM was higher in three indicators (ILC, IMD and CTM), a fact rendering this factor more representative when compared to BTSCC, which also had five significant indicators. Comparison of the medians of curative treatments and preventive measures per lactating cow revealed an excellent cost/benefit ratio. These findings demonstrate that both technicians and farmers should concentrate management and technological efforts on correcting possible failures that exist in the milk production system in order to reduce the economic impact of mastitis.

Keywords: dairy farming, somatic cell count, economy, production scale, productivity.

INTRODUÇÃO

A mastite é uma inflamação da glândula mamária, geralmente de caráter infeccioso, podendo ser classificada como clínica ou subclínica. As duas formas da enfermidade causam prejuízos ao produtor. ARCANJO *et al.* (2017) destacam as perdas em qualidade e quantidade do leite produzido, descarte do leite, uso de antibióticos, aumento de mão de obra e o descarte precoce de animais. O aparecimento da mastite ocorre quando microrganismos patogênicos encontram condições para o desenvolvimento na glândula mamária. Assim, o manejo é fator determinante para o aparecimento da enfermidade, principalmente quando a mastite é ambiental, já que os microrganismos estão presentes na cama, solo, equipamentos de ordenha, água, utensílios e mãos do ordenhador. Prevenir é a melhor opção; e mantê-la sob controle é essencial para se consiga manter a saúde da glândula mamária dos animais em patamares aceitáveis e diminuir os prejuízos financeiros.

Devido à grande importância da mastite, diversos pesquisadores têm estudado diferentes aspectos, tais como: contagem de células somáticas e redução na produção (NMC, 1996); descarte involuntário de vacas (SILVA *et al.*, 2008); prevalência, incidência e

frequência de casos clínicos (RIBEIRO *et al.*, 2006; OLDE RIEKERINK *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2011); influência das células somáticas na qualidade do leite (SEEGERS *et al.*, 2003; SANTOS e FONSECA, 2007; SILVA *et al.*, 2014); agentes causadores de mastite clínica (MARTINS *et al.*, 2016). No entanto, raras são as pesquisas referentes ao impacto econômico e, nas poucas encontradas na literatura (MCINERNEY *et al.*, 1992; DEGRAVES e FELTROW, 1993; MILLER *et al.*, 1993; COSTA *et al.*, 2005; BAR *et al.*, 2008), que abordam o assunto, não há detalhamento em relação aos indicadores técnicos e gerenciais adotados para avaliar o impacto econômico da mastite. É possível verificar que estudos referentes ao impacto econômico da mastite são escassos e nos raros existentes há aspectos importantes que não foram considerados (MCINERNEY *et al.*, 1992; DEGRAVES e FELTROW, 1993; MILLER *et al.*, 1993; COSTA *et al.*, 2005; BAR *et al.*, 2008).

No que tange aos fatores que influenciam no impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros, raros resultados de pesquisas são encontrados, tais como o efeito da produtividade diária de leite (DEMEU *et al.*, 2016), da escala de produção (DEMEU *et al.*, 2015), do descarte involuntário de matrizes (DEMEU *et al.*, 2011), do intervalo de partos (LOPES *et al.*, 2009), da frequência média de mastite clínica (LOPES *et al.*, 2012) e contagem de células somáticas

(LOPES *et al.*, 2011). No entanto, nenhum pesquisador se propôs a estudar quais os fatores que mais influenciam no impacto econômico da enfermidade. Conhecê-los pode auxiliar pecuaristas, técnicos e até mesmo pesquisadores a traçar estratégias para que se consiga minimizar os prejuízos ocasionados pela enfermidade. Considerando os aspectos apresentados, bem como a importância do tema, realizou-se esta pesquisa, com o objetivo de identificar e quantificar os fatores de maiores representatividades no impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros, visando identificar os pontos que deverão receber maior atenção de pecuaristas e técnicos para reduzir o impacto econômico dessa importante enfermidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Informática Aplicada, do Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, por meio de simulação de dados, utilizando o sistema computacional "CUSTO MASTITE" (LOPES *et al.*, 2016). Foram simulados 324 rebanhos bovinos leiteiros por meio das combinações dos fatores independentes: contagem de células somáticas (250.000; 500.000; 750.000 e 1.000.000 de células somáticas/mL de leite); escala de produção (50; 100 e 150 vacas em lactação); produtividade por animal (10, 20 e 30 L/vaca/dia); frequência média anual de mastite clínica (1%; 7% e 15%) e taxa de descarte involuntário em virtude da mastite (2%; 4%; 6%).

Foram analisados, como fatores dependentes, o impacto econômico (R\$): por vaca em lactação/ano (IVL); por litro de leite comercializado (IEL); do tratamento curativo por vaca em lactação/ano (TCV); do tratamento curativo por litro de leite (TCL); do descarte de leite/L de leite (IDL); da redução da produção por litro de leite/ano (IRL) e do tratamento preventivo por vaca do rebanho (IPV), em função dos fatores independentes.

No estudo foi considerado sistemas de produção de leite hipotéticos, com intervalo de partos de 15 meses, com duas ordenhas diárias, 1% de mortalidade em virtude da mastite e um teto afetado pela doença. Considerou-se, ainda, os valores de aquisições das vacas de R\$ 2.500,00; R\$ 4.500,00 e R\$ 6.750,00, para as produtividades de 10; 20 e 30 litros de leite por dia, respectivamente.

O valor pago por litro de leite comercializado, em janeiro de 2015, foi definido considerando-se os valores pagos por um laticínio do município

de Lavras, MG, em função do volume de leite comercializado, sendo de R\$ 0,72 para produções entre 501 a 1.000 litros (US\$ 0,2769); R\$ 0,745 (US\$ 0,2865) para 1001 a 3.000 L e de R\$ 0,755 (US\$ 0,2904) para 3.001 a 5.000 litros de leite/dia. Também foi considerada a penalização de R\$ 0,0200/L de leite; quando a CCST foi superior a 750.000 células/mL, bem como bonificação de R\$ 0,040/L de leite quando a CCST foi inferior a 250.000 células/mL. Quando essa CCST variou de 500.000 a 750.000 células/mL, o valor pago por litro de leite foi definido em função somente da quantidade comercializada. O valor considerado para a conversão do dólar foi US\$ 1.00 igual a R\$ 2,60 e de uma 1.00 libra esterlina igual a R\$ 3,98, cotação em 26/01/2015 (Banco Central do Brasil, 2015).

Os fatores independentes e dependentes foram classificados como numéricos e foi realizada análise de regressão linear simples e, posteriormente, a múltipla, utilizando-se o pacote estatístico SPSS 20.0 IBM. Os fatores que não apresentaram relação estatisticamente significativa foram excluídos para estimar o modelo mais adequado. Para cada variável dependente foi estimado um modelo, determinando, então, quais tiveram maior influência no impacto econômico da mastite. Para aferir a qualidade dos modelos foi usado o coeficiente de determinação (R^2), que tem por função indicar o quanto o modelo em questão explicou o impacto econômico da mastite. A média, mediana, os valores máximo e mínimo também foram estimados. Para a determinação dos fatores relacionados à mastite com maior impacto econômico em propriedades leiteiras, foram comparados os valores absolutos dos coeficientes de regressão padronizados de cada variável independente testada nos modelos de regressão linear múltipla ajustados, conforme sugerido por MAROCO (2010).

Foram consideradas como prevenção, as despesas com monitoramento [cultura e antibiograma, contagem de células somáticas no tanque (CCST) e contagem de células somáticas individuais (CCSI), pré e pós *dipping*, vacinação, tratamento de vacas secas e manutenção de ordenhadeira]. Como medidas curativas foram considerados apenas os tratamentos com casos clínicos.

O impacto da mastite (IM) foi considerado como sendo: $IM = \text{total em perdas} + \text{tratamento preventivo} + \text{tratamento curativo}$; onde, total de perdas: perdas em leite (redução na produção e descarte de leite durante o tratamento e período de carência do antibiótico) + perdas por desvalorização de matrizes;

tratamento preventivo: despesas com antibiograma e cultura + CCST + CCSI + pré *dipping* + pós *dipping* + tratamento de vacas secas + vacinação de vacas secas + manutenção de ordenhadeira; tratamento curativo: despesas com aplicação do antibiótico local + antibiótico sistêmico + anti-inflamatório.

As perdas por redução da produção de leite decorrente da mastite, utilizadas na simulação, foram estimadas conforme a equação proposta pelo NMC (1996): $y = - 4,7908 + 0,0226x$; onde, y: porcentagem de perda de leite; x: contagem de células somáticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 podem ser observadas as medianas e seus respectivos quartis, dos indicadores do impacto econômico da mastite, por vaca em lactação (IVL) e rebanho (IPV), e do tratamento curativo por vaca em lactação (TCV); e, na Tabela 2, os indicadores por litro de leite (IEL), do tratamento curativo por litro de leite (TCL), descarte de leite por litro de leite comercializado (IDL) e redução na produção por litro de leite (IRL), em função das categorias estudadas. A mediana do impacto econômico por vaca em lactação (IVL), em um ano, foi de R\$ 1.309,60; R\$ 2.529,77 e R\$ 4.027,72, para as frequências médias anuais de 1%; 7% e 15%, respectivamente. As diferenças foram em virtude do aumento da quantidade de casos clínicos tratados, o que aumentou os dispêndios com mão-de-obra e medicamentos, além do maior volume de leite descartado, resultando em maior impacto econômico. A redução da produção, estimada segundo a metodologia do (NMC, 1996) também teve grande importância.

O valor da mediana para as medidas curativas por vaca (TCV) foi igual (R\$526,42), para os fatores analisados (CCST, PD, TDM e EP) (Tabela 1), devido à frequência média anual de mastite adotada ter sido a mesma (7%). Para o fator FMC, esse indicador foi de R\$ 75,20; R\$ 526,42 e R\$ 1.128,04 para frequências médias anuais de 1%; 7% e 15%, respectivamente. O indicador TCV foi inferior às medidas de prevenção (IPV) somente na variável FMC de 1%. A diferença foi em decorrência do aumento do custo com tratamento curativo, ocasionado por maior quantidade de casos clínicos e descarte de leite, durante os períodos de tratamento e período de carência do antibiótico.

Para a frequência média anual de 1% (US\$ 28,92), o valor da mediana encontrado foi inferior aos valores obtidos no estudo de KIRK e BARTLETT

(1988), que estimaram os custos com tratamento curativo em US\$ 163,00 por vaca em lactação/ano. No entanto, quando as frequências médias anuais foram de 7% e 15%, os valores estimados, neste estudo, foram superiores (US\$ 202,47 e US\$ 433,86). No estudo citado, os pesquisadores verificaram incidência de mastite clínica em torno de 16,8%, valor acima da maior frequência adotada nas simulações deste estudo (máximo de 15%). Vale salientar que aqueles autores não avaliaram as estimativas de perdas por mastite subclínica e descarte dos animais cronicamente acometidos, o que pode ter subestimado o valor encontrado.

Quando a frequência média anual foi de 7% e 15%, os valores também se mostraram acima dos obtidos por BAR *et al.* (2008), que apresentaram US\$ 71,00 por vaca, não havendo menção se foi vaca em lactação ou rebanho (vacas em lactação + vacas secas). Outra explicação para os menores valores encontrados seria devido às perdas de redução na produção, reflexo da CCST de 225.000 células somáticas/mL; neste estudo considerou-se 500.000 células somáticas/mL.

Os valores das medianas de TCV e IPV (Tabela 1) não foram alterados, independente dos níveis de CCST estudados, porque não possuem nenhuma relação com o tratamento curativo. Isso fica evidente, ao se observar na Tabela 3, o valor de P ajustado para CCST, que não foi significativo a 5%, para o indicador IPV. Esses dados evidenciam que a TCV possui relação apenas com a frequência média de mastite clínica e o IPV se relaciona com a escala de produção.

Ao analisar a produtividade diária, os valores das medianas do impacto econômico da mastite por litro de leite comercializado (IEL) foram de R\$ 0,5270; R\$ 0,4500 e R\$ 0,4369, para as produtividades de 10; 20 e 30 L/dia, respectivamente (Tabela 2). A diminuição nos valores foi em virtude da otimização das despesas com prevenção e tratamentos curativos como, por exemplo, vacina e tratamento de vacas secas e tratamento de animais acometidos por mastite clínica, pois tais despesas são as mesmas, independentes das produtividades dos animais. Já as medianas dos impactos econômicos por litro de leite (IEL) foram estimadas em R\$ 0,3716 e R\$ 0,6346, para CCST de 250.000 e 1.000.000 células somáticas/mL de leite, respectivamente (Tabela 2). As diferenças são em virtude da diminuição na produção, estimadas em 0%; 6%; 12% e 18%, respectivamente, para CCST de 250.000; 500.000; 750.000 e 1.000.000 células somáticas/mL (NMC, 1996), devido à presença de mastite subclínica

Tabela 1. Impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros por vaca em lactação e rebanho, em função das categorias de frequência média anual de mastite clínica (FMC), contagem de células somáticas no tanque (CCST), produtividade diária (PD), escala de produção (EP) e taxa de descarte em função da mastite (TDM)

Fator	Categorias	¹ Indicadores de impacto econômico (R\$)		
		IVL	TCV	IPV
		Mediana (quartil 1 - quartil 3)		
FMC (%)	1	1.309,60 (793,25 -1952,58)	75,20 (75,20 - 75,20)	
	7	2.529,77 (615,85 - 3256,99)	526,42 (526,42 - 526,42)	154,52 (134,22-213,44)
	15	4.027,72 (2.640,84 - 5.154,01)	1.128,04 (1.128,04 - 1.128,04)	
CCST (x1.000/mL)	250	2.107,84 (1.195,57-3.394,03)		
	500	2.402,38 (1.397,20-3.619,45)	526,42	154,52
	750	2.552,81 (1.553,48-3.900,49)	(75,20-1.128,04)	(134,22-213,24)
	1.000	2.556,23 (1.757,48-4.284,64)		
PD (L/dia)	10	1.471,91 (842,71 - 2.375,34)		
	20	2.544,26 (1.734,83 - 3.715,77)	526,42 (75,20 - 1.128,04)	154,52 (134,22 - 213,24)
	30	3.689,94 (2.539,56 - 5.154,01)		
TDM (%)	10	2.359,15 (1.337,91 3.400,80)		
	20	2.415,92 (1.506,50 - 3.714,05)	526,42 (75,20 - 1.128,04)	154,52 (134,22 - 213,24)
	30	2.595,04 (1.658,75 - 3.986,94)		
EP (vacas em lactação)	50	2.494,95 (1.573,25 - 3.725,46)		213,24 (213,24 - 213,24)
	100	2.416,66 (1.498,39 - 3.695,04)	526,42 (75,20 - 1.128,04)	154,52 (154,52 - 154,52)
	150	2.406,59 (1.480,59 - 3.677,65)		134,22 (134,22 - 134,22)

¹IVL: impacto econômico por vaca em lactação; TCV: impacto econômico do tratamento curativo por vaca ipv em lactação; IPV: impacto econômico da prevenção por vaca do rebanho.

diagnosticada pela CCST; menor valor pago pela indústria, por litro de leite comercializado, consequência da penalização pela menor qualidade do produto à medida que aumentou a CCST; e descarte do leite devido ao tratamento contra mastite.

A mediana do custo operacional efetivo (COE) das medidas de prevenção, por vaca em lactação (IPV), foi estimada em R\$ 154,52 (US\$ 59,43) para

os fatores FMC, CCST, PD e TDM, em todos os níveis estudados. Já para a escala de produção (EP), os valores diminuíram à medida que houve aumento da escala, sendo R\$ 213,24 (US\$ 82,02), R\$ 154,52 (US\$ 59,43) e R\$ 134,22 (US\$ 51,62) para 50, 100 e 150 vacas em lactação, respectivamente (Tabela 1). A diferença (62,94%) foi em virtude da otimização de alguns itens envolvidos na prevenção, como postagem e caixa térmica para

Tabela 2. Impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros por litro de leite, em função das categorias frequência média anual de mastite clínica (FMC), contagem de células somáticas no tanque (CCST), produtividade diária (PD), escala de produção (EP) e taxa de descarte em função da mastite (TDM)

Fator	Categorias	¹ Indicadores de impacto econômico (R\$)			
		IEL	TCL	IDL	IRL
		Mediana (quartil 1 - quartil 3)			
FMC (%)	1	0,2199 0,1631 - 0,2834	0,0116 0,0084 - 0,0215	0,0168 0,0166 - 0,0177	0,0786 0,0413 - 0,01202
	7	0,4703 0,3934 - 0,5564	0,0942 0,0692 - 0,1724	0,1365 0,1324 - 0,1443	0,0910 0,0475 - 0,1403
	15	0,9616 0,8200 - 1,1201	0,2553 0,1926 - 0,4569	0,3698 0,3497 - 0,3972	0,1154 0,0594 - 0,1805
	250	0,3716 0,1556-0,6746	0,0847 0,0212-0,1694	0,1324 0,0166-0,3384	0,0081 0,0071-0,0097
CCST (x1.000/mL)	500	0,4451 0,2097-0,7832	0,0907 0,0225-0,1814	0,1347 0,0167-0,3497	0,0626 0,0544-0,0759
	750	0,5312 0,2689 - 0,9199	0,0977 0,0240 - 0,1953	0,1412 0,0174 - 0,3864	0,1227 0,1055 - 0,1566
	1.000	0,6346 0,3385 - 1,0998	0,1058 0,0257 - 0,2115	0,1519 0,0185 - 0,4139	0,1933 0,1643 - 0,2457
	10	0,5270 0,2832 - 0,9698	0,1884 0,0253 - 0,4569	0,1356 0,0253 - 0,4569	0,0902 0,0420 - 0,1574
PD (L/dia)	20	0,4500 0,2833 - 0,7748	0,0942 0,0126 - 0,2285	0,1380 0,0178 - 0,3494	0,0902 0,0420 - 0,1574
	30	0,4369 0,2785 - 0,7195	0,0628 0,0084 - 0,1523	0,1389 0,0182 - 0,3556	0,0925 0,0434 - 0,1601
	2	0,4371 0,2674 - 0,7337	0,0942 0,0222 - 0,2009	0,1365 0,0179 - 0,3497	0,0907 0,0420 - 0,1590
TDM (%)	4	0,4752 0,2895 - 0,7950	0,0942 0,0222 - 0,2009	0,1365 0,0179 - 0,3497	0,0907 0,0420 - 0,1590
	6	0,5195 0,3107 - 0,8563	0,0942 0,0222 - 0,2009	0,1365 0,0179 - 0,3497	0,0907 0,0420 - 0,1590
EP (vacas em lactação)	50	0,4868 0,2853 - 0,8016	0,0942 0,0222 - 0,2009	0,1356 0,0178 - 0,3494	0,0902 0,0420 - 0,1574
	100	0,4668 0,2769 - 0,7991	0,0942 0,0222 - 0,2009	0,1356 0,0178 - 0,3494	0,0902 0,0420 - 0,1574
	150	0,4639 0,2782 - 0,7933	0,0942 0,0222 - 0,2009	0,1389 0,0182 - 0,3556	0,0925 0,0434 - 0,1601

¹IEL: impacto econômico por litro de leite; TCL: impacto econômico do tratamento curativo por litro de leite; IDL: impacto econômico do descarte de leite/L de leite comercializado; IRL: impacto econômico da redução na produção/L de leite.

envio de material para laboratório, manutenção da ordenhadeira, caneca para coleta de leite, copo para pré e pós *dipping*, exames de contagem de células somáticas no tanque (CCST). Embora a escala de produção tenha influência direta sobre os custos fixos (LOPES *et al.*, 2006), os quais neste estudo não foram considerados, alguns itens que compõem o custo variável podem ser otimizados pela escala de produção. As medianas do COE da prevenção por vaca em lactação, encontradas neste estudo, foram

superiores à estimativa de MILLER *et al.* (1993), de US\$ 14,50 por vaca/ano.

Ao realizar a comparação das medianas dos tratamentos curativos e das medidas preventivas por vaca em lactação, foi verificado que estas, que muitos julgam serem onerosas, trabalhosas e desnecessárias, mostraram excelente relação custo/benefício, corroborando com os resultados obtidos por OLIVEIRA *et al.* (2006). Os autores, ao acompanharem a implantação de programa de

controle da mastite, verificaram que para cada R\$ 1,00 de investimento houve retorno de R\$ 2,90 a R\$ 5,30 de renda adicional. Os autores também salientaram que essa relação custo/benefício foi atribuída à queda da incidência de mastite, que no início do experimento apresentava variação de 10,5% a 26% para mastite subclínica e, no final, foram observadas variações de 4% a 11%. A redução da mastite clínica também apresentou efeito direto, pois, da variação de 5,0% a 8,0%, no início, caiu para 2,5%, no final das observações daquele estudo.

Esses dados da eficiência dos programas de controle de mastite são reflexos da diminuição dos custos com gastos com casos clínicos (em especial), não exigindo tratamentos emergenciais, e da redução das perdas ocasionadas com o descarte de leite que deixa de ser comercializado, reposição e morte de animais. Esses resultados evidenciam a importância de se investir e de se adotar medidas preventivas que incluam outras, principalmente boas práticas de ordenha, bem como boas condições de higiene nas instalações, visando diminuir novas infecções. Infelizmente, tal prática, de acordo com LOPES *et al.* (2004), tem sido negligenciada por parcela significativa de produtores de leite, pois ao fazer o levantamento de todas as despesas operacionais efetivas em 16 propriedades leiteiras do sul de Minas Gerais constataram que em 50% não houve nenhuma despesa com aquisição de soluções pré e pós *dipping*, detergentes ácidos e alcalinos, papel toalha, desinfetantes e demais produtos utilizados na ordenha.

Na Tabela 3 pode ser observado o resultado da análise de regressão linear múltipla, assim como os fatores com maiores representatividades no impacto econômico da mastite e, na Tabela 4, a representação matemática dos modelos ajustados, com seus coeficientes lineares e angulares. A frequência média de mastite clínica (FMC) e contagem de células somáticas no tanque (CCST) foram significativas ($P < 0,05$) em cinco dos sete modelos analisados (IVL, IEL, TCL, IDL e IRL); para os modelos de IPV e TCV esses fatores não foram significativos (Tabela 3). No entanto, o coeficiente padronizado para o fator FMC foi maior em três indicadores (IVL, IDL e TCL) (Tabela 1), o que torna esse fator com maior representatividade quando comparado ao fator CCST, que também teve cinco indicadores significativos. A produtividade diária por vaca em lactação (PD) foi significativa em três (IVL, IEL e PD) dos sete modelos analisados. A escala de produção (EP) e taxa de descarte por mastite (TDM) foram significativos somente em dois dos sete modelos analisados, sendo IDL e IPV, para

escala de produção e IVL e IEL para produtividade diária por animal.

O fator FMC teve coeficiente de determinação (R^2) igual ou superior a 50,5% em quatro dos cinco modelos (Tabela 3). Esse coeficiente tem por função indicar o quanto o modelo explicou o impacto econômico da mastite. No caso do IVL, o incremento médio ajustado para FMC foi de 186,44, ou seja, a cada 1% de incremento da frequência de mastite clínica pode ocasionar um aumento de, aproximadamente, R\$ 186,44 no impacto econômico por vaca do rebanho. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de adoção de medidas de manejo e prevenção para reduzir, a índices mínimos, essa doença, pois eliminá-la totalmente seria uma meta muito difícil de ser alcançada. A redução da frequência da doença reduziria os impactos e, conseqüentemente, melhoraria a rentabilidade do empreendimento. Segundo LEITE *et al.* (1976), os casos clínicos se tornam fatos de preocupação pela gravidade com que acometem os animais, podendo levar até a morte, bem como os altos prejuízos ocasionados pela sua ocorrência, como descarte de animais ainda jovens, gastos com medicamentos, redução na produção e descarte de leite. A mastite clínica, ainda acarreta a diminuição da secreção láctea ou a perda total dessa capacidade.

SANTOS e FONSECA (2007) recomendaram, como meta para saúde da glândula mamária, que a incidência de mastite clínica seja menor que 2% ao mês. Os dados relacionados ao tema têm apresentado muitas variações, em relação a ocorrência de frequência de casos clínicos em rebanhos. SÁ *et al.* (2004) verificaram 0,48%; RIBEIRO *et al.* (2006), 1,22%; LAFFRANCHI *et al.* (2001), ao analisarem a ocorrência de mastite em primíparas, constataram 2,56% de frequência. Os dados demonstram a dificuldade em controlar os casos clínicos em rebanhos, mas deixam evidente a necessidade de se obterem resultados próximos aos considerados ideais.

O impacto econômico por litro de leite comercializado (IEL) teve incremento médio ajustado de 0,054, para o fator FMC (Tabela 3), indicando que para cada 1% de aumento da frequência de mastite clínica, pode ocorrer aumento de, aproximadamente, R\$ 0,054 no impacto econômico da mastite por litro de leite. A mediana, para esse indicador do impacto econômico da mastite, aumenta de R\$ 0,2199 para R\$ 0,9616, quando a frequência média de mastite clínica aumenta de 1 para 15% (Tabela 2), uma diferença de 437,29%. Tal fato pode ser justificado devido ao aumento do impacto econômico, ocorrido em função da quantidade de casos clínicos, que resulta em mais

Tabela 3. Incremento médio ajustado da contagem de células somáticas (CCST), da escala de produção (EP), da produtividade diária por animal (PD), da frequência média anual de mastite clínica (FMC) e da taxa de descarte (TDM) nos diferentes indicadores de impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros

¹ Indicadores de impacto econômico (R\$)	Modelo de regressão múltipla				
	² Fatores estudados	Incremento médio ajustado	Valor de P	R ²	Coefficiente padronizado
Vaca em lactação (IVL)	CCST	1,128	<0,001	95,1	0,210
	EP	-	0,116		-
	PD	114,364	<0,001		0,621
	FMC	186,436	<0,001		0,711
	TDM	23,693	<0,001		0,129
Litro de leite comercializado (IEL)	CCST	0,000	<0,001	94,5	0,321
	EP	-	0,128		-
	PD	-0,006	<0,001		-0,140
	FMC	0,054	<0,001		0,902
	TDM	0,004	<0,001		0,087
Tratamento curativo por litro de leite (TCL)	CCST	0,000052	<0,001	82,8	0,094
	EP	-	1,000		-
	PD	-0,008	<0,001		-0,425
	FMC	0,022	<0,001		0,799
	TDM	-	1,000		-
Descarte de leite/L de leite (IDL)	CCST	0,00004439	<0,001	98,2	0,082
	EP	-	0,103		-
	PD	0,000	0,070		-
	FMC	0,026	<0,001		0,987
	TDM	-	1,000		-
Redução na produção/L de leite (IRL)	CCST	0,000	<0,000	96,4	0,955
	EP	-	0,170		-
	PD	-	0,121		-
	FMC	0,003	<0,001		0,226
	TDM	-	1,000		-
Prevenção por vaca do rebanho (IPV)	CCST	-	1,000	92,7	-
	EP	-0,790	<0,001		-0,963
	PD	-	1,000		-
	FMC	-	1,000		-
	TDM	-	1,000		-

¹Fatores dependentes. ²Fatores independentes. R²: coeficiente de determinação.

Tabela 4. Indicadores do impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros e modelos de regressão ajustados

Indicador	¹ Modelos de regressão ajustados	R ²
Impacto econômico da mastite por vaca em lactação/ano (IVL)	$y_{IVL}=2.214,250+1,128(CCST)+114,364(PD)+186,436(FMC)+23,693(TDM)$	95,1%
Impacto econômico da mastite por litro de leite comercializado (IEL)	$y_{IEL}=-0,060 +0,000(CCST)-0,006(PD)+0,054(FMC)+0,004(TDM)$	94,5%
Impacto econômico da mastite do tratamento curativo/L de leite (TCL)	$y_{TCL}=0,112+0,000052 (CCST)-0,008(PD)+0,022(FMC)$	82,8%
Impacto econômico da mastite do descarte de leite (IDL)	$y_{IDL}=-0,054+0,00004439 (CCST)+0,0026(FMC)$	98,2%
Impacto econômico da mastite da redução na produção/L de leite (IRL)	$y_{IRL}=-0,084+0,000(CCST)+0,003(FMC)$	96,4%
Impacto econômico da mastite da prevenção por vaca do rebanho (IPV)	$y_{IPV}=246,353 - 0,790(EP)$	92,7%

¹y: estimativa do impacto econômico da mastite, em reais; CCST: contagem de células somáticas no tanque; EP: escala de produção; PD: produtividade diária por animal; FMC: frequência média anual de mastite clínica; TDM: taxa de descarte em virtude da mastite clínica.

tratamentos curativos e maiores quantidades de descarte de leite. HALASA *et al.* (2007) salientaram que o tratamento de animais infectados com mastite é uma causa direta de prejuízos econômicos diretos, devido aos custos com a aquisição de medicamentos, bem como despesas com mão de obra de médico veterinário para diagnóstico do caso clínico de mastite e de mão de obra para tratamento da doença.

O impacto econômico do descarte de leite/L/ leite (IDL) teve incremento médio ajustado de 0,026, ou seja, a cada 1% de aumento da frequência de mastite clínica, pode haver um aumento de, aproximadamente, R\$ 0,026 no impacto econômico por litro de leite (Tabela 3), provocada apenas pelo descarte do leite de animais doentes em tratamento. HOBLET *et al.* (1991) estimaram as perdas com descarte de leite de animais em tratamento de mastite clínica e redução na produção de 85% com relação às outras perdas ocasionadas pela doença. HALASA *et al.* (2007) chamam atenção para os prejuízos econômicos devido ao leite descartado. Para esses autores, o leite descartado apresenta valor mais elevado quando comparado ao leite que deixou de ser produzido (diminuição na produção), isso devido ao fato de que para o leite descartado há um aumento com os custos devido a alimentação das vacas, o que não ocorre com o leite que deixa de ser produzido; esse fato eleva

o valor do leite descartado, quando comparado à diminuição na produção. Além disto, deve-se salientar o manejo diferenciado para a ordenha de animais em tratamento e a necessidade de cuidados especiais no descarte do leite contendo resíduos de antimicrobianos.

Quanto à contagem de células somáticas (CCST), também houve diferença significativa ($P<0,05$) em cinco (IRL, IVL, IDL, TCL e IEL) dos sete modelos analisados (Tabela 3). O indicador impacto econômico da redução na produção/L de leite (IRL) teve coeficiente de determinação de 91,30%. O indicador impacto econômico por vaca em lactação (IVL) foi o que apresentou maior incremento médio ajustado para CCST de 1,128, ou seja, a cada 1% de incremento da contagem de células somáticas no tanque, pode ocasionar um aumento de, aproximadamente, R\$ 1,128 no impacto econômico por vaca do rebanho. Nesse caso, em rebanhos maiores, que apresentam CCST altas, haverá necessidade de maior atenção quanto à mastite subclínica, pois, neste caso, o prejuízo poderá ser bastante expressivo. Isso pode ser mais bem visualizado na Tabela 1. O valor do IVL para o fator CCST variou de US\$ 810,71 (£ 529,60) a R\$ 983,17 (£ 642,27) para CCST de 250.000 e 1.000.000, respectivamente. Valores acima do encontrado por McÍNERNEY *et al.* (1992), que calcularam os custos da mastite subclínica no Reino Unido. Os autores

definiram, como mastite subclínica, ocorrência de contagem de células somática trimestral superior a 500.000 células/mL em conjunto com a presença de bactérias patogênicas. Os custos de mastite subclínica foram estimados como sendo £ 30,06, por cada caso de mastite subclínica ocorrido no ano. Tal diferença pode ser justificada em virtude da qualidade do leite e percentual de quartos infectados, pois, no presente estudo, foi considerado a CCS no tanque de leite, e no estudo mencionado, os autores consideraram a percentagem de quartos que foram afetados por mastite subclínica por dia. No entanto, os valores deste estudo foram inferiores aos encontrados por LOPES *et al.* (2011), ao estudarem a influência da contagem de células somáticas sobre o impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros, ao tomarem por referência uma vaca em lactação, variou de US\$ 592,84 a R\$ 953,73, para CCST de 250.000 e 1.000.000 de células por mL de leite, respectivamente.

O fator PD teve coeficiente de determinação 38,5% para o indicador de impacto econômico por vaca em lactação (Tabela 3). A produtividade diária por animal apresentou incremento médio ajustado de R\$ 114,36, para impacto econômico da mastite por vaca em lactação (IVL) (Tabela 3), indicando que a cada litro de leite a mais produzido por animal poderia haver aumento de, aproximadamente, R\$ 114,36, no impacto econômico por vaca em lactação/ano. A melhor maneira de perceber a influência da produtividade por vaca/dia no impacto econômico da mastite é analisando os valores dos indicadores por litro de leite (IEL, TCL, IDL e IRL), que foram menores para as maiores produtividades (Tabela 3).

Ao aumentar a PD, o incremento médio do impacto econômico por litro de leite comercializado (IEL) diminuiu. Verifica-se que, para cada litro a mais produzido por vaca/dia, houve uma redução de R\$ 0,006 no impacto econômico por kg de leite (Tabela 3). O valor parece insignificante, mas ao final de um ano, pode ser expressivo, pois em um rebanho de 100 vacas em lactação, com produtividade diária média de 10L, a redução do impacto seria de R\$ 2.190,00 (R\$ 0,006 x 10 L/dia x 100vacas x 365dias); mas, se a produtividade for de 30 L a redução seria de R\$ 6.570,00. O mesmo acontece com o indicador (TCL), pois para cada litro de leite produzido a mais, houve redução de R\$ 0,008 no impacto econômico da mastite (Tabela 3). Estes dados demonstraram, mais uma vez, que a produtividade diária possui relação direta com a FMC. A análise de vários indicadores proporciona uma visão mais ampla e apresenta alternativas no processo de tomada de decisão.

A escala de produção (EP) proporcionou redução no impacto econômico. Ao serem observados os valores do modelo IPV (impacto econômico da prevenção por vacas do rebanho) (Tabela 3), que apresentou incremento médio ajustado de -0,790 por vaca do rebanho, ou seja, poderia haver redução de, aproximadamente, R\$ 0,790 no impacto econômico, para cada vaca a mais no rebanho. O incremento negativo pequeno pode ser pelo fato de, neste estudo, não terem sido considerados os custos referentes às depreciações das instalações, equipamentos e máquinas, que seriam os itens onde a escala de produção apresentaria maior influência, uma vez que esses são otimizados pelo aumento da escala de produção (LOPES *et al.*, 2006). Uma vez consideradas essas despesas na estimativa dos custos, certamente ocorreria maiores reduções, em função do aumento da escala de produção. Vale salientar que essa variável é de grande importância no sistema de produção, pois, além de não gerar impacto, a otimização dos materiais e bens depreciáveis colaboram para a sua redução. Os estudos de LOPES *et al.* (2006, 2007, 2008) ressaltaram que a escala de produção e a eficiência produtiva influenciaram no aumento da lucratividade da propriedade, consequência da diluição dos custos fixos e otimização de alguns insumos, respectivamente.

A taxa de descarte em virtude da mastite clínica (TDM) foi significativa ($P < 0,005$) nos indicadores impacto econômico por vaca em lactação/ano (IVL) e impacto econômico por litro de leite comercializado (IEL) (Tabela 3), que tiveram incremento médio ajustado de 23,693 e 0,004 respectivamente; ou seja, a cada 1% de aumento na taxa de descarte, em função da mastite poderia haver aumento de, aproximadamente, R\$ 23,693 no impacto econômico por vaca em lactação, mais R\$ 0,004 por litro de leite comercializado. O fato dos outros indicadores (TCL, IDL, IRL, IPV) não terem sido significativos é justificado, pois a taxa de descarte vai aumentar o impacto devido ao investimento que o produtor terá que fazer para completar o valor de desvalorização da matriz, pois, no caso de descarte devido a mastite, os animais são vendidos para o abate, com valor bem inferior ao de mercado de uma vaca produtiva, onerando, assim os custos de produção. Tais indicadores (TCL, IDL, IRL, IPV) não apresentaram nenhuma relação com o descarte involuntário de vacas em virtude da mastite. DEMEU *et al.* (2011), ao estudarem a influência do descarte involuntário de matrizes no impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros, alertaram que as estimativas obtidas, evidenciam a necessidade da

concentração de esforços para reduzi-la, visando aumentar a rentabilidade do sistema de produção.

Na Tabela 2 é possível observar valores idênticos para os fatores TDM e EP nas três categorias estudadas dos indicadores TCL e IRL; para o IDL isso ocorreu somente com o TDM. A justificativa para tal fato é que a TDM e EP não interferem nos custos com tratamento curativo, ocasionado por mastites clínicas, pois o tratamento curativo por litro de leite (TCL) aumenta quando se tem aumento da mastite clínica, como pode ser observado no fator FMC. O IDL é o indicador que deve ser utilizado quando o objetivo é verificar o quanto do impacto econômico é ocasionado pelo descarte de leite, em função do uso de antibióticos no tratamento curativo. Neste caso, a taxa de descarte dos animais por mastite (TDM) e a escala de produção (EP) não apresentaram nenhuma interferência, pois a frequência de mastite clínica adotada foi 7% em todos os casos. Raciocínio semelhante deve ser adotado para o IRL, mas para as considerações de redução na produção.

Para o fator escala de produção, na categoria 50 e 100 vacas, os valores são iguais porque os preços pagos pelo laticínio, por litro de leite, foram os mesmos, assim como os custos para a realização dos exames de CCS, CCSI e CCST. Para a escala de produção de 150 vacas em lactação/dia, foi considerado pagamento de R\$ 0,025 a mais por litro de leite comercializado. Foi considerado o valor pago por litro de leite de R\$ 0,72 e R\$ 0,745 para até 1.000 e 1.001 a 3.000 litros, respectivamente. Para estimar o impacto da redução na produção e para os exames de CCS, CCSI e CCST, foi adotado os valores do laboratório, que foi de R\$ 1,30 e R\$ 1,22, respectivamente.

CONCLUSÃO

A frequência média anual da mastite clínica e a contagem de células somáticas são os principais responsáveis pelo impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros, seguida pela produtividade diária, escala de produção e percentual de descarte devido à mastite. Isso demonstra que a mastite é uma doença de grande importância econômica, além de sanitária. Tal fato evidencia que, tanto o técnico como o pecuarista, deverão concentrar esforços gerenciais e tecnológicos, buscando corrigir as possíveis falhas existentes no sistema de produção de leite, visando reduzir o impacto econômico da mastite.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio na realização dessa pesquisa. O primeiro e segundo autor agradecem ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsa de produtividade e de doutorado, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ARCANJO, A.H.M.; OLIVEIRA, P.C.S.; MOREIRA, L.C.; JAYME, C.G.; SOARES, N.A.; OLIVEIRA, A.R.; PEREIRA, K.A.; NOGUEIRA, A.R. Programa de seis pontos de controle da mastite em rebanhos leiteiros. **Global Science and Technology**, v.10, p.78-88, 2017.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Dólar americano**. Disponível em: < <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao>>. Acesso em: 26 jan. 2015.
- BAR, D.; TAUER, L.W.; BENNETT, G.; GONZALEZ, R.N.; HERTL, J.A.; SCHUKKEN, Y.H.; SCHULTE, H.F.; WELCOME, F.L.; GRÖHN, Y.T. The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 2205-2214, 2008. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0573>
- COSTA, E.O.; MOTA, R.; SANTOS, F.G.B. Contagem de células somáticas de amostras de leite de glândulas mamárias de fêmeas bovinas em lactação infectadas por microrganismos dos gêneros *Streptococcus*, *Staphylococcus* e *Corynebacterium*. **Revista Napgama**, v.8, p.3-7, 2005.
- DEGRAVES, F.J.; FETROW, J. Economics of mastitis and mastitis control. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.9, p. 421-434, 1993.
- DEMEU, F.A., LOPES, M.A., COSTA, G.M., ROCHA, M.C.M.B.; SANTOS, G. Efeito da produtividade diária de leite no impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, p.53-71, 2016. <https://doi.org/10.17523/bia.v73n1p53>
- DEMEU, F.A., LOPES, M.A., ROCHA, M.C.M.B.; COSTA, G.M., SANTOS, G.; FRANCO NETO, A. Influência da escala de produção no impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos leiteiros. **Revista Ceres**, v.62, p.176-174, 2015. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201562020006>
- DEMEU, F. A., LOPES, M. A., COSTA, G. M.; ROCHA, M. C. M. B.; SANTOS, G.; NETO, A. F. Influência do Descarte involuntário de matrizes no impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.195-202, 2011. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542011000100025>

- HALASA, T.; HUIJPS, K.; ØSTERÅS, O.; HOGEVEEN, H. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. **Veterinary Quarterly**, v. 29, p. 18-31, 2007. <https://doi.org/10.1080/01652176.2007.9695224>
- HOBLET, K.H.; SCHNITKEY, G.D.; ARBOUG, D. Costs associated with selected preventive practices and with episodes of clinical mastitis in nine herds with low somatic cell counts. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.199, p.190-196, 1991.
- KIRK, J.H.; BARTLETT, P.C. Economic impact of mastitis in Michigan Hostein dairy herds using a computerized records system. **Agri-Practice**, v.9, p.3-6, 1988.
- LAFFRANCHI, A.; MÜLLER, E.E.; FREITAS, J.C.; PRETTO-GIORDANO, L.G.; DIAS, J.A.; SALVADOR, R. Etiologia das infecções ultra-mamárias em vacas primíparas ao longo dos primeiros quatro meses de lactação. **Ciência Rural**, v. 32, p. 1027-1032, 2001. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782001000600018>
- LEITE, R.C.; BRITO, J.R.F.; FIGUEIREDO, J.B. Alterações da glândula mamária de vacas tratadas intensivamente via mamária, com penicilina em veículo aquoso. **Arquivos da Escola de Veterinária**, v.28, p.27-31, 1976.
- LOPES, M.A.; DEMEU, F.A.; ROCHA, C.M.B.M.; COSTA, G.M.; NETO AGNELO, A.; SANTOS, G. Avaliação do impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 477-483, 2012. <https://doi.org/10.1590/s1808-16572012000400003>
- LOPES, M.A.; DEMEU, F.A.; COSTA, G.M.; ROCHA, C.M.B.M.; ABREU, L.R.; SANTOS, G.; NETO AGNELO, A. Influência da contagem de células somáticas sobre o impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos leiteiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, p. 493-499, 2011.
- LOPES, M.A.; LIMA, A.L.R.; CARVALHO, F.M.; REIS, R.P.; SANTOS, I.C.; SARAIVA, F.H. Efeito da escala de produção nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG): um estudo multicaseos. **Boletim de Indústria Animal**, v.63, p.177-188, 2006.
- LOPES, M.A.; SANTOS, G.; COSTA, G.M.; DEMEU, F.A.; LOPES, N. M. Sistema computacional: avaliação do impacto econômico da mastite. **Pubvet**, v.10, p.312-320, 2016.
- LOPES, M.A.; CARDOSO, M.G.; CARVALHO, F.M.; LIMA, A.L.R.; DIAS, A.S.; CARMO, E.A. Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG) nos anos 2004 e 2005. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, p. 359 - 371, 2007.
- LOPES, M.A.; DIAS, A.S.; CARVALHO, F.M.; LIMA, A.L.R.; CARDOSO, M.G.; CARMO, E.A. Efeito da escala de produção nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG, Brasil), em 2004 e 2005. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.16, p.121-129, 2008.
- LOPES, M.A.; LIMA, A.L.R.; CARVALHO, F.M.; REIS, R.P.; SANTOS, I.C.; SARAIVA, F.H. Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.1177-1189, 2004. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542004000500028>
- MAROCO, J. **Análise estatística com utilização do SPSS**. Lisboa: Silabo, 2010.
- MARTINS, J.D.; NICOLAU, E.S.; MESQUITA, A.J.; JARDIM, E.A.G.V. Mastite subclínica em rebanhos leiteiros de propriedades rurais de Goiás. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.10, p.374-381, 2015. <https://doi.org/10.5935/1981-2965.20150019>
- McINERNEY, J.P.; HOWE, K.S.; SCHEPERS J.A. A Framework for the analysis of diases to producters in Ohio. **Preventive Veterinary medicine**. v. 13, p. 137-154, 1992.
- MILLER, R.H.; PAAPE, M.J.; FULTON, L.A. The relationship of milk somatic cell count to milk yields for holstein heifers after first calving. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.728-733, 1993. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(93\)77396-8](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(93)77396-8)
- NMC - NATIONAL MASTITIS COUNCIL. **Current concepts of bovine mastitis**. Madison: National Mastitis Council, 1996.
- OLDE RIEKERINK, R.G.M.; BARKEMA, H.W.; KELTON, D.F.; SCHOLL, D.T. Incidence rate of clinical mastitis on Canadian dairy farms. **Journal of dairy science**, v. 91, p. 1366-1377, 2008. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0757>
- OLIVEIRA, C.M.C.; SOUSA, M.G.S.; SILVA, N.S.; MENDONÇA, C.L.; SILVEIRA, J.A.S.; OAIGEN, R.P.; ANDRADE, S.J.T.; BARBOSA, J.D. Prevalência e etiologia da mastite bovina na bacia leiteira de Rondon do Pará, estado do Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 104-110, 2011. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2011000200002>
- OLIVEIRA, V.M.; CARNEIRO, A.V.; SILVA, M.R. Benefícios de um programa de controle de mastite bovina em condições brasileiras de criação. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE LEITE, 9., 2006, Juiz de Fora, MG. **Anais...Juiz de Fora, MG: UFJF**, 2006. CD-ROM.
- RIBEIRO, M.E.R.; PETRINI, L.A.; BARBOSA, R.S.; ZANELA, M.B.; GOMES, J.F.; STUMPF JUNIOR, W.;

- SCHRAMM, R. Ocorrência de mastite causada por *nocardia spp.* em rebanhos de unidades de produção leiteira no sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.471-473, 2006.
- SÁ, M.E.P.; CUNHA, M.L.R.S.; ELIAS, A.O.; VICTÓRIA, C.; LANGONI, H. Importância do *Staphylococcus aureus* nas mastites subclínicas: pesquisa de enterotoxinas e toxina do choque tóxico, e a relação com a contagem de células somáticas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p.320-326, 2004. <https://doi.org/10.1590/s1413-95962004000500005>
- SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. São Paulo: Manole, 2007.
- SEEGERS, H.; FOURICHON, C.; BEAUDEAU, F. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. **Veterinary Research**, v. 34, p. 475-491, 2003.
- SILVA, L.A.F.; COELHO, K.O.; MACHADO, P.F.; SILVA, M.A.M.; MOURA, M.I.; BARBOSA, V.T.; GOULART, M.M.; GOULART, D.S. Causas de descarte de vacas da raça holandesa confinadas em uma população de 2.083 bovinos (2000-2003). **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p.383-389, 2008.
- SILVA, V.N.; RANGEL, A.H.N.; NOVAES, L.P.; BORBA, L.H.F.; BEZERRIL, R.F.; LIMA JÚNIOR, D.M. Correlação entre a contagem de células somáticas e composição química no leite cru resfriado em propriedades do Rio Grande do Norte. **Revista do Instituto dos Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, p. 165-172, 2014.