UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

EQUIPAMENTO DE ORDENHA, MANEJO E FATORES DE RISCO PARA PATOLOGIAS NÃO INFECCIOSAS DAS TETAS DE VACAS LEITEIRAS

FÁBIO LUCAS REZENDE DE GOUVÊA

Botucatu – SP

Setembro, 2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

EQUIPAMENTO DE ORDENHA, MANEJO E FATORES DE RISCO PARA PATOLOGIAS NÃO INFECCIOSAS DAS TETAS DE VACAS LEITEIRAS

FÁBIO LUCAS REZENDE DE GOUVÊA

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Ass. Dr. José Carlos de Figueiredo Pantoja

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Gouvêa, Fábio Lucas Rezende de.
Equipamento de ordenha, manejo e fatores de risco para patologias não infecciosas das tetas de vacas leiteiras / Fábio Lucas Rezende de Gouvêa. - Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Orientador: José Carlos de Figueredo Pantoja
Capes: 50502000

1. Máquinas para ordenha. 2. Bovino de leite. 3. Leite - Produção. 4. Leite - Qualidade. 5. Tetas.

Palavras-chave: Equipamento de ordenha; Produção de leite; Qualidade do leite; Tetas; Vácuo.

Nome do Autor: Fábio Lucas Rezende de Gouvêa

Título: EQUIPAMENTO DE ORDENHA, MANEJO E FATORES DE RISCO PARA PATOLOGIAS NÃO INFECCIOSAS DAS TETAS DE VACAS LEITEIRAS

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Ass. Dr. José Carlos de Figueiredo Pantoja
Presidente e Orientador
Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Márcio Garcia Ribeiro
Membro
Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública
FMVZ – UNESP – Botucatu

Dr. Leonardo Leite Cardozo
Membro
Consultor técnico – qualidade do leite
Ordemilk –Treze Tílias – Santa Catarina

27 de setembro de 2019

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação de mestrado aos meus queridos e amados pais Fátima e Geraldo por sempre estarem ao meu lado e incentivarem a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a DEUS por estar sempre presente em minha vida!

À minha querida, amada, namorada, companheira e amiga para todos os momentos, tornando minha caminhada mais leve, Ana Paula.

Aos meus amados Pais, Geraldo e Fátima, grandes responsáveis pela realização deste trabalho, o apoio deles incondicional foi essencial para superar as adversidades durante essa jornada.

A minha irmã Flávia pelos seus conselhos e ensinamentos nos momentos difíceis para que a esperança sempre permanecesse acesa para alcançar os objetivos. A Luci minha irmã mais "velha" a qual sempre orou e torceu para meu sucesso.

Aos meus queridos avôs, Renato Marinho de Gouvêa (*in memoriam*) e Calimério Bueno de Rezende (*in memoriam*), por todos os sábios conselhos, exemplos de caráter, honestidade, carinho e amor! Saudades de vocês!

A toda minha família que sempre esteve tão presente e unida, mesmo com as dificuldades, prevalecendo a união, paz e amor.

Ao meu orientador José Carlos de Figueredo Pantoja, o qual foi uma grande bússola para me orientar, com ensinamentos, conselhos, paciência e amizade.

Aos professores Márcio Garcia Ribeiro, Paulo Francisco Domingues e Marcella Zampoli Troncarelli por todos os conselhos, ensinamentos e amizade.

Ao colega Leonardo Leite Cardozo pela amizade, ajuda e conselhos.

A colega de profissão e trabalho Ana Paula Ferri Melloto, por todos os ensinamentos, conselhos e ajuda.

Aos amigos Juarez Malta Teixeira e Juzair Cunha pelos conselhos profissionais, amizade e por acreditar sempre em meu potencial.

Aos meus colegas de laboratório, Giulia, Ananda, Tamires e Paulo por toda ajuda, cooperação, paciência, ensinamentos e amizades no dia-a-dia.

Aos meus irmãos o qual a vida me presenteou Tárik e Lucas que mesmo distantes, sempre presentes em minha vida, para qualquer desafio que esteja presente.

Ao meu amigo "irmão", colega de trabalho Luis Felipe Silva Pereira obrigado pela parceria, ajuda, apoio e ensinamentos.

Ao meu querido e amado amigo Messias Zoca (*in memoriam*) a quem sempre esteve ao meu lado, mesmo que distante torcendo pela minha vitória como um Pai, Saudades!

Aos produtores participantes deste estudo, peças fundamentais para que fosse possível a sua realização.

A Ordemilk ordenhadeiras pelo suporte técnico e transporte nas propriedades no Estado de Santa Catarina.

Ao laticínio Tirol, em especial ao médico veterinário Fabrício e toda a sua equipe de trabalho a campo, Patrícia, Karine, Rudi e Angélica que disponibilizaram seu tempo e os produtores para a participação no estudo.

A GEA e em especial o seu gerente nacional Roger Vallim pela ajuda técnica e o fornecimento de materiais para utilização a campo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela bolsa de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de mestrado, processo 170847/2017-9.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Table 1. General characteristics of the forty dairy herds included in the study (continuous variables). ……62

Table 2. General characteristics of the forty dairy herds included in the study (categorical variables). …….....65

Table 3. Productive, anatomical characteristics and milking parameters of animals evaluated in the study. 68

Table 4. Teat characteristics and prevalence of noninfectious pathologies. …….....70

Table 5. Evaluation of milking equipment pulsators of the properties included in the study. …….....72

Capítulo 3

Tabela 1. Associação não ajustada entre variáveis explanatórias contínuas e patologias das tetas.....90

Tabela 2. Associação não ajustada entre variáveis explanatórias categóricas e patologias das tetas.....93

Tabela 3. Modelos multivariados finais para pesquisa de fatores de risco para patologias das tetas.....95

LISTA DE FIGURAS

Revisão de literatura

Figura 1. Sistema de classificação morfológica da extremidade da teta. Esquerda: pontiaguda, meio: plana, direita: redonda. Fonte: Wieland et al. (2017). 19

Figura 2. Alterações na coloração das tetas após a ordenha, (a) normal (b) avermelhada e (c) cianótica. Fonte: Hillerton et al. (2000) 20

Figura 3. FIGURA 3. Esquema ilustrativo de um sistema de ordenha mecânica canalizada com linha média. 1. Tubulação de vácuo, 2. Depósito de segurança, 3. Regulador de vácuo, 4. Tubulação dos pulsadores, 5. Unidade final e aerador, 6. Tubulações de leite, 7. Mangueira de leite, 8. Pulsador, 9. Mangueira longa de pulsação, 10. Copo de teteira, 11. Coletor, 12. Bomba de vácuo, 13. Tubulações de transferência, 14. Bomba de vácuo, 15. Vacuômetro, 16. Fosso de ordenha, A1 e A2. Pontos de conexão para a medição do fluxo de ar, VR, VP e VM pontos de conexão para medir nível de vácuo. Fonte: CBQL (2002). 24

Figura 4. Esquema demonstrativo de uma sala de ordenha do tipo espinha de peixe. Fonte: Rosa. (2004). 25

Figura 5. Esquema demonstrativo de uma sala de ordenha do tipo tandem. Fonte: Rosa. (2004). 26

Figura 6. Esquema demonstrativo de uma sala de ordenha do tipo lado a lado. Fonte: Rosa. (2004). 26

Figura 7. Alterações da teta após o processo de ordenha, (d) anel de base na teta e (e) formação de edema da teta. Fonte: Hillerton et al. (2000). 34

Figura 8. Sistema de escore da condição da extremidade da teta. Fonte: MEIN et al. (2001). 35

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

< = menor

≥ **=** maior ou igual

BPM = pulsos por minuto

CIP = *cleaning in place*

cm = centímetros

CCS = contagem de células somáticas

CBT = contagem bacteriana total

DNA = ácido desoxirribonucleico

IIM = infecção intramamária

kPa = quilo pascal

Kg/min = quilo por minuto

Km/h = quilômetro por hora

L/min = litros por minuto

mm = milímetros

ms = milissegundos

min = minutos

pmol/L = picomoles por litro

RC = razão das chances

RNA = ácido ribonucléico

s = segundos

UFC/mL = unidade formadora de colônia por mililitro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 14
1. INTRODUÇÃO 14
2. REVISÃO DE LITERATURA 16
CAPÍTULO 2 – Trabalho científico 39
ABSTRACT 41
CAPÍTULO 3 – Trabalho científico 74
RESUMO 76
CAPÍTULO 4 98
DISCUSSÃO GERAL 98
CONCLUSÃO GERAL 100
REFERÊNCIAS 101
ANEXO I- Questionários de campo utilizados para a coleta de dados 111
ANEXO II – Normas de publicação da revista *Livestock Science* 116
ANEXO III – Tabela 1 completa com as associações entre variáveis explanatórias contínuas e patologias das tetas. 117

GOUVÊA, F. L. R. **Equipamento de ordenha, manejo e fatores de risco para patologias não infecciosas das tetas de vacas leiteiras**. Botucatu, 2019. 123p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram descrever características do equipamento e manejo de ordenha, características morfológicas das tetas, prevalência de patologias não infecciosas, e identificar fatores de risco para tais patologias. Quarenta rebanhos foram visitados para realização de levantamento de dados produtivos e de manejo, avaliação estática do equipamento de ordenha, avaliação dinâmica de parâmetros de vácuo coletados no conjunto de ordenha e dos procedimentos adotados pelos colaboradores. Houve grande heterogeneidade nas dimensões das tetas avaliadas. A prevalência de edema, anel de base, cianose, hemorragia petequial e hiperqueratose grave foi 7,81%, 45,47%, 14,69%, 0,63% e 11,88%, respectivamente. Formato e posição da teta foram associados à observação de hiperqueratose. Paridade, extração automática do conjunto, nível de vácuo e duração da fase B do ciclo de pulsação foram associados à prevalência de edema. Paridade, formato da teta e tempo de ordenha foram associadas à prevalência de anel de base. Fluxo de leite bimodal, extração automática, condição da teteira, sobreordenha, nível de vácuo na cabeça da teteira e comprimento da fase B foram associados à prevalência de cianose. Práticas indesejáveis, tais como uso de teteiras desgastadas, falta de manutenção do equipamento, ausência de extração automática, longo tempo de ordenha e sobreordenha e rotina de trabalho sequencial foram mais frequentemente observadas em rebanhos com até 50 vacas, destacando dificuldades técnicas e estruturais enfrentadas pelos pequenos produtores. Os resultados desse estudo contribuem para melhoria da saúde e bem-estar animal, e para o desenvolvimento de políticas públicas e privadas de melhoria da produção leiteira.

Palavras-chave: produção de leite**,** qualidade do leite, equipamento de ordenha, vácuo, tetas.

GOUVÊA, F. L. R. **Milking equipment, management, and risk factors for non-infectious pathologies in dairy cow teat.** Botucatu, 2019. 123p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

The objectives of this study were to describe characteristics of milking equipment and management, teat morphological characteristics, prevalence of noninfectious pathologies, and to identify risk factors for such pathologies. Forty herds were visited to collect production and management data, evaluation of the milking equipment, dynamic evaluation of vacuum parameters collected from the milking cluster, and milking procedures adopted on the farms. There was great heterogeneity in teat dimensions. The prevalence of edema, ring at the teat base, cyanosis, petechial hemorrhage, and severe hyperkeratosis was 7.81%, 45.47%, 14.69%, 0.63%, and 11.88%, respectively. Teat shape and position were associated with teat-end hyperkeratosis. Parity, automatic extraction of clusters, vacuum level, and length of the pulsation cycle´s B phase were associated with prevalence of edema. Parity, teat shape and milking duration were associated with prevalence of ring at the teat base. Bimodal milk flow, automatic extraction, liner condition, overmilking, vacuum at the mouthpiece chamber, and phase B´s length were associated with prevalence of cyanosis. Undesirable practices, such as the use of worn liners, lack of equipment maintenance, lack of automatic extraction, long milking and overmilking times, and sequential working routine were most often observed in small herds (< 50 cows), highlighting technical and structural difficulties faced by producers. Results of this study contribute to improvement of animal health and welfare, and to development of public and private policies to improve dairy production.

Keywords: milk production, milk quality, milking equipment, vacuum, teats.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A pele da teta da vaca possui mecanismos anatomofisiológicos que atuam como uma barreira primária de defesa da glândula mamária (GRINDAL, 1988). A descamação das células do epitélio estratificado da parede do canal da teta (tampão de queratina) auxilia quanto a possíveis micro-organismos invasores. Outro mecanismo de defesa é o músculo esfíncter que circunda o canal da teta, atuando como uma barreira mecânica na defesa da glândula mamária (CARNEIRO et al., 2009). As lesões nas tetas podem ter origem traumática, ambiental, infecciosa, por contato com substâncias químicas, ou ainda por equipamentos de ordenha que não estejam funcionando corretamente (SIEBER e FARNSWORTH, 1981).

Podemos considerar as patologias não infecciosas das tetas como doenças multifatoriais. Os elementos da tríade epidemiológica – agente, ambiente, hospedeiro – estão interligados com características próprias e multivariadas, o que pode dificultar o controle, a exequibilidade e eficiência de programas de monitoramento. Como peça fundamental há o ser humano, que deve ser inserido ao centro dessa cadeia, pois é responsável pelos animais, pela ordenha e enfim, todo o processo de obtenção do leite (FARNSWORTH, 1995; LANGONI, 2013).

As fazendas modernas exigem cada vez mais de seus rebanhos em busca de maior produtividade e lucratividade. Frente a isso, as patologias não infecciosas das tetas são cada vez mais prevalentes nos rebanhos, visto que os animais são expostos até três ordenhas diárias e, não raro, expostos a um equipamento de ordenha agressivo (MEIN, 2012).

Uma ordenha ideal deve ocorrer de forma rápida e confortável, possibilitando a extração adequada de leite sem causar danos à saúde da glândula mamária (GRINDALL, 1988). Para uma ordenha sem agressões ao epitélio mamário, o equilíbrio de queratina no canal da teta é fundamental, bem como minimizar a quantidade de hiperqueratose nas extremidades das tetas e reduzir o edema para o correto fechamento após o processo de ordenha (OHNSTAD, 2012).

Os problemas com relação à saúde da glândula mamária e tetas são frequentemente relacionados com o equipamento de ordenha ou com uma rotina de ordenha inadequada. Segundo Postma (2012), problemas com flutuações no nível de vácuo na extremidade da teta durante a ordenha, vácuo insuficiente, fluxo reverso de leite devido à entrada de ar

no equipamento, animais com estímulos de ejeção do leite deficitários e equipamento de ordenha mal configurado, ou com falhas de manutenção, possibilitam o estabelecimento de novas infecções intramamárias (IIM).

A contribuição do equipamento de ordenha mecânica para a incidência de mastite muitas vezes é confundida com efeitos da gestão da rotina e manejo de ordenha (MEIN et al., 2012). No que se refere aos fatores de risco, os equipamentos de ordenha, as configurações de vácuo e pulsação e os tempos de ordenha e sobreordenha têm sido relacionados com patologias da teta (FARNSWORTH, 1995; NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001). Essas condições podem causar alterações na cor da pele, edema, anel de base, alongamento do esfíncter da teta, hiperqueratose e hemorragias (MEIN et al., 2001).

Os principais fatores de risco relacionados à máquina de ordenha para a ocorrência de mastite são: 1) alteração do número de agentes patogênicos no epitélio da teta ou esfíncter; 2) alterações na resistência do canal da teta frente a invasão de micro-organismos patogênicos; 3) vácuo excessivo para a superação da resistência do canal da teta; 4) dispersão dos patógenos para o interior do úbere e 5) grau e frequência do leite residual no úbere (MEIN et al., 2012).

Independente do equipamento e tecnologia utilizados na ordenha, todos funcionam com o mesmo princípio básico (NEIJENHUIS, 2004). O equipamento de ordenha mecânica proporciona uma redução considerável com encargos trabalhistas e salários (ROSA, 2004), justificando a sua adequação em propriedades leiteiras que visam redução de custos e eficiência produtiva. Contudo, uma ordenha que vise condições ideais deve ser realizada de forma rápida e confortável para correta estimulação e ejeção completa do leite, evitando lesões ao epitélio mamário e proporcionando o bem-estar animal (GRINDAL, 1988).

Mesmo com o conhecimento entre a relação das patologias da teta e configurações do equipamento de ordenha associado ao risco de mastite, a diminuição da prevalência e incidência de lesões nas tetas é desafiadora para as fazendas leiteiras modernas. Dados de características morfológicas das tetas e prevalência de patologias não infecciosas, assim como manejo de ordenha, são escassos no Brasil, e importantes para diagnóstico situacional e estabelecimento de estratégias públicas e privadas para utilização racional do equipamento de ordenha e, visando a, melhoria da produtividade e bem-estar animal.

Diante do exposto, os objetivos deste estudo foram: 1) descrever características do equipamento, do manejo de ordenha e das tetas de vacas leiteiras e 2) identificar fatores

de risco do equipamento e manejo de ordenha associados a patologias não infecciosas das tetas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O úbere bovino: características gerais

O úbere bovino é composto por quatro quartos mamários independentes que possuem a sua própria teta, sendo localizado abaixo da parte caudal do abdome, estendendo-se entre as coxas (HILL et al., 1964; DYCE, 1996; NICKERSON e AKERS, 2011). Pode-se considerar a sua origem histológica a partir de uma glândula sudorípara exócrina tubuloacinosa com dois sistemas secretórios, o holométrico e o apócrino, separados por tecido conjuntivo que sofreu modificações para a sua função (FEITOSA, 2008). A sustentação da glândula mamária sob a pélvis se deve a fortes ligamentos suspensórios, o mediano e os laterais (NICKERSON e AKERS, 2011). Os alvéolos são unidades secretoras que possuem como revestimento um epitélio simples, sendo as principais estruturas responsáveis pela produção de leite (GIESECKE et al., 1972).

Os alvéolos são envolvidos por células mioepiteliais responsáveis pela ejeção do leite e armazenam 80% do leite produzido antes de cada ordenha. No momento em que ocorre a ação da ocitocina sobre as células mioepiteliais, ocorre a compressão destas estruturas anatômicas com a consequente ejeção do leite para os ductos maiores, cisterna da glândula mamária e, finalmente, cisterna da teta, de onde o leite é extraído (BLOWEY e EDMONSDON, 2010).

Zeni (2012) descreveu que o suprimento nervoso da glândula mamária bovina tem a sua origem nos segmentos de nervos do plexo nervoso lombar 1º, 2º, 3º e 4º, constituindo primariamente nervos sensoriais. Através do sistema simpático, o plexo mesentérico caudal controla e monitora a corrente sanguínea das artérias e o suprimento sanguíneo dos alvéolos. Todo o fornecimento sanguíneo das duas metades do úbere é originário das artérias ipsilaterais. As veias pudendas externas são responsáveis pela evasão do sangue dos quartos mamários até a veia epigástrica superficial caudal e também até a veia perineal caudal (DYCE, 1996).

A cisterna da teta é contínua, e seu lúmen normalmente encontra-se fechado por pregas epiteliais que se projetam para dentro (HILLERTON et al., 2000; WEISS et al., 2004; NEIJENHUIS et al., 2004). Apenas uma abertura com aspecto de estrela

denominada esfíncter, cujo músculo é liso, circunda o canal em sua extremidade distal (CARNEIRO et al., 2009).

Quando ativado, o sistema imunológico da glândula mamária utiliza-se de mecanismos anatômicos, celulares e fatores solúveis, que atuam em sinergia para a defesa contra patógenos invasores (BOYSO et al., 2007). As linhas de defesa podem ser categorizadas em imunidade inata e imunidade não específica. A imunidade inata é responsiva mediante o início de uma infecção, enquanto a resposta não específica é ativada rapidamente por vários estímulos (SORDILLO et al., 1997). Um tampão de queratina é formado na parede do canal da teta pela descamação de células do epitélio estratificado, surgindo como o primeiro mecanismo de defesa frente a patógenos invasores da glândula mamária (HOGAN et al., 1988; CARNEIRO et al., 2009).

Segundo Seykora et al. (1983), conformações morfológicas do úbere e tetas possuem relação genética considerável. Com base nos meio-irmãos paternos, os valores de herdabilidade observados foram os seguintes na primeira lactação: comprimento frontal: 0,62%; diâmetro: 0,66%; altura: 0,55%; profundidade: 0,09% e distância entre uma teta e outra; 0,30 - 0,40%.

Coentrão et al. (2008) relataram que vacas com assoalho do úbere abaixo ou junto ao jarrete possuíram chances de apresentarem CCS > 200.000 células/mL 1,7 vezes maiores do que vacas com o úbere acima do jarrete, podendo haver relação com a idade, e produção leiteira. Pantoja et al. (2016) reportaram que vacas com assoalho do úbere posicionado abaixo do jarrete e de > 2 lactações apresentaram 3,6 e 2,5 mais chances de sofrerem IIM na mesma lactação, quando comparadas com vacas com assoalho do úbere posicionado acima do jarrete e primíparas, respectivamente. O diâmetro do ápice da teta é um fator de risco associado à incidência de mastite clínica. Cada 1 mm de aumento no diâmetro foi associado a um aumento de 20% nas chances de ocorrência de mastite clínica, o que sugere relação com canais mais largos e orifícios maiores (GUARÍN e RUEGG., 2016).

2.1.2. Características das tetas

A teta é a via de escoamento do leite para o meio exterior. Assim, qualquer tipo de alteração não fisiológica pode resultar em IIM (GRINDAL et al., 1988; MEIN et al., 2001; NICKERSON e AKERS., 2011).

A hiperqueratose é uma doença não infeciosa da teta importante em rebanhos leiteiros, porém, outras lesões e alterações não menos importantes devem ser avaliadas e monitoradas no manejo de ordenha de uma propriedade, tais como: coloração da teta após a ordenha, firmeza da parede da teta, abertura do orifício da teta, rachaduras e ressecamentos da pele (OHNSTAD et al., 2012).

Mais de 5% das vacas apresentam lesões na superfície das tetas (MEIN et al., 2012). Em uma ordenha normal, até 40% da queratina presente no canal da teta é removida. Considerando que a função da queratina é impedir a entrada de bactérias no epitélio mamário, sua remoção não excessiva é desejável, considerando que as bactérias aderidas são também eliminadas (MEIN, 2012; SCHURING, 2016).

2.1.3. Dimensões

Em estudo experimental com 38 vacas e 148 quartos mamários, Weiss et al. (2004) relataram que a média do comprimento das tetas anteriores (66 mm) foi maior do que a das tetas posteriores (57 mm). Comparando-se o diâmetro, essa relação foi de 27 mm para tetas anteriores e 28 mm para tetas posteriores. No que se refere à espessura da parede, não houve diferenças significativas.

Guarín e Ruegg (2016) relataram características anatômicas de 1.751 quartos mamários de 445 vacas antes e após a ordenha. Os autores concluíram que as tetas anteriores eram maiores do que as posteriores, a saber: 1ª lactação: 47,2 e 38,2 mm; 2ª lactação: 47,0 e 39,9 mm; > 2 lactações: 49,9 e 43,3 mm, respectivamente. Similarmente, em estudo realizado com 135 vacas holandesas na Dinamarca, o comprimento médio das tetas anteriores foi de 49 mm, ao passo que das tetas posteriores foi de 42 mm, independentemente do número de lactações (RASMUSSEN, 1993). Wieland et al. (2018) observaram que o comprimento médio das tetas de 125 vacas foi de 45,4 mm para as anteriores e 25,6 mm para as posteriores. O comprimento foi relacionado ao formato da extremidade das tetas, sendo: apontada: 56,8 ± 1,1 mm; plana: 46,0 ± 1,2 mm; redonda: 49,9 ± 0,5 mm.

Wieland et al. (2017), em estudo conduzido em Ithaca, EUA, avaliaram a conformação morfológica da extremidade da teta em um rebanho comercial de 3.735 vacas holandesas. Os autores desenvolveram um sistema de avaliações da morfologia da extremidade das tetas seguindo os seguintes critérios: a) vacas que possuíam ≥ 2 tetas de conformação pontiaguda foram classificadas como “tetas pontiagudas”; b) vacas que

possuíam ≥ 2 tetas de conformação plana foram classificadas como “tetas planas” e c) vacas que possuíam ≥ 3 tetas de conformação redondas foram classificadas como “tetas redondas” (Figura 1). Do total de 3.312 vacas avaliadas, os seguintes resultados foram obtidos: redondas: 85,8% (N = 2.842), pontiagudas: 9,1% (N = 302) e planas: 5,1%; (N = 168).

FIGURA 1. Sistema de classificação morfológica da extremidade da teta. Esquerda: pontia guda, meio: plana, direita: redonda. Fonte: Wieland et al. (2017).

Hillerton et al. (2000) observaram, em estudo conduzido no Reino Unido, o formato das tetas de 1.095 vacas em 20 rebanhos, sendo 49,1% com formato redondo, 30,9% com formato plano e 8,9% com formato pontiagudo. Em estudo conduzido na Dinamarca (N = 135 vacas), Rasmussen (1993) observou que 66% dos animais apresentavam tetas de formato redondo. Coban et al. (2009) relataram, em estudo realizado na Turquia (N = 110 vacas) a seguinte distribuição: redondas: 40,2% (N = 189); planas: 20,2% (N = 95); apontadas: 12,3% (N = 58); evertidas: 11,1% (N = 52); apontadas e discoides: 6,2% (N = 29); discoides: 5,1% (N = 24); redondas e aneladas: 2,6% (N = 12) e redondas e planas: 2,3% (N = 11). Assim como no estudo de Wieland et al. (2017), os estudos supracitados mostraram resultados concordantes, com predominância do formato redondo.

2.1.4 Coloração

A coloração normal da teta é rosa, mas alterações podem ocorrer devido à sobreordenha, conjunto de ordenha pesado e alto nível de vácuo durante a ordenha. Em casos extremos, a coloração azul após a ordenha é indicativa de cianose (MEIN et al., 2001). As tetas de coloração preta devem ser excluídas de avaliações, devido ao fator de confundimento que ocasionam (HILLERTON et al., 2000; MEIN et al., 2001).

Hillerton et al. (2000) relataram a seguinte distribuição de coloração de tetas de 1.095 vacas de 20 rebanhos no Reino Unido, examinadas imediatamente após a ordenha:

rosa: 28,3%; avermelhada: 25,4%; preta: 24,2%; azulada: 15,8% e pálida: 6,3%. Sobre os rebanhos estudados por Mein et al. (2001), 20% das vacas com tetas claras apresentavam alterações na coloração da teta, visivelmente avermelhadas ou cianóticas.

2.1.5 Cianose

Após a remoção do conjunto de ordenha, algumas das tetas ordenhadas podem apresentar alterações em sua coloração, dentre estas a cianose, na qual a teta se torna visivelmente azulada. Estas alterações podem estar associadas ao tempo excessivo de ordenha, teteiras inadequadas para o tamanho da teta, alto nível de vácuo de ordenha, falhas no ciclo de pulsação e incompatibilidade com o tipo de material da teteira (MEIN et al., 2001).

(a)

(b)

(c)

FIGURA 2. Alterações na coloração das tetas após a ordenha, (a) normal (b) avermelhada e (c) cianótica. Fonte: Hillerton et al. (2000).

2.2. Sistemas de ordenha mecânica

A ordenha mecânica foi desenvolvida nos primórdios da revolução industrial. As primeiras máquinas de ordenha eram robustas, muitas vezes assustando os animais e lesionando o epitélio da teta (SCHURING, 2016). Posteriormente, foi observado como o bezerro realizava a sucção do leite nas tetas, o que levou a introdução do vácuo para o equipamento de ordenha (SCHURING, 2016).

Antes mesmo de ser construído e instalado, o sistema de ordenha deve considerar o número de vacas em lactação, a produção média dos animais por lactação, tempo médio de ordenha desejado, a disponibilidade de mão de obra qualificada e recursos para investimento. Além disso, a capacidade da bomba, dimensões das tubulações e inclinações são fundamentais (RIBEIRO e CARVALHO, 2019; CAMPOS, 2019).

A ordenha mecânica é prevalente em propriedades médias e grandes, nas quais o equipamento justifica economia em encargos e salários. A indústria oferece inúmeros tipos de equipamentos, desde os mais simples até os de alta tecnologia, como por

exemplo, para acompanhamento individual da produção e para monitoramento da qualidade do leite (ROSA, 2004).

A compreensão sobre o funcionamento dos elementos que constituem uma ordenhadeira mecânica é essencial para preservação da integridade da glândula mamária da vaca (MEIN et al., 2001). O equipamento de ordenha deve ser projetado para minimizar as alterações teciduais infligidas às tetas e a glândula mamária, possibilitando rápida recuperação após a ordenha (HAMANN, 1989).

2.2.1. Elementos básicos do sistema de ordenha

Os vários sistemas de ordenha, independentemente de suas dimensões ou eficiência, possuem os mesmos elementos básicos: vácuo, pulsação, extração e transporte do leite (PHILPOT e NICKERSON, 2002; REDIN e MACHADO, 2016).

O sistema de vácuo é constituído por bomba de vácuo, unidade final, regulador de vácuo, vacuômetro e tubulação. A bomba de vácuo é um dos principais componentes do equipamento de ordenha, através da qual o ar é retirado, comprimido e expulso pelo seu escapamento. Sua capacidade depende do número de conjuntos de ordenha do equipamento e dos demais acessórios, sendo mensurada em L/min de ar livre que é capaz de extrair a 50 kPa de pressão de vácuo, devendo succionar 60 L de ar por conjunto de ordenha. A bomba de vácuo deve estar localizada em local bem arejado, longe da sala de ordenha e do leite (RIBEIRO e CARVALHO, 2019).

Forças físicas consideráveis são aplicadas às tetas das vacas, as quais são ordenhadas de 4 a 10 min, 2 a 3 vezes diariamente (MEIN et al., 2012). Taffarel et al. (2013) realizaram estudo em 11 propriedades leiteiras do Oeste do Paraná, nas quais 45% das bombas de vácuo não funcionavam adequadamente. Além disso, os autores observaram que 73% das ordenhadeiras mecânicas apresentavam a capacidade de vácuo abaixo da capacidade nominal da bomba especificada pelos fabricantes, sendo que uma única propriedade apresentou a capacidade da bomba 25% acima da capacidade nominal.

Pode-se definir o vácuo como o espaço vazio em que não há preenchimento, trata-se da ausência de qualquer corpo e até mesmo do ar, cuja pressão seja menor que a pressão atmosférica (SCHURING, 2016; REDIN e MACHADO, 2016). Sobre o vacuômetro, trata-se do relógio marcador do nível de vácuo no sistema, devendo ser instalado no início da linha principal de vácuo ou no final da tubulação de vácuo, próximo ao último pulsador de ordenha.

A tubulação de vácuo principal inicia-se da bomba de vácuo e segue até o depósito de condensação. O diâmetro e o projeto da linha principal de vácuo influenciarão na capacidade do sistema em retirar o ar necessário para ordenha e limpeza. Seguindo as recomendações de fabricantes de equipamentos de ordenha, a diferença no nível de vácuo não deve ser maior que 1 - 2 kPa em toda a sua extensão. Philpot e Nickerson (2002) afirmaram que o seu dimensionamento é realizado de acordo com a capacidade da bomba de vácuo e pelo comprimento da linha de vácuo.

Em um sistema de ordenha, o vácuo tem várias funções, dentre as quais: manter o conjunto de ordenha acoplado nas tetas, possibilitar que o pulsador alterne suas fases de massagem da teta e extração do leite, realizar pressão negativa suficiente para extração do leite, e transportar o leite do conjunto de ordenha até a unidade final (SCHURING, 2016; REDIN e MACHADO, 2016).

O nível de vácuo adequado para os diferentes tipos de sistemas de ordenha é: 1) linha alta: 48 - 50 kPa; 2) linha média: 45 - 47 kPa e 3) linha baixa: 42 - 45 kPa (RIBEIRO e CARVALHO, 2019). O regulador de vácuo mantém o nível de vácuo do sistema, devendo ter a capacidade de agir com rapidez, admitindo somente a quantidade necessária para a continuidade da operação de ordenha. A capacidade de vácuo do sistema é medida em L/min, devendo ser maior ou igual à capacidade da bomba. Além disso, a sua localização em sistemas canalizados deve ser o mais próximo possível da unidade final (CBQL, 2002).

O pulsador é um dos componentes mais importantes do sistema de ordenha quando se busca uma ordenha rápida e confortável para a vaca (SCHURING, 2016). Há uma diversidade de pulsadores, distribuídos entre pneumáticos e eletrônicos. O objetivo do sistema de pulsação é a oscilação do vácuo com a pressão atmosférica no interior da câmara de pulsação, a qual é o espaço entre a parede externa da teteira e a parede interna do copo da teteira. Dessa forma, há alternância entre as fases de extração de leite (abertura das paredes da teteira) e massagem da teta (fechamento das paredes), como parte do ciclo de pulsação.

Um ciclo de pulsação é dividido didaticamente em quatro fases medidas em milissegundos: A B, C e D. A fase A trata-se do início do ciclo, em que a teteira está em seu processo de abertura. Na fase B ocorre a abertura da teteira, quando a teta ordenhada está sob a pressão do vácuo e ocorre a extração do leite. Na fase C ocorre o início do fechamento da teteira. A fase D é a fase de colapso total da teteira para o massageamento da teta ordenhada, sendo necessário um vácuo de 10,2 kPa para superar a pressão da

parede externa da teta. É importante salientar que as fases B e D não devem ser inferiores a 30% e 15% do ciclo de pulsação, respectivamente, conforme a Instrução Normativa 48 (BRASIL, 2002).

Caso o colapso da teteira seja inadequado e não aconteça até o final da teta, um possível aumento de novos casos de mastite pode vir a ocorrer devido à perda do extrato córneo maduro e exposição de tecido imaturo às forças do vácuo. A duração da fase D deve ser superior a 150 ms por ciclo (BRASIL, 2002; NEIJENHUIS, 2011).

A tubulação de leite é responsável pelo transporte do leite ordenhado no conjunto de ordenha até a unidade final (SCHURING, 2016; REDIN, 2016). A extensão da tubulação necessita oferecer um fluxo estratificado ao longo da ordenha, de modo que ocorra corrente de leite na parte inferior, preservando o fluxo de ar sobre o leite, dentro da tubulação (PHILPOT e NICKERSON, 2002). A mangueira de leite é responsável por carrear o leite da vaca até a linha de leite, sendo subdividida em curta e longa. A mangueira curta é a continuação da teteira até a sua junção ao coletor, ao passo que a mangueira longa liga o coletor até a tubulação de leite.

O depósito de segurança tem a função de retenção de partículas sólidas ou líquidas que circulam em direção à bomba de vácuo (SCHURING, 2016; REDIN, 2016). A unidade final, juntamente com o aerador, constitui o recipiente responsável por acondicionar o leite de uma ou mais tubulações de transporte e abastecer o dispositivo de transferência – a bomba de leite – que faz o transporte do leite da unidade final até o tanque de expansão. O aerador é um dispositivo com válvula de segurança que realiza a interrupção do fluxo de ar em caso de inundação por leite ou solução de limpeza, evitando a chegada destes líquidos até a tubulação de vácuo (SCHURING, 2016; REDIN e MACHADO, 2016).

A escolha do tipo da teteira e material que será utilizado em uma fazenda leiteira são itens significativos para a manutenção das tetas. Considerações relacionadas às dimensões das tetas do rebanho para a escolha de uma teteira ideal e encaixe perfeito se mostram eficazes para uma ordenha satisfatória sem flutuações de vácuo durante o processo (OHNSTAD, 2012). As teteiras influenciam na relação entre as fases de extração e massagem em um ciclo de pulsação completo, sendo necessário o conhecimento dos seus requisitos operacionais para o bom desempenho da ordenha. Os componentes de uma teteira são: cabeça, barril e/ou copo da teteira e tubo curto de leite. Vários fatores estão relacionados ao desempenho da teteira no processo de ordenha, incluindo diâmetro do barril, forma, espessura da parede e material de fabricação

(SCHURING, 2016; REDIN e MACHADO, 2016). O barril da teteira é responsável pela formação da câmara de pulsação. É composto pelas paredes externa e interna do copo da teteira, sendo que é neste local onde ocorrem as duas pressões: a negativa, com a expulsão do ar (fases A+B, em que ocorre a abertura da teteira e ejeção de leite); e a positiva, com a injeção de ar (fases C+D, em que se dá o fechamento da teteira e massagem da teta).

O coletor de leite é um componente do conjunto de ordenha. Neste processo, todo o leite extraído do úbere que passa pelas teteiras é conduzido até a mangueira longa de leite. Quando se observa fluxo de leite exuberante no copo coletor, é indicativo de que as vacas foram bem estimuladas antes da acoplagem. A observação também permite ao ordenhador identificar quando o fluxo de leite cessa, de modo a evitar a sobreordenha e refluxo de leite (SCHURING, 2016; REDIN e MACHADO, 2016).

A bomba de leite transfere o leite ordenhado da unidade final para o tanque de expansão, local no qual será armazenado até a coleta pela indústria de laticínios (SCHURING, 2016; REDIN e MACHADO, 2016).

A manutenção do sistema de ordenha deve preconizar intervalos regulares programados por técnicos capacitados e treinados, cuja avaliação deve incluir: 1) bomba de vácuo; 2) vazamentos do sistema; 3) desempenho do regulador; 4) nível de vácuo do sistema e medidor de vácuo; 5) desempenho do pulsador; 6) aberturas de ventilação; 7) condições das peças de borracha e plástico; 8) limpeza; 9) função do sistema *cleaning in place* (CIP) (JONES et al., 1999).

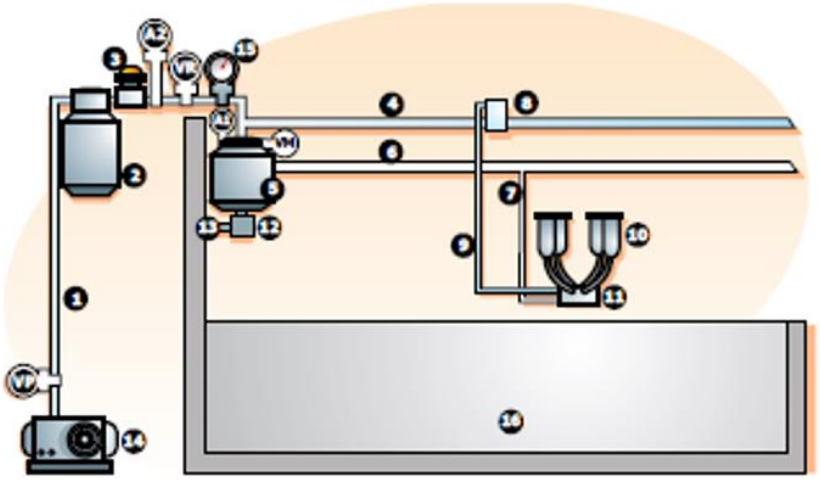


FIGURA 3. Esquema ilustrativo de um sistema de ordenha mecânica canalizada com linha média. 1. Tubulação de vácuo, 2. Depósito de segurança, 3. Regulador de vácuo, 4. Tubulação dos pulsadores, 5. Unidade final e aerador, 6. Tubulações de leite, 7.

Mangueira de leite, 8. Pulsador, 9. Mangueira longa de pulsação, 10. Copo de teteira, 11. Coletor, 12. Bomba de vácuo, 13. Tubulações de transferência, 14. Bomba de vácuo, 15. Vacuômetro, 16. Fosso de ordenha, A1 e A2. Pontos de conexão para a medição do fluxo de ar, VR, VP e VM pontos de conexão para medir nível de vácuo. Fonte: CBQL (2002).

2.3. Sistemas de sala e manejo de ordenha

Na pecuária leiteira brasileira, os tipos de sala de ordenha mais comumente encontrados são: balde ao pé, espinha de peixe, lado a lado e tandem, exemplificadas abaixo:

Balde ao pé: dentre os tipos de sistema de ordenha, podemos considerar como o mais simples e barato. É encontrado em pequenas propriedades leiteiras, nas quais o procedimento é realizado de forma individual com o sistema de vácuo único e fechado dentro do latão de leite. Em lugares em que não há a construção de fosso, pode ocorrer ordenha dificultada.

Espinha de peixe: os animais são posicionados diagonalmente em relação ao fosso de ordenha, o que possibilita uma melhor visualização do úbere e das tetas. Este sistema comporta sala dupla com conjuntos de ordenha disponíveis em apenas um dos lados ou ambos os lados do fosso (ROSA et al., 2014).

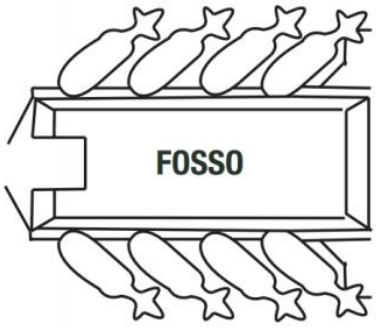


FIGURA 4. Esquema demonstrativo de uma sala de ordenha do tipo espinha de peixe. Fonte: ROSA (2004).

Tandem: sistema conhecido também como fila indiana, no qual a disposição dos animais a serem ordenhados é paralela ao fosso de ordenha. Em geral, está presente em fazendas que possuem rebanhos cruzados ou raças com alta habilidade materna e necessitam de bezerro ao pé no momento da ordenha. Um ponto que pesa contra este tipo

de instalação é que necessita de grande extensão de fosso, já que os animais ocupam um espaço maior por se localizarem um atrás do outro (ROSA, 2004).

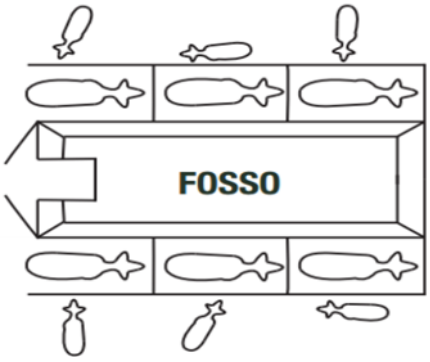


FIGURA 5. Esquema demonstrativo de uma sala de ordenha do tipo tandem. Fonte: ROSA (2004).

Lado a lado: é um sistema conhecido internacionalmente como side by side. A vantagem é que os animais ficam dispostos perpendicularmente ao fosso, um ao lado do outro, o que permite um ganho de espaço e possibilita ordenhar maior número de vacas ao mesmo tempo (ROSA, 2004; SCHURING, 2016; DUARTE, 2016).

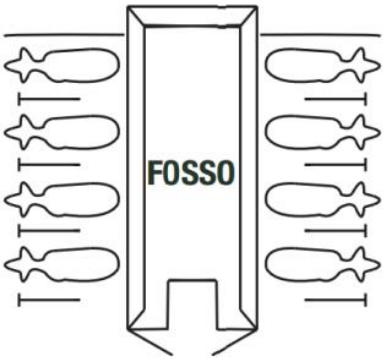


FIGURA 6. Esquema demonstrativo de uma sala de ordenha do tipo lado a lado. Fonte: ROSA. (2004).

Poligonal e Carrossel ou Rotatório: considerado um dos sistemas mais modernos e caros, exige alto investimento se comparado aos demais. É menos comum nos rebanhos leiteiros do Brasil, pois recomenda-se um plantel superior a 500 cabeças (CAMPOS, 2019).

Ordenha robotizada: o sistema de ordenha robotizada consiste em um braço mecânico que realiza todos os processos de ordenha, sem a intervenção do homem (KONING, 2010). Mesmo com os altos custos, a ordenha robotizada pode gerar benefícios para o produtor de leite e para aos animais submetidos a esse sistema (MACULAN e LOPES, 2016).

Todos os sistemas de ordenha têm as suas vantagens e desvantagens. A escolha dependerá do aporte financeiro da propriedade leiteira. O importante é que se estabeleça uma rotina de ordenha com o intuito de melhorar a produtividade e a qualidade do leite. Um equipamento de ordenha que possibilite aos animais uma ordenha rápida e confortável resultando em vacas corretamente estimuladas e sadias.

2.4. Reflexo da ejeção do leite e manejo de ordenha

No momento da ordenha, cerca de 80% do leite encontra-se armazenado nos alvéolos mamários. A ejeção do leite ocorre com o estímulo tátil (mecânico ou manual) através do arco reflexo neuroendócrino (DZIDIC et al., 2004), crucial para manter a síntese e secreção do leite em nível elevado durante a lactação. O neuropeptídio ocitocina é o hormônio responsável pela indução da ejeção do leite (BRUCKMAIER, 2005). Seu tempo de ação entre o início da estimulação tátil e a ejeção do leite é de 40 s a 2 min (WEISS et al., 2004; BRUCKMAIER, 2005).

Gorewit et al. (1985) relataram o desempenho de ordenha e consequente liberação de ocitocina em cinco vacas holandesas não estimuladas e submetidas a quatro tempos distintos de estimulação: 15, 30, 60 e 120 s. Os animais que receberam estímulos de 30, 60 e 120 s obtiveram maior fluxo máximo de leite durante a ordenha em comparação aos que não receberam nenhuma estimulação. Dzidic et al. (2004) e Bruckmaier (2005) indicaram que quando há prejuízo na liberação de ocitocina, a ejeção do leite é inibida, causando perdas na produção.

Merrill et al. (1987) avaliaram o efeito da estimulação completa ou mínima antes da ordenha. O primeiro grupo (N = 17) de vacas recebeu a estimulação completa de 30 a 60 s, e o segundo grupo (N = 16) apenas estimulação mínima, de 0 a 15 s. Os autores observaram que a limitação da pré-estimulação afetou principalmente a ejeção de leite, bem como o fluxo de extração e o tempo de ordenha (aumento de 2 min), sem alteração resultante na produção total de leite da ordenha. Bruckmaier et al. (2001) referiram que a estimulação dos animais antes da ordenha é crucial para ordenha completa, com elevada

taxa circulante de ocitocina. Por outro lado, Bruckmaier (2005) alertaram que uma ordenha em condições de estresse é responsável pela liberação reduzida ou até mesmo pela ausência de ocitocina sintetizada pela hipófise, ocorrendo também a elevação de cortisol e de beta-endorfinas.

2.5. Equipamento de ordenha e riscos para a saúde da glândula mamária

Muitos problemas relacionados à saúde do úbere são decorrentes da máquina e/ou rotina de ordenha, como flutuações de vácuo, fluxo reverso de leite e pré-estímulo insuficiente (POSTMA, 2012).

A glândula mamária de vacas leiteiras, mais precisamente a teta, varia na condição de seu epitélio, responsividade, integridade física e fisiológica. Estes fatores são influenciados pelas condições do ambiente, temperatura, umidade, incidência de raios ultravioleta, microrganismos infecciosos e pela ação da máquina de ordenha (HILLERTON et al., 2000). O conjunto destes fatores propicia a ocorrência de patologias na teta. Ademais, deve-se levar em consideração o manejo da ordenha e o uso de antissépticos, além de fatores associados à própria vaca, como a conformação das tetas (MEIN et al., 2001).

Frente a agentes patogênicos invasores, um importante mecanismo de defesa da glândula mamária é o próprio canal da teta, porém, suas características funcionais podem ser prejudicadas pelo processo de ordenha (MARTIN et al., 2018). A ordenha ideal deve fornecer boa estimulação e rápida extração do leite (GRINDAL., 1988). Uma ordenha que não siga estes parâmetros pode induzir mudanças no epitélio da teta, como congestão e edema, além de alargamento do canal e suscetibilidade a IIM, resultando na diminuição do bem-estar animal (WIELAND et al., 2018). O equipamento de ordenha oferece risco reduzido para novas IIM quando configurado conforme o manual de instruções do fabricante e quando recebe a manutenção e a higienização adequadas (BRAY e SHEARER, 1994).

Mudanças na condição da teta em curto prazo podem estar relacionadas a falhas no equipamento de ordenha ou a rotina de ordenha deficitária, levando a alterações na cor, firmeza, espessura decorrente de inchaço ou alterações na abertura do orifício (MEIN et al., 2001). Fatores como pouca ou nenhuma pulsação, vácuo excessivo, sobreordenha e teteiras desgastadas são prejudiciais à saúde da glândula mamária e tetas (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1987). O tempo de contato entre a teta e a máquina de ordenha é muito importante, pois o vácuo excessivo ou a pulsação inadequada

comprometem a camada de queratina, mecanismo responsável pela oclusão do esfíncter da teta, pois a queratina impede a entrada de patógenos causadores da mastite (NICKERSON e AKERS, 2011).

O fluxo reverso é quando ocorre a admissão de ar na cabeça da teteira com a presença de leite contaminado por bactérias, podendo ser impulsionado até a teteira adjacente, onde há o contato com a extremidade de outra teta resultando em risco para novas IIM (ROGERS e SPENCER, 1991; BRAY e SHEARER., 1994). A admissão de ar na cabeça da teteira ocorre devido ao deslizamento ou mal alinhamento da teteira, ocorrendo perda abrupta de vácuo durante a ordenha.

A ordenha realizada com pulsadores mal regulados ou danificados, e nível de vácuo inadequado pode causar efeitos negativos ao esfíncter da teta e ao tecido mamário (HAMANN et al., 1993; BRAY e SHEARER, 1994). Natzke et al. (1982) relataram o efeito da flutuação de vácuo no risco de novas IIM. Vacas ordenhadas por um período de 12 minutos com flutuações apresentaram risco de nova IIM 2,4 vezes maior, em relação ao grupo controle.

Alterações na base da teta podem ser observadas após ordenha, como a formação de anel, devido ao vácuo excessivo no bocal da teteira, espessura do material do forro da teteira (largo ou inadequado para o tipo de teta) (HILLERTON et al., 2000; MEIN et al., 2001), salientando a importância da avaliação das tetas para análise dos efeitos do equipamento e manejo de ordenha (MEIN et al., 2001).

Tem sido levantada a hipótese de que os efeitos diretos e indiretos da máquina de ordenha desregulada podem ser responsáveis por até 20% dos novos casos de mastite. Por outro lado, esta frequência cai para aproximadamente 10% quando o equipamento recebe manutenção adequada (MEIN, 2012). No entanto é difícil encontrar evidência científica válida para apoiar tais afirmações.

Hamman e Mein (1988) observaram medidas do ápice da teta antes e depois do processo de ordenha (N = 522 tetas), aferindo que a espessura da pele da extremidade da teta foi afetada por diferentes níveis de vácuo aplicados sob a mesma. Os resultados obtidos indicaram aumento de 2%, 8% e 21% na espessura da pele após ordenha com nível de vácuo de 30, 50 e 70 kPa, respectivamente. Mein et al (1973) referiram que, após o processo de ordenha, as tetas podem ter aumento do diâmetro e comprimento variável entre 33% e 50%.

Alguns fatores de risco devem ser considerados para novas IIM por patógenos contagiosos e ambientais, como *Streptocccus uberis*, resultantes da ação do equipamento

de ordenha na condição das tetas (MEIN et al., 2012). Tais mudanças seriam: 1) aumento da ocorrência de edema e congestão na pele da teta, resultando em fechamento mais lento do canal e hipóxia tecidual (HAMMAN e GYODI, 1994); 2) menor taxa de reposição da queratina no canal da teta (WOOLFORD et al., 1998; LACY-HULBERT, 1998); 3) alterações no orifício do canal da teta após a ordenha (MEIN et al., 2001) e 4) ocorrência de hiperqueratose na extremidade da teta (NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001).

2.6. Patologias infecciosas das tetas

As lesões infecciosas que acometem as tetas são comumente causadas por vírus, fungos e bactérias. As lesões podem afetar as tetas e o úbere (HILLERTON et al., 2001). As infecções virais geralmente são primárias, enquanto as infecções de origem bacteriana podem ser primárias ou secundárias (oportunistas) devido a lesões e traumas (HILLERTON et al., 2001).

2.6.1. Pseudovaríola bovina (*pseudocowpox* vírus)

É umas das infecções virais mais comumente encontradas nos rebanhos leiteiros, resultando em lesões de dano cutâneo. O vírus pertence ao gênero *Parapoxvírus*, contendo DNA de material genético. O local mais afetado é o epitélio das tetas, mas pode ser encontrado também em lesões na boca e focinho de bezerros lactentes. É importante ressaltar que esta doença é uma zoonose, podendo acometer a mão dos ordenhadores. O diagnóstico é baseado nas lesões clínicas (HILLERTON et al., 2001; REHFELD et al., 2018), microscopia eletrônica e técnicas moleculares.

2.6.2. Mamilite herpética

A etiologia dessa infecção pode ter origem em duas cepas virais, o herpes tipo II e o herpes bovino tipo IV, causando lesões nas tetas por mamilite herpética bovina (BHM). As lesões clínicas e a epidemiologia são semelhantes ao *Pseudocowpox*, cuja diferenciação é realizada por sorologia (HILLERTON et al., 2001). Horner e Raynel, (1988) relataram o importante papel dos insetos na propagação desta patologia, destacando a maior ocorrência nos períodos quentes e úmidos o qual favorece a multiplicação e propagação dos insetos.

2.6.3. Papiloma

A papilomatose bovina é uma patologia infeciosa da teta causada por vírus de natureza fibroepitelial, caracterizada por alterações na pele e mucosas (SILVA et al., 2004).

O responsável por essa infecção é o papilomavírus bovino o qual possui 6 tipos diferentes de cepas virais (BPV-IBPV-6), classificados no subgrupo A e B molecular, imunológico, histológico e patológico. Os critérios de classificação são o subgrupo A (BPV tipos 1,2 e 5) que contêm DNA de fita dupla e circular e o subgrupo B engloba os (BPV tipos 3,4, e 6) (CAMPO et al. 1995), que leva à formação de verrugas nas tetas. É mais comum em animais jovens devido ao seu potencial contagioso (HILLERTON et al., 2001).

2.6.4. Varíola Bovina

São infecções causadas por *orthopoxvirus*, consideradas raras e devidas à erradicação da varíola e descontinuação da vacinação humana. As lesões surgem como eritemas que evoluem para formação de pústulas que se rompem, seguidas de supuração. A cura ocorre geralmente em três semanas (HILLERTON et al., 2001).

2.6.5. Estomatite vesicular

Infecção relatada como restrita ao continente americano, causada por vírus da família Rhabdoviridae, gênero Vesiculovirus. Trata-se de um vírus RNA com dois tipos antigenicamente distintos: Nova Jersey e Indiana, cujo vetor é o inseto *Lutzomyia shannoni* da família *Simuliidae*. A transmissão ocorre pela picada de inseto. Após a introdução no rebanho, o micro-organismo é transmitido por contato direto entre os animais, além dos fômites contaminados com fluidos ou saliva (COMER et al., 1992).

As doenças víricas das tetas têm seu tratamento com base na aplicação de medidas de higienização, segregação dos animais infectados e antissepsia das tetas após a ordenha, de modo a prevenir doenças bacterianas oportunistas (SOUSA, 2008).

2.6.6. Fungos

A *ringworm* é uma infecção que acomete a queratina da pele pelo fungo *Trichophyton verrucosum.* Causa lesões características de aspecto branco e acinzentado, além de incrustações que se disseminam pelo tórax e membros de vacas adultas, sendo

altamente contagiosa. A cura é espontânea e ocorre segundo a competência imunológica do animal (HILLERTON et al., 2001).

2.6.7. Bactérias

As infecções de origem bacteriana que acometem o epitélio da teta são significativamente mais prevalentes se comparadas a qualquer infecção viral. Atuam como fonte de infecção para novas IIM em vacas secas e em lactação. Lesões desta natureza são como uma porta de entrada para a colonização de várias bactérias, incluindo *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae* e *Trueperella pyogenes*, frequentes no epitélio de vacas leiteiras. Tais bactérias colonizam potencialmente qualquer lesão traumática ou infecciosa da teta, considerado fator de risco para a mastite bovina. O manejo de antissepsia das tetas *pós-dipping* é importante medida de prevenção e controle de mastite, reduzindo a exposição da glândula mamária a agentes patogênicos e auxiliando na cura mais rápida de lesões (HILLERTON et al., 2001).

2.7. Patologias não infecciosas das tetas

No dia a dia, a teta está sujeita ao desenvolvimento de patologias de ordem não infecciosa decorrentes do ambiente, como também de traumas pela máquina de ordenha, de componentes físicos e químicos, entre outros, o que aumenta a sua susceptibilidade (HILLERTON et al., 2000; NEIJENHUIS, 2004; BLOWEY e EDMONSDON, 2010).

2.7.1. Anel de base

O anel de base é a formação de um edema na base da teta, um estrangulamento do local de contato no corpo da teta com o bocal da teteira (MEIN et al., 2001). Isso ocorre devido ao alto nível de vácuo na cabeça da teteira durante a ordenha (REINEMANN, 2012). Mein et al. (2001) relataram que em rebanhos comerciais nos quais não se realizava um bom manejo de ordenha e o equipamento apresentava avarias, 20% dos animais possuíam uma ou mais tetas marcadas com anel de base ou inchaço (Figura 6). A forma de prevenção do anel de base é reduzir o vácuo na cabeça da teteira e tempo de sobreordenha (REINEMANN, 2012).

2.7.2. Edema de teta pós-ordenha

O vácuo em sistema de ordenha é responsável pela abertura do canal da teta e consequente ejeção do leite mas, simultaneamente, o sangue e a linfa são atraídos para a sua extremidade (NEIJENHUIS, 2011; REINEMANN, 2012). O edema é definido como um acúmulo extravascular de fluidos (ZACHARY et al., 2018). Estes sinais são evidenciados após o processo de ordenha (HAMANN et al., 1989). Durante o desenvolvimento de edema, apenas substâncias de alto peso molecular serão filtradas no tecido intersticial (HAMANN et al., 1989; REINEMANN, 2012). O equipamento de ordenha gera tensão nas paredes da teta, resultando em dilatação dos vasos sanguíneos, gerando congestionamento dos compartimentos expansíveis dos tecidos perivasculares e vasos linfáticos, tornando o tecido edemaciado (MEIN et al., 1973). O aumento de congestionamento e edema na parede da teta resulta em um fechamento mais lento do canal, podendo ser um fator de risco para novas IIM (HAMANN e GYODI, 1994).

O dano vascular resultante do processo de ordenha é mensurado pela proporção de tetas com presença de hemorragia petequial. Em geral, 80% dessas lesões têm relação com o alto nível de vácuo e exposição a tempo prolongado de sobreordenha (NEIJENHUIS, 2011).

Para verificar o grau de edema induzido pela máquina de ordenha, pode-se utilizar o cutímetro (HAMMAN e MEIN, 1988), que avaliará mudanças na espessura da teta, devendo-se realizar tais aferições antes da ordenha e logo após o seu término. Para maior precisão, deve-se medir novamente 30 min após todo o processo para determinar a taxa de recuperação do epitélio da teta à sua condição normal (Figura 6).

(d)

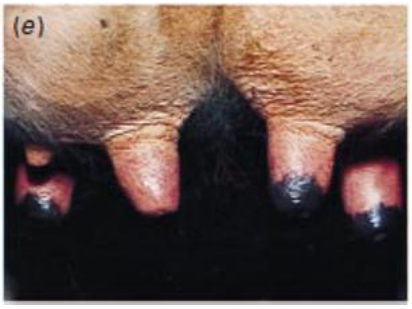
(e) 

FIGURA 07. Alterações da teta após o processo de ordenha, (d) anel de base na teta e (e) formação de edema da teta. Fonte: Hillerton et al. (2000).

2.7.3. Hiperqueratose da extremidade da teta

Em seu aspecto normal, a teta não deve apresentar nenhuma grande protusão em seu esfíncter ou extremidade (HILLERTON et al., 2000; MEIN, 2001; NEIJENHUIS, 2004; BLOWAY et al., 2011). Histologicamente, as alterações da hiperqueratose correspondem ao aumento da espessura e rugosidade do canal da teta em função da camada granulosa (HAMANN e GYODI, 1994). Ao mesmo tempo, ocorre o aumento da camada córnea, seguida da infiltração de linfócitos (NEIJUNHUIS et al., 2004).

Todas essas alterações morfológicas que ocorrem na extremidade da teta são respostas à força excessiva causada pela ordenha mecânica (HAMMANN e GYODI, 1994; MEIN et al., 2001). O número de vacas em um rebanho com problemas de hiperqueratose é extremamente variável, chegando a 80% em alguns casos (SHEARN e HILLERTON, 1996), o que pode ter relação com vários fatores, dentre eles a máquina de ordenha, manejo de ordenha e características do próprio animal (SOUSA, 2008).

2.7.3.1. Classificação da Hiperqueratose

Mein et al. (2001) desenvolveram um escore de avaliação sobre a integridade do esfíncter na extremidade da teta (Figura 7): Sem anel (grau 1): não há a formação de anel, o que é típico ao início da lactação; anel liso ou ligeiramente áspero (grau 2): ocorre a formação de um anel sem rugosidade, ou de rugosidade moderada, sem a formação de espículas de queratina; áspero (grau 3): ocorre a formação de um anel áspero e saliente, acompanhado pela formação de espículas de queratina, que se estendem por 1 - 3 mm; muito áspero (grau 4): ocorre a formação de um anel elevado com a formação de espículas de queratina que se estendem por > 3 mm do orifício da teta. A borda do anel possui aspecto de flor. Hiperqueratose é uma condição dinâmica. Assim, a classificação das lesões pode variar em um período de 2 a 8 semanas (MEIN et al., 2001) conforme o estágio e número de lactações.

Svennesen et al. (2019) avaliaram a associação entre a colonização da pele da teta por *Staphylococcus aureus* ou *Streptococcus agalactiae* em quartos mamários que produziram leite com CCS > 200.000 céls/mL e verificaram que, quanto maior o grau de hiperqueratose (de acordo com a escala proposta por Mein et al. (2001), maiores foram as chances de contrair nova IIM. Em relação as tetas com escore 1, as chances de nova IIM foram 1,1, 2,53 e 8,91 para quartos com tetas avaliadas com escore, 2, 3 e 4, respectivamente. Juozaitiene et al. (2019) avaliaram os níveis de hiperqueratose em 920

tetas de 230 vacas, das quais 44,3% não apresentavam qualquer tipo de anel; 41,1% apresentavam um anel liso; 11,8% apresentavam um anel rugoso e 2,9% apresentavam um anel muito rugoso.

A scoring system for teat-end condition (Mein et al. 2001)

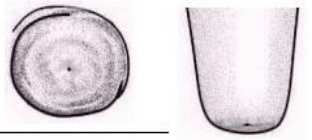
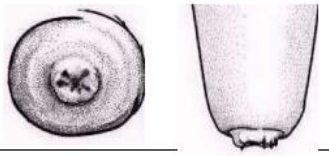
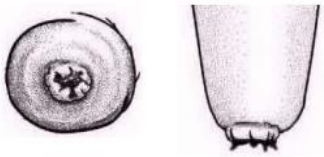
Score	Description	Illustration
N	**No ring** The teat-end is smooth with a small, even orifice. This is a typical status for many teats soon after the start of lactation	
S	**Smooth or Slightly rough ring** A raised ring encircles the orifice. The surface of the ring is smooth or it may feel slightly rough but no fronds of old keratin are evident.	
R	**Rough ring** A raised, roughened ring with isolated fronds or mounds of old keratin extending 1 - 3 mm from the orifice.	
R	**Very Rough ring** A raised ring with rough fronds or mounds of old keratin extending 4 mm or more from the orifice. The rim of the ring is rough and cracked, often giving the teat-end a "flowered" appearance.	

FIGURA 8. Sistema de escore da condição da extremidade da teta. Fonte: MEIN et al. (2001).

2.7.5. Compressão do ápice e descamação da extremidade da teta

A exposição ao equipamento de ordenha pode ocasionar alterações como hiperemia e espessamento do epitélio da teta, progredindo em alguns casos para hemorragia acentuada na extremidade. Nesta patologia, apenas camadas superficiais são lesionadas, e a cicatrização é rápida quando a causa primária é retirada (BLOWEY e EDMONDSON, 2010).

2.8. Manejo de ordenha e riscos para a saúde da glândula mamária

2.8.1. Sistema territorial de rotina de ordenha

Os procedimentos de ordenha quando praticados de forma uniforme possibilitam aos ordenhadores a divisão das tarefas. Assim é possível que cada ordenhador realize todos os procedimentos necessários de ordenha em um grupo exclusivo de vacas, sob sua responsabilidade. Um dos objetivos principais da ordenha territorial é a garantia com que seja respeitado o tempo de ação do *pré-dipping* e o tempo adequado de estímulo de ejeção do leite pré-ordenha (MENDONÇA, 2018). Rasmussen et al. (1990) observaram que com a adoção de uniformidade dos procedimentos de ordenha e constância nos procedimentos, o tempo de ordenha foi menor (6 a 8 minutos), comparado a ordenhas realizadas de forma desordenada (8 a 10 minutos). Ainda foi possível aferir que quando havia o estabelecimento de uma rotina de ordenha constante, a mesma estava associada a uma redução de até 1.000 UFC/mL da contagem bacteriana total (CBT) do leite, como resultado da melhor aplicação dos procedimentos sanitários.

Uma rotina de ordenha com falhas ou inconsistência nas práticas pode interferir na prevenção de mastite do rebanho (MENDONÇA, 2018). Belage et al. (2017) reportaram que a variação da adoção da rotina de ordenha e a constância nos procedimentos, em 50 rebanhos no Canadá, foi associada a probabilidade de contagem de células somáticas (CCS) do leite do tanque ≥ 200.000 céls/mL, Durante as visitas a essas propriedades, ocorreu variação de 44% no tempo de contato com o pré-dipping, a qual foi relacionada a valores elevados de CCS. É importante salientar que as chances de se observar um tempo de estímulo ideal (estimado em 60 segundos entre o primeiro toque na teta e a inserção do conjunto de ordenha) aumentou em 3,9 vezes quando ocorria um tempo adequado de contato do pré-dipping.

2.8.2. Sistema sequencial de rotina de ordenha

Usualmente este tipo de rotina ocorre com frequência em salas de ordenha do tipo paralelas, espinha de peixe ou tandem. Essa rotina adota mais de um operador em um mesmo grupo de animais, para a realização dos procedimentos de ordenha. Embora a realização dos procedimentos de ordenha seja, em geral, mais rápida, o trabalho conjunto resulta em falta de padronização e variabilidade excessiva em parâmetros críticos, tais

quais o tempo de estímulo de ejeção do leite e tempo de ação do *pré-dipping* (SCHURING, 2016).

2.8.3. Fluxo bimodal

Ao iniciar a ordenha sem o correto estímulo da glândula mamária, a concentração de ocitocina é mantida em nível basal (1 a 3 pmol/L) por até 3 minutos, assim ocorre apenas a extração do leite da cisterna e uma pequena porção do leite alveolar (SCHAMS et al., 1984). Deste modo, ocorre atraso na extração do leite alveolar, perceptível por uma curva de fluxo bimodal, ou seja, uma redução temporária ou cessamento do fluxo de leite após a extração do leite armazenado na cisterna, seguida do aumento do fluxo decorrente da liberação retardada de ocitocina (BRUCKMAIER; BLUM, 1996, 1998). Sandrucci et al. (2007) observaram 2.485 curvas de fluxo de leite em 82 vacas holandesas na Itália. Aproximadamente 35% foram classificadas como curvas bimodais. Zucali et al. (2009) relataram que um menor tempo de estimulação (< 1 min) correspondeu a uma maior proporção de fluxos bimodais, estudando 310 vacas. Nas 4 propriedades denominadas A, B, C e D, as prevalências de curvas de fluxo bimodal foram 18,8%, 43,5%, 50,8% e 45,7%, respectivamente.

2.8.4. Sobreordenha

A sobreordenha ocorre devido a uma falha de manejo, em que o conjunto de ordenha permanece em fase de extração após o término da produção de leite, resultando em aumento do nível do vácuo por consequência do menor fluxo de leite, ocasionando desconforto, dor e lesões como a hiperqueratose, podendo haver aumento no risco de mastite (NEIJENHUIS et al., 2000; REINEMANN et al., 2001; ZUCALI et al., 2009).

O vácuo na extremidade da teta é responsável pela extração de leite. Na falta do fluxo de leite decorrente da sobreordenha, o vácuo exposto à teta torna-se semelhante ao vácuo do sistema de ordenha (PERIS et al., 2003). Zucali et al. (2009) relataram a presença de sobreordenha em quatro propriedades denominadas A, B, C e D, nas quais o tempo médio de sobreordenha foi: 0,51 min; 0,32 min; 1,27 min e 2,14 min, respectivamente.

2.8.5. Influência da mão de obra

Um dos principais fatores para o bom funcionamento de uma propriedade leiteira é o gerenciamento dos processos. Devem ser estabelecidas metas práticas e sistematização das operações diárias, de modo a minimizar os fatores limitadores para o desenvolvimento das atividades e evitar a inconsistência dos resultados. A esse respeito, Machado et al. (2009) defendem que para o êxito na execução da rotina diária, há necessidade de qualificação da mão de obra.

O ordenhador tem papel fundamental na rotina de ordenha de uma propriedade leiteira, pois a atitude do ordenhador na interação com animais pode impactar o bem-estar animal e desfechos de produção e qualidade do leite, tais como incidência de mastite e CCS do leite do tanque (ESGUERRA, 2014). A má conduta na rotina e manejo de ordenha pode determinar aumento de níveis sanguíneos de cortisol endógeno, inibindo o desempenho produtivo do animal.

CAPÍTULO 2 – Trabalho científico

Artigo a ser enviado para a revista *Livestock Science*

(Normas de publicação – ANEXO I)

Morphology and prevalence of noninfectious teat pathologies, milking machine characteristics, and milking practices in Brazilian dairy herds: a descriptive study

F.L.R. Gouvêa[a], L.L. Cardozo[b], J. Canal[c], M.Z. Troncarelli[c], Jose C. F. Pantoja[a1]

[a]Department of Veterinary Hygiene and Public Health, Sao Paulo State University, Distrito de Rubiao Junior S/N, Botucatu, Sao Paulo, Brazil, 18618-970

[b]Ordemilk Ltda, Av. Afonso Dresch, 679, Treze Tílias, Santa Catarina, Brazil, 89650-000

[c]Santa Catarina Federal Institute, Concordia Campus, Rodovia SC S/N, Santa Catarina, Brazil, 89703-720

[1]Corresponding author

E-mail: jose.pantoja@unesp.br

Phone number: 55-14-38802092

ABSTRACT

The aim of this study was to describe teat dimensions and prevalence of noninfectious teat pathologies, milking machine characteristics and settings, and milking management in a population of Brazilian dairy herds. Forty herds were visited once. A vacuum recorder was used for static evaluation of all pulsators prior to milking. During milking, the device was used to record vacuum levels at 4 points in the milking unit (short pulsation tube, short milk tube, and mouthpiece chamber of the front and rear liners), during milking of 8 cows. These recordings were used to estimate the following variables: average vacuum level in the short milk tube (estimation of teat-end vacuum) (SMTV), average vacuum level in the liner mouthpiece chamber (MPCV) during peak milk flow, time in overmilking, total milking time, and presence of bimodal milk flow. Teats were examined to record anatomical characteristics and presence of noninfectious pathologies. The most prevalent teat shape was round (47.97%) and the average teat length was 4.88 and 3.98 cm for front and rear teats, respectively. Prevalence of edema, ring at teat base, abnormal color, hemorrhage, discomfort during milking, and bimodal flow, was 7.81%, 45.47%, 14.69%, 0.63%, 17.81%, and 6.49%, respectively. The percentage of liners scored as “very worn” and liner replacement interval increased from 8.33% and 45 days (large herds), 9.09% and 122 (medium herds) to 26.67% and 184 days (small herds), respectively. System vacuum level was lower in large (41.13) herds than in medium (44.96) or small (44.18 kPa) herds. The length of the pulsation cycle´s B phase (extraction phase), average SMTV, SMTV during peak milk flow, and MPCV during peak milk flow were highest in large herds. Nonetheless, SMTV during overmilking was independent of herd size category. Median milk letdown time was 2.9 min and was negatively associated with herd size, being 3.7, 2.7, and 2.2 min in small, medium and large herds. Average total milking time and time in overmilking were 5.6

and 2.8 min, respectively, and both were longer in small herds when compared to medium and large herds. Results highlight the difficulty of small producers to properly maintain their equipment, as well as lack of technical knowledge to perform proper milking procedures. Among the main difficulties observed are the large variation in teat dimensions, lack of proper maintenance of equipment and lack of standardization and misuse of milking procedures.

Key words: milk equipment, overmilk, edema, hyperkeratosis, vacuum.

INTRODUCTION

The interaction among teat anatomical characteristics, milking machine, and milking technique is a determinant of milking performance, mammary gland health, and animal welfare. In this context, unbalance of these factors can result in noninfectious teat pathologies, such as teat congestion and edema, petechial hemorrhage, ring at teat base, and teat-end hyperkeratosis (Neijenhuis et al. 2001; Wieland et al. 2018).

While studies have been conducted to describe teat anatomical characteristics such as tea-end shape (e. g., pointed, flat or round; Hillerton et al., 2000; Wieland et al., 2017) and dimensions, and compare them before and after milking (Hamann and Mein, 1988; Weiss et al., 2004) and between udder position (e. g, front and rear) (Ramussen, 1993; Guarín and Ruegg, 2016; Wieland et al., 2018), prevalence of noninfectious teat pathologies has been poorly reported in the scientific literature. Hillerton et al. (2000) examined 1,095 cows immediately after milking from 20 herds in the UK and reported that prevalence of blue (cyanotic) teats, petechial hemorrhage, and ring at teat base was 15.8, 0,7, and 60,5%, respectively. To our knowledge, prevalence of teat noninfectious pathologies has not been reported in larger populations of herds worldwide.

Due to the importance of milking machine settings and milking technique for teat health, new technologies allow vacuum measurement at strategic locations in the milking cluster, such as liner mouthpiece chamber, short milk tube, and pulsation short tube. When performed during milking (dynamic tests), these recordings can be inputted to computer software to estimate a series of variables for the milking of individual cows, such as presence of bimodal milk flow, teat-end vacuum, vacuum fluctuations, system vacuum, pulsation analysis, time in overmilking, and total milking time (Gašparík et al., 2019; Moore-Foster et al., 2019; Melvin et al., 2019).

To our knowledge, no studies have been performed to describe modern, vacuum-based milking variables in populations of dairy herds. Descriptive data on milking machine characteristics and settings, milking techniques, and teat morphological and pathological characteristics are scarce and relevant for diagnosis and implementation of improvement programs at the population level. Thus, the objectives of this study were: 1) to describe milking equipment characteristics, settings, and management, and 2) to describe teat morphological characteristics and prevalence of noninfectious pathologies in a population of Brazilian dairy herds.

MATERIAL E METHODS

The study was approved by The Sao Paulo State University´s Ethics Committee for Animal Use, protocol 0002/2019.

Inclusion criteria

A convenience sample of 40 dairy herds in the states of Minas Gerais, Sao Paulo and Santa Catarina was selected for the study. Herds were selected by collaborators who had a professional relationship with the herds´ owners, by means of research or extension activities. To be eligible, herds had to be composed of ≥ 20 lactating cows, predominantly Holsteins, Holstein-crossbreds, or Jerseys. Farms had to use milking machines and preferably milk cows in a pit parlor. In addition, farms had to have electronic zootechnical data, such as parity, stage of lactation, and milk production.

Sampling and data collection procedures

Each herd was visited once to perform data collection activities between October 2018 and May 2019. Initially a questionnaire was applied to farm owners or managers

to record information about the farm´s milk quality (e.g., bulk milk somatic cell count (SCC) and total bacteria count (TBC)), milk production, herd composition, milking management practices and milking machine characteristics and maintenance.

An inspection of the milking parlor and milking machine was performed before milking to record information about their characteristics. The variables recorded are presented in Tables 1 and 2.

Milking machine static tests

Subsequently, a vacuum recorder (VaDia; Biocontrol, Rakkestad, Norway) was used for static evaluation of all pulsators prior to milking, to measure system vacuum and pulsation characteristics (Table 5). The milking machine was turned on and all teatcups of the cluster being tested were plugged to avoid air admission. As per manufacturer instructions, vacuum was measured at each of the two pulsation short air tubes. The same procedure was repeated for all milking clusters.

Evaluation of vacuum parameters during milking

Prior to milking, the vacuum recorder was mounted to the most distal milking unit (the closest to the platform entrance) following the manufacturer's instructions, to record vacuum levels at 4 points in the milking unit, during milking of each sampled cow: 1) short pulsation tube; 2) short milk tube; 3) mouthpiece chamber of the rear liner; and 4) mouthpiece chamber of the front liner. These vacuum recordings were performed during milking of individual cows, to estimate the following variables: 1) average vacuum level in the short milk tube (estimation of teat-end vacuum) (SMTV), defined as the average of all measurements during each cow´s milking. The SMTV was also recorded during the peak flow period and during overmilking; 2) average vacuum

level in the liner mouthpiece chamber (MPCV) during peak milk flow; 3) time in overmilking; 4) total milking time; and 6) presence of bimodal milk flow, defined when there was interruption of the increase in milk flow observed shortly after cluster attachment, due to extraction of the milk stored in the gland´s cistern, followed by resumption of increase in milk flow due to delayed milk let down. Bimodal milk flow was assessed visually, by analyzing each cow´s SMTV curve, and categorized into yes (bimodal curve) or no (Moore-Foster et al., 2019).

According to manufacturer´s definitions, start of milking was defined when the teat cup was attached to the teat and SMTV increased above 25 kPa. Start of peak flow was defined when the teat cup established a stationary position on the teat, and milk flow was established, based on the common mechanism that vacuum level decreases when milk flow increases. The average SMTV in 10 second periods after attachment is monitored and when SMTV from one period to the next decreases less than 0,15 kPa, the midpoint of the first (of the two) period is indicated as start of peak flow period. The first 20-second period was excluded from the calculations, so that the minimum value was of 25 seconds.

Overmilking can be estimated by means of MPCV. When milk flow drastically decreases, there is a shift in MPCV, or a marked change in MPCV fluctuations, or both. There are two markers for overmilking, one for each MPC channel. Overmilking was defined when there is an increase in MPCV variation. Start of overmilking occurs when the current variation is ≥ 1.3 times the preceding running average variation. Current and running average variation is calculated every two seconds. Variation is the difference between maximum and minimum per two seconds. The new running average is 0.7 times the previous running average plus 0.3 times the current variation.

Start of cluster take-off was defined when teat cup detachment is initiated. It can be approximated by use of SMTV as the start of a rapid decline towards zero. The program uses all data points after start of the peak flow period and identifies the maximum vacuum. Then the program loops through backwards from the end of milking until SMTV is < 5 kPa below the maximum vacuum. This data point denotes the start of cluster take-off. End of milking was defined when SMTV decreases below a set value. The program loops through all data points after start of peak flow period and the first data point with SMTV < 5 kPa denotes the end of milking.

Vacuum recorder data were transferred to a computer using the device´s software and a standardized report was produced to generate data pertaining to each variable aforementioned. The data were further stored in an Excel spreadsheet for statistical analysis. Vacuum measurements were recorded during milking of 8 cows following a systematic random sampling procedure. Thus, the number of lactating cows from each herd was divided by 8 to determine the sampling interval. For example, for a 80-cow herd, every 10th cow entering the milking parlor was sampled to obtain a representative sample of the lactating herd.

Evaluation of teat morphological characteristics and noninfectious pathologies

Simultaneously with vacuum measurements, teats were examined to record anatomical characteristics and presence of the pathologies studied. Two teats of each cow were evaluated, one front teat and one contralateral rear teat. Evaluations were as follows: 1) teat dimensions, according to Guarín and Ruegg (2016): after completion of pre-milking udder preparation, before cluster attachment, length (distance between teat end and teat base) and diameter (measured in the middle portion of the teat) of the teats were measured by use of a translucent ruler equipped with a white light source

(WestfaliaSurge Inc., Naperville, IL, USA); 2) teat shape, categorized into pointed, flat, or round (Wieland et al. 2017).

After cluster detachment, the following evaluations were performed: 3) teat-end hyperkeratosis scoring, based on a 4-point scale (Mein et al., 2001), ranging from 1 (no ring), 2 (smooth or slightly rough ring), 3 (rough ring with presence of keratin spicules), and 4 (very rough ring with presence of many keratin spicules); 4) teat color: teats were categorized into 0 = normal (pink) or 1 = abnormal (reddish or bluish) (Mein et al., 2001). Black teats were not evaluated; 5) edema, categorized into 0 (absence) or 1 (presence) (Mein et al., 2001); 6) petechial hemorrhage, categorized into 0 (absent) or 1 (present), anywhere on the teat surface (Mein et al., 2001); 7) base ring: categorized into 0 (absent) or 1 (present) (Mein et al., 2001); 8) discomfort during milking: based on the cow's behavior during milking, categorized into 1 (abnormal behavior, manifested by kicking, sudden movements during milking or attempts to remove the milking cluster) and 0 (normal behavior); and 9) presence of other lesions suggestive of infectious teat pathologies, such as papilloma and ulcer.

Evaluation of milking procedures and efficiency

During milking, the adoption (yes or no) and order of milking procedures, such as pre-dipping, forestripping to detect clinical mastitis, drying of teats, cluster attachment, and post-dipping, and the following events were recorded: 1) time to milk ejection (milk letdown), defined as the time interval between the first touch on the teats (forestripping) and cluster attachment; 2) pre-dipping contact time, defined as the time interval between pre-dipping and drying of teats. For these evaluations, 16 cows per herd were sampled, including the eight cows that were selected for vacuum

measurements and eight cows that were positioned next to them on the milking platform.

The milking technicians´ s working routine was classified as territorial, defined when each technician performed all milking procedures in a given group of cows, or sequential, defined when > 1 milker performed the milking procedures in a given group or cows.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed at herd and cow levels using SAS version 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA). After analyzing the distribution of variables, descriptive statistics were produced to summarize herd characteristics, milking machine settings, milking routine, teat morphology and prevalence of noninfectious pathologies. Descriptive statistics were further stratified by herd size, categorized into small: < 50; medium: 50 - 200 and large: > 200 cows. Analysis of Variance (PROC ANOVA, SAS Institute) (normally distributed data) or the Wilcoxon´s test (PROC NPAR1WAY, SAS Institute) (non-normally distributed data) were used to compare continuous variables among herd size categories.

Sample size calculation

The sample size was based on previous studies reporting teat characteristics, size and shape (Okano et al., 2015; Guarín and Ruegg 2016; Wieland et al., 2017). Calculations were based on the mean and standard deviation of teat dimensions (length and diameter). To estimate each teat characteristic of interest, such as teat length and diameter, with a margin of error of ± 3 mm, with standard deviation of 15 mm, 100 rear and 100 front teats were necessary for the study.

RESULTS

Herd Characteristics

Of the 40 participant herds, 32.5% were large, 37.5% were medium and 30.0% were small (Table 1). Herds produced between 175 and 31,000 L milk/day, with SCC and TBC ranging between 80,000 and 1,986,000 cells/mL and 1,332 - 399,000 UFC/mL, respectively. Both SCC and TBC were negatively correlated with herd size (Table 1). Large herds milked younger cows that produced more milk than medium and small herds (Table 3). Most herds were composed of Holstein cows (57.50%; N = 23), Holstein and Jerseys (20%; N = 8) and Holstein crossbreds (12.50%; N = 5). The proportion of herds with only Holstein cows increased with herd size: 33.33% (N = 5), 54.55% (N = 6) and 91.67% (N = 11) for small, medium and large herds, respectively (Table 2). Most herds (67.50%, N = 27) participated in DHIA programs and the proportion of participant herds increased with herd size, being 40.00% (N = 6), 72.73% (N = 8), and 100.00% (N = 12) among small, medium, and large herds, respectively (Table 2).

Teat characteristics and prevalence of noninfectious pathologies

Average teat length and width (4.88 and 2.58 cm) of front teats were greater than those of rear teats (3.98 and 2.43 cm, respectively) (Table 3). The most prevalent teat shape was round (47.97%; N = 307), followed by pointed (40.63%; N = 260), and flat (11.41%; N = 73) (Table 4). The proportion of round-shaped teats increased with herd size (Table 4).

Most teats (85.13%; N = 546) had normal coloration after cluster removal. The proportion of teats observed with abnormal color increased with herd size (Table 4).

Prevalence of hemorrhage, edema, base ring, and abnormal behavior during milking was 0.63% (N = 4), 7.81% (N = 50), 45.47% (N = 291) and 17.81 % (N = 114), respectively (Table 4). Prevalence of teat edema and petechial hemorrhage was not different among herd size categories, whereas prevalence of abnormal color increased with herd size (Table 4).

The distribution of teat-end hyperkeratosis scores was: score 1: 30.16%, score 2: 34.06%, score 3: 23.91% and score 4: 11.88% (Table 4). Although the distribution of hyperkeratosis scores was statistically different among herd size categories, the prevalence of severe hyperkeratosis (score 4) was quite similar among herd size categories (Table 4).

Milking machine characteristics and settings

The most common parlor type was herringbone (87.50%), followed by parallel (5.00%), tandem (5.00%), and flat barns (2), with low (67.50%), medium (20.00%) and high (12.50%) milk lines. Median age of milking machine was 7.5 years and although periodic maintenance of the milking equipment was performed in all large herds, the practice was not adopted in 13.33% and 18.18% of small and medium herds, respectively (Table 2).

Half of the farms used automatic cluster removal and the percentage of adoption increased high herd size (Table 2). The most common liner material was rubber (87.50%), followed by silicon (7.50%), and hybrid (5.00%) (Table 2). Sixty percent of the evaluated liners were scored as “very worn” and the percentage of very worn out liners increased from 8.33 and 9.09% (large and medium herds) to 26.67% in small herds. The most common liner type was round (82.50%), followed by square (5.00%) and triangular (5.00%) (Table 2). Line replacement interval increased significantly as

herd size decreased, ranging from 45, 122, to 184 days for large, medium, and small herds, respectively (Table 1).

The system vacuum level was lower in large (41.13) herds than in medium (44.96) or small (44.18 kPa) herds (Table 5). Pulsators had an average of 60.75 PPM, with an average ratio of the phases AB:CD of 61.60: 38.43. Phases A, B, C, and D of the pulsation cycle were, on average, 160.61, 452.08, 126.52 and 299.05 ms, respectively. The length of the pulsation cycle´s B phase (extraction phase) increased with herd size whereas the phase D´s length (massage phase) was negatively correlated with herd size (Figure 5).

Average SMTV (teat-end vacuum), SMTV during peak milk flow, and MPCV at peak milk flow were highest in large herds. Nonetheless, SMTV during overmilking was independent of herd size category (Table 3).

Milking Management

Small, medium, and large herds had a median number of 1, 2, and 3 milkers per shift and 1, 2, and 7 total available milkers, respectively. Nonetheless, only milkers from large herds participated in technical trainings (median = twice a year).

Wearing of gloves during milking was observed in 55.00% of the herds and was positively associated with herd size, being 26.67%, 45.45% and 100% in small, medium and large herds, respectively.

The most commonly used pre-dipping teat disinfectants were chlorine tablets (32.55%), lactic acid (21.62%), liquid chlorine (18.92%), and iodine (10.81%) (Table 2). Only one farm (2.70%) did not use pre-dipping of the teats. The median pre-dipping contact time on the teat surface increased proportionally with herd size (Table 3).

The most commonly used post-dipping solutions were iodine (48.72%) and lactic acid (41.03%) based. Other less commonly used bases were chlorhexidine (5.13%), chlorine (2.56%), and acetyl salicylic acid (2.56%) (Table 2).

The most adopted milking routine was sequential (85.00%) and only 15.00% of the farms used territorial routines. Territorial routines were only observed on large herds (58.33%) (Table 2). The order of milking procedures was variable among farms (Table 2). The most used routine (35.00% of the herds) was: pre-dipping, forestripping, pre-dipping, drying of teats, and cluster attachment (Table 2).

For drying of teats, the most used material was disposable paper towels (75.50%). However, the way paper towels were used varied substantially among the farms. In most farms (42.5%), one paper towel was used for each teat, whereas in 35.00% of the farms, a cluster of towels was used to dry all teats (Table 2).

The median milk letdown time was 175 s and was negatively associated with herd size, being 220, 181 and 131.5 s in small, medium and large herds (Table 3). The median milking time was 320.5 seconds, while time in overmilking was 141.0 s. Both milking time and time in overmilking were longer in small herds when compared to medium and small herds (Table 3).

DISCUSSION

One of the objectives of the present study was to describe teat length, width and shape in the population studied. Due to the impact of these characteristics on milking comfort and efficiency, results from this study may be applied directly at the farm level. Large variation in teat size and shape was observed in the population of sampled herds, reflecting the lack of genetic standardization and racial variety of Brazilian herds. The implications of these findings are mainly the difficulty of choosing proper milking

equipment, which can result, for example, in milking animals with improperly sized teat liners.

In agreement with results reported by Rasmussen (1993), Weiss et al. (2004), Guarín and Ruegg (2016) and Wieland et al. (2017), we observed that front teats were larger and wider than rear ones (Table 3). The most prevalent teat shape was round (47.97%), followed by pointed (40.63%) and flat (11.41%). Likewise, Coban et al. (2009) and Hillerton et al. (2000) also observed that round teats were the most prevalent, being 40.2% and 49,1%, respectively.

Teat color after milking was evaluated as a skin reaction to milking exposure. We observed that 14.69% of the teats were bluish (cyanotic). Hillerton et al. (2000) reported similar results, reporting 15.8% (N = 1,095 cows) of cows with cyanotic teats. The causes of changes in teat color are mostly equipment related, due to excessive vacuum level, and milking management, such as presence of overmilking (Mein et al., 2001).

Ring at teat base occurs due to strangulation of this anatomical region that is in contact with the liner mouthpiece. We observed ring at teat base in 45.47% of the evaluated teats, emphasizing the presence of aggressive milking conditions. Likewise, edema was observed in 7.81% of the teats. Neijenhuis (2011) reported that 80% of edema cases are correlated with exposure to high vacuum levels. Hamman and Mein (1988) evaluated teat exposure in two milking systems (conventional and unconventional), subjected to three vacuum levels (30, 50, and 70 kPa). Independent of milking system, higher vacuum levels were associated with increased likelihood of edema, reaching 21% in the conventional system and 25% in the unconventional system. Discomfort during milking was observed in 17.81% of the cows.

Hyperkeratosis is a dynamic condition within the herd. The scores characterized by presence of keratin spicules (3 and 4) were observed in 23.91% and 11.88% of the teats, respectively. Using the same scale (Mein et al., 2001), prevalence of teats scored as 3 and 4 was 46.5% (939/2,019; Zoche-Golob et al., 2015; Germany) and 18.8% (39/207; Pantoja et al., 2016; Brazil). Cows factors such as teat shape, teat position (front or rear), stage of lactation, parity, peak milk production, and machine-on time have been associated with THK (Neijenhuis et al., 2001; Mitev et al., 2012; Sandrucci et al., 2014; Pantoja et al., 2016). At the herd level, other factors that have been reported as risk factors for THK are teat-end vacuum, pulsation system, duration of the pulsation cycle's D phase, liner characteristics (compression, tension, and material), and overmilking (Neijenhuis et al., 2000; Mein et al., 2001; Zucali et al., 2008; Sterrett et al., 2013). Teat skin hemorrhage was prevalent in 0.63% of the teats. Neijenhuis (2011) reported that, generally, 80% of cases are related to the high vacuum level and excessive overmilking.

The time between udder preparation and milking cluster attachment is directly related to the efficiency of the milk ejection reflex (Rasmussen et al., 1992). We observed a mean stimulation time of 3.33 min, which is within the range recommended in previous studies (Bruckmaier, Hilger, 2001; Kaskous, Bruckmaier, 2010).

Several studies have reported the efficiency of different sanitizers used as pre-dipping for both reduction of new IIM and TBC. In contrast to most countries, where iodine is the main basis for teat dipping, chlorine tabs were the most frequently used pre-dipping (32.55%) in the herds studied. Medeiros et al. (2009) reported that the pre-dipping contact time for teat antisepsis was ≥ 60 s, which is in agreement with the observed average pre-dipping contact time found in the present study (73.38 s).

Overmilking is detrimental to teat health as there is a decrease in milk flow and consequent exposure of the teat to a higher vacuum level. The average overmilking time was 2.77 min, associated with an average vacuum level of 37.71 kPa.

Coentrão et al. (2008) observed that liner wear and cracks facilitate accumulation of milk and hinder correct adherence of the liner to the teat, allowing air to enter the system. In the present study, 60.00% of the teat cups were overly worn, which suggests a risk of air intake and inefficient sealing of the teat. The proportion and worn liners increased in smaller herds, reflecting the difficulties of the small producer to properly maintain their milking equipment.

CONCLUSIONS

Results of the present study allowed description of teat morphological characteristics and identification of deficiencies in milking machine settings and milking routines. Most of the characteristics studied differed between small, medium, and large herds, highlighting the difficulty of small producers to properly maintain their equipment, as well as lack of technical knowledge to perform proper milking procedures. Among the main difficulties observed are the large variation in teat dimensions, lack of proper maintenance of equipment and lack of standardization and misuse of milking procedures. Thus, we observed a high prevalence of non-infectious teat pathologies, such as edema, ring at teat base, and hyperkeratosis.

ACKNOWLEDGMENT

We thank the dairy producers for their voluntary cooperation. We thank GEA for providing equipment and training for the study, especially Roger Vallim. The

scholarship of Fábio Lucas Rezende de Gouvêa was funded by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), grant 170847/2017-9.

REFERENCES

Coban, O., Sabuncuoglu, N., Tuzemen, N., 2009. A study on relationships between somatic cell count (SCC) and some udder traits in dairy cows. J. Anim. Vet. Adv. 8, 134-138.

Coentrão, C.M., Souza, G.N., Brito, J.R.F., 2008. Fatores de risco para mastite subclínica em vacas leiteiras. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 60, 283-288.

Galton, D.M., Petersson, L.G., Merril, W.G., 1986. Effects of premilking udder preparation practices on bacterial counts in milk and on teats. J. Dairy Sci. 69, 260-266. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80396-4.

Bruckmaier, R.M., Hilger, M., 2001. Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. J. Dairy Res. 68, 369-376. https://doi.org/10.1017/S0022029901005015.

Gašparík, M., Ducháček, J., Stádník, L., Tančin, V., 2019. Impact of a wide range of teat lengths on udder 57ealth h and milking time in Holstein cows. Sci. Agric. Bohemica. 50, 80-88. https://doi.org/10.2478/sab-2019-0012.

Grindal, R.J., 1988. II. The role of the milking machine in mastitis. Br. Vet. J. 144, 524-533. https://doi.org/10.1016/0007-1935(88)90022-X.

Guarín, J.F., Ruegg, P.L., 2016. Pre-and postmilking anatomical characteristics of teats and their associations with risk of clinical mastitis in dairy cows. J. Dairy Sci. 99, 8323-8329. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10093.

Hamann, J., Mein, G.A., 1988. Responses of the bovine teat to machine milking: measurement of changes in thickness of the teat apex. J. Dairy Res. 55, 331-338. https://doi.org/10.1017/S0022029900028582.

Hillerton, J.E., Ohnstad, I., Baines, J.R., Leach, K.A., 2000. Changes in cow teat tissue created by two types of milking cluster. J. Dairy Res. 67, 309-317. https://doi.org/10.1017/S0022029900004283.

Juozaitiene, V., Juozaitis, A., Zymantiene, J., Oberauskas, V., Aniulienė, A., Kajokienė, L., Simokaitienė, A., 2019. The effect of different levels of teat-end hyperkeratosis on mammary infrared thermograph and mastitis in dairy cows. Ank. Univ. Vet. Fak. Derg. 66, 21-26.

Kaskous, S., Bruckmaier, R.M., 2011. Best combination of pre-stimulation and latency period duration before cluster attachment for efficient oxytocin release and milk ejection in cows with low to high udder-filling levels. J. Dairy Res., 78, 97-104. https://doi.org/10.1017/S0022029910000816.

Mitev, J.E., Gergovska, I., Miteva, T.M., 2012. Effect of teat end hyperkeratosis on milk somatic cell counts in Bulgarian Black-and-White dairy cattle. Bulg. J. Agri. Sci. 18, 451-454.

Mein, G.A., Neijenhuis, F., Morgan, W.F., Reinemann, D.J., Hillerton, J.E., Baines, J. R., Farnsworth, R., 2001. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. in: Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver. Vancouver: NMC, pp. 347-351.

Mein, G.A., 2012. The role of the milking machine in mastitis control. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 28, 307-320. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.004.

Medeiros, E.S., Santos, M.V., Pinheiro Júnior, J.W., Wanderley, G.G., Teles, J.A.A., Mota, R.A., 2009. Avaliação in vitro da eficácia de desinfetantes comerciais utilizados no pré e *pós-dipping* frente amostras de *Staphylococcus* spp. Isoladas de mastite bovina. Pesqui. Vet. Bras. 29, 71-75.

Melvin, J.M., Heuwieser, W., Virkler, P.D., Nydam, D.V., Wieland, M., 2019. Machine milking–induced changes in teat canal dimensions as assessed by ultrasonography. J. Dairy Sci. 102, 2657-2669. https://doi.org/10.3168/jds.2018-14968.

Müller, E.E., 2002. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. in: Anais do 2º Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. Toledo, PR. Maringá: Nupel, pp. 206-217.

Moore-Foster, R., Norby, B., Schewe, R.L., Thomson, R., Bartlett, P.C., Erskine, R.J., 2019. Herd-level variables associated with delayed milk ejection in Michigan dairy herds. J. Dairy Sci. 102, 696-705. https://doi.org/10.3168/jds.2018-14561.

Neijenhuis, F., Mein, G.A., Britt, J.S., Reinemann, D.J., Hillerton, J.E., Farnsworth, R., Morgan, W.F., 2001. Relationship between teat-end callosity or hyperkeratosis and mastitis. in: Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver. Vancouver: NMC.

Neijenhuis, F., 2011. Mastitis Therapy and Control: Role of Milking Machines in Control of Mastitis. in: Fuquay, J.W. (Ed.). Encyclopedia of dairy sciences. 2nd ed. Academic Press, San Diego, pp. 440-446.

Okano, W., Koetz Junior, C., Gomel Bogado, A.L., Negri Filho, L.C., Evert Bronkhorst, D., Favaro Borges, M.H., Bizarro Da Silva, C., 2015. Relationship between shape of teat and teat tip and somatic cell count (SCC) in dairy cows. Acta Sci. Vet. 43, 1-6.

Pantoja, J.C.F., Almeida, A.P., Dos Santos, B., Rossi, R.S., 2016. An investigation of risk factors for two successive cases of clinical mastitis in the same lactation. Prev. Vet. Med. 194, 10-16. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.10.010.

Rasmussen, M.D., 1993. Influence of switch level of automatic cluster removers on milking performance and udder health. J. Dairy Res. 60, 287-297. https://doi.org/10.1017/S0022029900027631.

Rasmussen, M.D., Frimer, E.S., Galton, D.M., Peterson, L.G., 1992. The influence of premilking teat preparation and attachment delay on milk yield and milking performance. J. Dairy Sci. 75, 2131-2141. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77973.

SAS Institute., 2011. SAS/STAT User's Guide. Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC.

Sandrucci, A., Bava, L., Zucali, M., Tamburini, A., 2014. Management factors and cow traits influencing milk somatic cell counts and teat hyperkeratosis during different seasons. Revista Brasileira de Zootecnia, 43, 505-511. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014000900008

Sterrett, A. E., Wood, C. L., McQuerry, K. J., Bewley, J. M., 2013. Changes in teat-end hyperkeratosis after installation of an individual quarter pulsation milking system. J.Dairy Sci, 96, 4041-4046. https://doi.org/10.3168/jds.2012-6069.

Weiss, D., Weinfurtner, M., Bruckmaier, R.M., 2004.Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. J. Dairy Sci. 87, 3280-3289. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73464-5.

Wieland, M., Nydam, D.V., Virkler, P.D., 2017. A longitudinal field study investiganting the association between teat-end shape and two minute milk yield, milking unit-on time, and time in low flow rate. Livest. Sci. 205, 88-97. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.09.011.

Wieland, M., Nydam, D.V., Alveby, N., Wood, P., Virkler, P.D., 2018. Teat-end shape and udder-level milking characteristics and their associations with machine milking-induced changes in teat tissue condition. J. Dairy Sci. 101, 11447-11454. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15057.

Zoche-Golob, V., Haverkamp, H., Paduch, J-H., Klocke, D., Zinke C., Hoedemaker, M., Heuwieser, W., Krömker, V., 2015. Longitudinal study of the effects of teat condition on the risk of new intramammary infections in dairy cows. J. Dairy Sci. 98, 910-917. http://dx.doi.org/ 10.3168/jds.2014-8446.

Zucali, M., Reinemann, DJ., Tamburini, A., Bade, RD., 2008. Effects of Liner Compression on Teat-End Hyperkeratosis. In: Written for presentation at the 2008 ASABE Annual International Meeting Sponsored by ASABE Rhode Island Convention Center Providence, Rhode Island.

Table 1. General characteristics of the forty dairy herds included in the study (continuous variables).

Continuous variables	N	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max	P-value[3]
Bulk milk SCC (x 1,000 cells/ml)[1]	34	555,029.41	437,581.26	80,000.00	240,000.00	422,500.00	670,000.00	1,986,000.00	< 0.01
small	15	663,066.67	386,082.24	220,000.00	345,000.00	527,000.00	1,049,000.00	1,466,000.00	
medium	8	748,750.00	609,619.26	180,000.00	315,000.00	520,000.00	1,077,000.00	1,986,000.00	
large	11	266,818.18	155,385.21	80,000.00	176,000.00	240,000.00	320,000.00	670,000.00	
Bulk milk TBC (x 1,000 UFC/ml)[2]	34	56,156.82	87,969.99	1,332.00	6,000.00	16,000.00	69,000.00	399,000.00	< 0.01
small	15	64,088.80	59,224.25	1,332.00	12,000.00	39,000.00	108,000.00	178,000.00	
medium	8	93,875.00	150,952.63	7,000.00	8,000.00	21,000.00	143,500.00	399,000.00	
large	11	17,909.09	42,835.63	3,000.00	4,000.00	5,000.00	7,000.00	147,000.00	
Total daily milk production (L)	38	5,048.38	6,782.78	175.00	591.50	1,400.00	9,300.00	31,000.00	< 0.01
small	15	510.17	234.51	175.00	300.00	450.00	700.00	900.00	
medium	11	2,097.64	1,343.53	750.00	824.00	2,000.00	3,000.00	5,200.00	
large	12	13,426.00	6,299.24	7,000.00	9,650.00	11,747.00	15,250.00	31,000.00	
Number of milkers/shift	40	2.10	1.32	1.00	1.00	2.00	2.00	9.00	< 0.01
small	15	1.47	0.64	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	
medium	11	1.91	0.54	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	
large	12	3.08	1.93	2.00	2.00	3.00	3.00	9.00	
Total number of milkers	40	3.90	3.04	1.00	1.50	2.00	6.50	13.00	< 0.01

small	15	1.53	0.64	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	
medium	11	3.18	1.99	1.00	2.00	2.00	4.00	7.00	
large	12	7.50	2.39	3.00	6.50	7.00	9.00	13.00	
Frequency of trainings/year	40	1.28	1.47	0.00	0.00	1.00	2.00	6.00	< 0.01
small	15	0.60	0.91	0.00	0.00	0.00	1.00	3.00	
medium	11	0.82	1.25	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	
large	12	2.58	1.51	0.00	2.00	2.00	3.50	6.00	
Number of milking units	40	9.30	8.52	2.00	4.00	6.00	12.00	48.00	< 0.01
small	15	3.67	0.90	2.00	3.00	4.00	4.00	5.00	
medium	11	7.27	2.28	4.00	6.00	6.00	10.00	11.00	
large	12	18.83	10.11	10.00	12.00	16.00	20.00	48.00	
Liner replacement interval (days)	32	180.13	164.30	30.00	52.50	122.00	207.00	730.00	< 0.01
small	10	267.00	134.83	122.00	180.00	184.00	365.00	545.00	
medium	9	197.67	207.16	60.00	90.00	122.00	200.00	730.00	
large	11	78.18	97.47	30.00	30.00	45.00	90.00	365.00	
Milking machine age (months)	38	104.50	86.53	2.00	36.00	90.00	144.00	360.00	0.95
small	15	110.27	91.88	4.00	36.00	84.00	168.00	360.00	
medium	11	107.00	95.66	2.00	15.00	108.00	144.00	336.00	
large	12	95.00	77.29	6.00	29.00	90.00	150.00	240.00	
Total milking time (hours)	40	2.80	1.90	0.50	1.25	2.00	4.50	6.50	< 0.01
small	15	1.22	0.54	0.50	1.00	1.25	1.50	2.25	
medium	11	2.22	0.58	1.40	2.00	2.00	3.00	3.00	
large	12	5.29	0.89	4.00	4.50	5.00	6.25	6.50	

[1] Geometric mean somatic cell count of the three previous monthly tests.

[2] Geometric mean total bacteria count of the three previous monthly tests.

[3] P-value derived from ANOVA or the Wilcoxon test.

Table 2. General characteristics of the forty dairy herds included in the study (categorical variables).

Categorical variables	Herd size[1]								
	Total		Small		Medium		Large		P-value[4]
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Breed									0.11
Holstein	23	57.50	5	33.33	6	54.55	11	91.67	
Jersey	4	10.00	2	13.33	2	18.18	1	8.33	
Holstein crossbred	5	12.50	3	20.00	1	9.09	0	0.00	
Holstein and Jersey	8	20.00	5	33.33	2	18.18	0	0.00	
DHIA									< 0.01
Yes	27	67.50	6	40.00	8	72.73	12	100.00	
No	13	32.50	9	60.00	3	27.27	0	0.00	
Number of Milkings/day									< 0.01
Two	22	55.00	14	93.33	7	63.64	0	0.00	
Three	18	45.00	1	6.67	4	36.36	12	100.00	
Parlor type									
Heringbone	35	87.50	13	86.67	11	100.00	10	83.33	0.12
Parallel	2	5.00	0	0.00	0	0.00	2	16.67	
Tandem	1	5.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Flat barn	2	2.50	2	13.33	0	0.00	0	0.00	
Glove wearing									< 0.01
Always	22	55.00	4	26.67	5	45.45	12	100.00	
Never	18	45.00	11	73.33	6	54.55	0	0.00	
Automatic cluster removal									< 0.01
Yes	20	50.00	1	6.67	7	63.64	11	91.67	
No	20	50.00	14	93.33	4	36.6	1	8.33	
Documented Milking procedure									< 0.01
Yes	10	25.00	1	6.67	1	9.09	7	58.33	
No	30	75.00	14	93.33	10	90.91	5	41.67	
Oxytocin use									< 0.01
Yes	12	30.77	8	53.33	4	33.33	0	0.00	
No	27	69.23	7	46.67	8	66.67	12	100.00	
Pre-dipping									0.14
Chlorine tabs	12	32.55	4	33.33	3	25.00	5	41.67	
Chlorine	7	18.92	3	25.00	2	16.67	2	16.67	
Iodine	4	10.81	0	0.00	0	0.00	3	25.00	
Chlorhexidine	1	2.70	0	0.00	1	8.33	0	0.00	
Hydrogen peroxide	1	2.70	0	0.00		0.00	1	8.33	
Lactic acid	8	21.62	2	16.67	5	41.67	1	8.33	
Hydrogen peroxide + lactic acid	2	5.40	2	16.7	0	0.00	0	0.00	

Methyl isothiazoline	1	2.70	1	8.33	0	0.00	0	0.00	
Do not use	1	2.70	0	0.00	1	8.33	0	0.00	
Post-dipping									0.18
Iodine	19	48.72	6	42.86	3	27.27	9	75.00	
Lactic acid	16	41.03	7	63.64	7	63.64	2	16.67	
Chlorhexidine	2	5.13	1	7.14	1	9.09	0	0.00	
Chlorine	1	2.56	0	0.00	0	0.00	1	8.33	
Acetylsalicylic acid	1	2.56							
Working routine									< 0.01
Sequential	34	85.00	15	100.00	12	100.00	7	58.33	
Territorial	6	15.00	0	0.00	0	0.00	5	41.67	
Order of milking procedures[2]									<0.03
JPSA	2	5.00	1	6.67	1	8.33	0	0.00	
LJPSA	3	7.50	3	20.00	0	0.00	0	0.00	
LPJA	1	2.50	1	6.67	0	0.00	0	0.00	
LPJSA	1	2.50	1	6.67	0	0.00	0	0.00	
LPSA	2	5.00	1	6.67	1	8.33	0	0.00	
LSA	2	5.00	0	0.00	2	16.67	0	0.00	
LSJA	1	2.50	1	6.67	0	0.00	0	0.00	
LSPJA	1	2.50	1	6.67	0	0.00	0	0.00	
PJPSA	14	35.00	1	6.67	3	25.00	9	75.00	
PJSA	5	12.50	2	13.33	0	0.00	3	25.00	
PSA	6	15.00	2	13.33	4	33.33	0	0.00	
AS	1	2.50	1	6.67	0	0.00	0	0.00	
TJPSA	1	2.50	0	0.00	1	8.33	0	0.00	
Teat drying material[3]									<0.02
Cloth1cow	2	5.00	0	0.00	1	8.33	1	8.33	
Clothmanycows	6	15.00	4	26.67	2	16.67	0	0.00	
Paper1	17	42.50	3	20.00	3	25.00	10	8.33	
Paper1cloth1cow	1	2.50	0	0.00	1	8.33	0	0.00	
Paper4	14	35.00	8	53.33	5	41.67	1	8.33	
Milk line									<0.05
High	5	12.50	3	20.00	1	9.09	0	0.00	
Medium	8	20.00	12	80.00	2	18.18	7	58.33	
Low	27	67.50	0	0.00	8	72.73	5	41.67	
Scheduled maintenance of milking equipment									0.35
Yes	36	90.00	13	86.67	9	81.82	12	100.00	
No	4	10.00	2	13.33	2	18.18	0	0.00	
Liner material									0.60
Rubber	35	87.50	12	80.00	9	81.82	12	100.00	
Hybrid	2	5.00	1	6.67	1	9.09	0	0	
Silicone	3	7.50	2	13.33	1	9.09	0	0	
Liner type									0.08
Round	33	5.00	14	93.33	10	90.91	7	58.33	
Triangular	5	82.50	1	6.67	0	0.00	4	33.33	

Square	2	5.00	0	0.00	1	9.09	1	8.33	
Liner conditon score									0.06
New	10	25.00	1	6.67	2	18.18	6	50.00	
Worn	24	60.00	10	66.67	8	72.73	5	41.67	
Very worn	6	15.00	4	26.67	1	9.09	1	8.33	

[1] Small: < 50; medium: 50 - 200; large: > 200 cows.

[2] JPSA: forestripping, pre-dipping, teat drying, cluster attachment ; LJPSA: teat washing, forestripping, pre-dipping, teat drying, cluster attachment; LPJA: teat washing, pre-dipping, forestripping, cluster attachment; LPJSA: teat washing, pre-dipping, forestripping, teat drying, cluster attachment; LPSA: teat washing, pre-dipping, teat drying, cluster attachment; LSA: teat washing, teat drying, cluster attachment; LSJA: teat washing, teat drying, forestripping, cluster attachment; LSPJA: teat washing, teat drying, forestripping, cluster attachment; PJPSA: pre-dipping, forestripping, pre-dipping, teat drying, cluster attachment; PJSA: pre-dipping, forestripping, teat drying, cluster attachment; PSA: pre-dipping, teat drying, cluster attachment; AS: teat drying, cluster attachment; TJPSA: cloth towel, forestripping, pre-dipping, teat drying, cluster attachment.

[3] Cloth1cow: drying of teats with one cloth towel per cow; Clothmanycow: drying several cows with a single cloth towel; Paper1: one disposable paper towel per teat; Paper1Cloth1: one cloth towel per cow and one set of disposable paper towels per cow; Paper4: one set of disposable paper towels per cow.

[4] P-value derived from the Chi-square test to compare proportions among herd size categories.

Table 3. Productive, anatomical characteristics and milking parameters of the animals evaluated in the study.

Continuous variables	N	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max	P-value[3]
Days in Milk	210	170.14	117.29	4.00	73.00	152.50	249.00	653.00	0.94
Small	56	167.30	114.96	4.00	76.00	142.00	252.50	453.00	
Medium	78	169.36	108.14	4.00	80.00	155.00	242.00	438.00	
Large	76	173.03	128.93	8.00	67.00	146.00	260.50	653.00	
Milk production/day	198	26.87	9.65	7.00	19.90	26.55	33.00	56.00	<0.01
Small	53	18.90	6.55	7.00	14.00	18.00	23.20	33.80	
Medium	64	26.85	8.81	9.51	20.30	25.85	31.20	56.00	
Large	81	32.10	8.41	9.00	26.60	32.00	36.00	53.00	
Parity	251	2.73	1.88	1.00	1.00	2.00	3.00	12.10	<0.01
Small	83	3.42	2.42	1.00	2.00	3.00	4.00	12.10	
Medium	84	2.67	1.45	1.00	1.00	3.00	3.00	8.00	
Large	84	2.12	1.36	1.00	1.00	2.00	3.00	6.00	
Teat length (cm)									<0.01
Front	320	4.88	1.30	2.00	4.00	5.00	5.70	9.00	
Rear	320	3.98	1.04	2.00	3.00	4.00	5.00	8.00	
Teat width (cm)									<0.01
Front	320	2.58	0.70	1.00	2.00	2.50	3.00	6.50	
Rear	320	2.43	0.57	1.00	2.00	2.00	3.00	5.00	
Pre-dipping contact time (s)[1]	320	73.38	73.21	0.00	32.00	59.50	93.00	701.00	<0.01
small	115	75.63	103.05	0.00	19.00	49.00	92.00	701.00	
medium	99	70.17	58.79	5.00	34.00	54.00	81.00	267.00	
large	106	73.92	38.90	7.00	41.00	73.50	107.00	180.00	
Milk ejection time (s)[2]	320	200.37	128.38	11.00	120.00	175.00	247.00	848.00	<0.01
Small	115	263.73	160.92	83.00	164.00	220.00	300.00	848.00	
Medium	99	187.82	98.95	11.00	110.00	181.00	260.00	480.00	
Large	106	143.84	70.95	24.00	101.00	131.50	173.00	351.00	
Milking Time (s)	318	335.03	126.86	85.00	237.00	320.50	404.00	807.00	<0.01
small	114	369.86	137.58	169.00	282.00	348.00	431.00	807.00	
medium	97	314.28	113.92	85.00	239.00	310.00	385.00	683.00	
large	107	316.76	118.98	123.00	224.00	302.00	400.00	754.00	
Time in overmilking (s)	317	166.62	127.17	0.00	71.00	141.00	230.00	696.00	<0.01
Small	113	222.23	144.12	0.00	118.00	197.00	289.00	696.00	
Medium	97	130.87	101.02	8.00	50.00	99.00	188.00	488.00	
Large	107	140.55	109.09	0.00	54.00	125.00	199.00	481.00	
Short milk tube vacuum at peak milk flow (kPa)	318	33.87	8.48	0.00	32.80	35.85	38.10	51.60	<0.01
small	114	33.36	8.70	0.00	32.90	35.55	37.70	44.60	
medium	97	31.37	10.08	0.10	30.20	34.00	36.50	43.30	
large	107	36.67	5.36	0.00	35.80	37.70	39.00	51.60	
Short milk tube vacuum during overmilking (kPa)	318	37.71	8.71	0.00	37.70	39.60	41.00	52.20	0.04

Small	114	37.68	9.07	0.00	37.10	39.60	41.40	47.50	
Medium	97	35.88	10.74	0.10	37.00	39.00	40.50	44.40	
Large	107	39.40	5.38	0.40	38.40	39.80	41.60	52.20	
Short milk tube vacuum during milking (kPa)	318	35.97	7.94	0.00	34.80	37.70	39.50	51.20	<0.01
small	114	36.43	8.18	0.00	35.00	37.95	39.80	46.30	
medium	97	33.11	10.14	0.10	33.40	35.20	38.10	42.90	
large	107	37.89	3.44	0.00	37.00	38.45	39.90	51.20	
Mouthpiece chamber vacuum at peak milk flow (kPa)	318	14.19	10.31	0.00	5.30	11.70	21.80	39.80	<0.01
small	114	13.27	10.33	0.50	4.90	10.20	20.30	228.00	
medium	97	11.81	9.15	1.30	4.10	8.60	17.50	194.00	
large	107	17.32	10.60	0.00	8.20	15.20	26.50	214.00	

[1] Time between pre-dipping and teat drying.

[2] Time between first touch on teats (forestripping) and cluster attachment.

[3] P-value derived from ANOVA or the Wilcoxon test.

Table 4. Teat characteristics and prevalence of noninfectious pathologies.

			Herd size						
	Total		Small		Medium		Large		P-value[6]
Categorical variables	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Teat shape									< 0.01
Round	307	47.97	94	40.97	99	50.00	114	53.77	
Flat	73	11.41	9	3.91	20	10.10	44	20.75	
Pointed	260	40.63	127	55.22	79	39.90	54	25.47	
Edema									0.25
Yes	50	7.81	21	9.13	18	9.09	11	5.19	
No	590	92.19	209	90.87	180	90.91	201	94.81	
Hyperkeratosis [1]									< 0.01
1	193	30.16	80	34.78	36	18.18	77	36.32	
2	218	34.06	64	27.83	83	41.92	71	33.49	
3	153	23.91	57	24.78	57	28.79	39	18.40	
4	76	11.88	29	12.61	22	11.11	25	11.79	
Ring at teat base									0.05
Yes	291	45.47	97	42.17	106	53.54	88	41.51	
No	349	54.53	133	57.83	92	46.46	124	58.49	
Color[2]									< 0.01
Normal	546	85.31	213	92.61	167	84.34	166	78.30	
Abnormal	94	14.69	17	7.39	31	15.66	46	21.70	
Petechial hemorrhage[3]									0.37
Yes	4	0.63	2	0.87	0	0	2	0.94	
No	636	99.38	228	99.13	198	100	210	99.06	
Abnormal behavior									< 0.01
Yes	114	17.81	30	13.04	50	25.25	34	16.04	
No	526	82.19	200	86.96	148	74.75	178	83.96	
Other lesions[4]									< 0.01
Yes	20	3.13	16	6.96	4	2.02	0	0	
No	620	96.88	214	93.04	194	97.98	212	100	
Bimodal flow[5]									0.16
Yes	44	6.49	12	5.17	12	6.06	20	9.35	
No	634	93.51	220	94.83	186	93.94	194	9.65	

[1] Hyperkeratosis: teat tip hyperkeratosis score using 4-point scale: 1: has no ring; 2: smooth or slightly rough ring; 3: present and rough ring and 4: present and rough ring (Mein et al., 2001).

[2] Teat Color: The teat was rated 0 = normal (pink) or 1 = altered (reddish or blue) on any surface (Mein et al., 2001).

[3] Hemorrhage: categorized as 0 = absent or 1 = present anywhere on the teat surface (Mein et al., 2001).

[4] Other lesions: evaluation of the presence of lesions in the teat epithelium, suggestive of infectious pathologies of the teat, such as wart formation, lacerations, ulcers.

[5] Bimodal flow: flow characterized by interruption of the increase in milk flow observed shortly after insertion of the milking assembly, due to the extraction of only milk stored in the gland cistern, followed by the resumption of increase, stabilization and decline of flow due to extraction. of alveolar milk.

[6] P-value corresponding to the comparison of the proportions between herd values.

Table 5. Evaluation of milking equipment pulsators of the properties included in the study.

Continuous variables	N	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max	P-value[2]
Number of pulsators									< 0.01
Total	40	8.35	8.11	2.00	4.00	5.50	10.50	48.00	
small	15	3.53	0.99	2.00	3.00	4.00	4.00	5.00	
medium	12	6.75	2.42	4.00	5.00	6.00	9.00	11.00	
large	12	16.17	11.17	2.00	11.00	14.00	18.00	48.00	
Pulses per minute									< 0.01
Total	592	60.75	5.88	6.20	59.90	61.30	62.50	85.80	
small	122	58.74	10.09	6.20	59.20	59.81	60.20	85.80	
medium	150	59.89	2.66	46.90	59.60	59.96	60.20	73.80	
large	298	61.93	2.91	28.20	62.00	62.10	62.90	63.70	
Phase A+B (%)[1]									< 0.01
Total	592	61.60	5.01	6.00	60.00	61.40	63.75	82.30	
small	122	58.59	8.60	6.00	59.40	59.92	60.40	70.20	
medium	150	61.61	2.54	47.20	60.00	61.51	64.00	66.50	
large	298	62.88	2.38	59.10	60.81	63.50	63.90	82.30	
Phase C+D (%)[1]									< 0.01
Total	592	38.43	4.95	17.70	36.20	38.60	40.00	94.00	
small	122	41.41	8.60	29.80	39.60	40.10	40.60	94.00	
medium	150	38.40	2.54	33.50	36.00	38.49	40.00	52.80	
large	298	37.11	2.37	17.70	36.10	36.50	39.20	40.60	
Phase A (%)									< 0.01
Total	592	16.21	4.51	1.50	13.15	15.70	18.30	35.10	
small	122	17.22	5.49	1.50	14.43	17.00	19.00	30.60	
medium	150	17.10	5.71	9.60	13.30	15.45	19.70	35.10	
large	298	15.41	2.90	5.60	13.10	14.80	17.87	21.70	
Phase A (ms)									< 0.01
Total	592	160.61	40.41	93.00	127.00	158.50	182.00	339.00	
small	122	174.89	42.95	103.00	150.00	176.00	192.00	297.00	
medium	150	170.63	52.67	94.00	134.00	158.71	193.00	339.00	
large	298	150.96	27.93	93.00	124.83	153.00	173.25	217.00	
Phase B (%)									< 0.01
Total	592	45.34	6.06	4.00	43.00	46.30	48.40	76.00	
small	122	41.38	7.99	4.00	39.89	42.55	45.15	55.60	
medium	150	44.51	5.68	27.60	42.50	45.85	47.70	54.10	
large	298	47.42	3.86	40.40	45.40	47.35	49.80	76.00	
Phase B (ms)									< 0.01
Total	592	452.08	83.53	240.00	427.00	451.00	483.00	1470.00	
small	122	428.52	76.18	240.00	404.00	433.00	466.00	628.00	
medium	150	447.73	65.23	245.00	421.00	459.00	480.00	627.00	
large	298	465.43	91.12	385.00	440.00	455.00	484.00	1470.00	
Phase C (%)									< 0.01
Total	592	12.07	2.42	1.30	10.70	12.20	13.60	18.00	

small	122	11.74	3.25	1.30	9.80	11.55	13.70	18.00	
medium	150	11.69	2.13	5.10	10.70	12.20	13.06	15.50	
large	298	12.31	1.84	5.30	11.30	12.30	13.70	16.60	
Phase C (ms)									0.57
Total	592	126.52	68.51	59.00	108.00	122.00	133.50	999.00	
small	122	141.41	119.57	62.00	100.00	127.00	138.00	999.00	
medium	150	125.14	57.48	59.00	113.00	124.50	132.00	773.00	
large	298	122.60	41.82	79.00	109.00	117.00	132.00	791.00	
Phase D (%)									< 0.01
Total	592	26.35	6.03	12.00	23.35	25.80	28.10	92.50	
small	122	29.65	10.58	16.80	26.10	28.86	30.70	92.50	
medium	150	26.70	3.39	20.10	24.50	26.12	28.50	47.10	
large	298	24.80	2.71	12.00	22.70	24.80	27.18	33.80	
Phase D (ms)									< 0.01
Total	592	299.05	570.89	168.00	228.00	253.00	280.00	8887.00	
small	122	498.14	1249.00	168.00	259.88	298.50	313.00	8887.00	
medium	150	268.60	43.70	187.00	245.00	263.00	286.00	602.00	
large	298	242.01	27.89	181.00	221.00	238.50	259.00	424.00	
Maximum vacuum (kPa)									< 0.01
Total	592	42.83	5.70	17.80	41.40	43.18	46.70	54.10	
small	122	44.18	3.61	33.80	42.50	44.30	46.60	52.60	
medium	150	44.96	3.10	26.40	43.20	45.48	47.50	48.10	
large	298	41.13	6.74	17.80	41.20	42.10	43.60	54.10	

[1] Phases of the pulsation cycle: Phase A: beginning of the pulsation cycle, in which the teat is in its opening process; Phase B: the opening of the liner occurs under vacuum pressure and milk extraction occurs; Phase C: the liner begins to close; Phase D: the liner collapses to massage the teat.

[2] P-value corresponding to the comparison of medians among herd size categories.

CAPÍTULO 3 – Trabalho científico

Artigo a ser enviado para revista *Livestock Science*

(Normas de publicação – ANEXO I)

Fatores de risco para patologias não infecciosas das tetas de vacas leiteiras

F.L.R. Gouvêa[a], L.L. Cardozo[b], M.Z. Troncarelli[c], J. Canal[c] , José C. F. Pantoja[a1]

[a]Department of Veterinary Hygiene and Public Health, Sao Paulo State University, Distrito de Rubiao Junior S/N, Botucatu, Sao Paulo, Brazil, 18618-970

[b]Ordemilk Ltda, Av. Afonso Dresch, 679, Treze Tílias, Santa Catarina, Brazil, 89650-000

[c]Santa Catarina Federal Institute, Concordia Campus, Rodovia SC S/N, Santa Catarina, Brazil, 89703-720

[1]Corresponding author

E-mail: jose.pantoja@unesp.br

Phone number: 55-14-38802092

RESUMO

As patologias das tetas são resultadas de uma interação entre animais, manejo, condição ambiental e equipamento de ordenha. O presente estudo teve como principal motivação contribuir com dados consistentes para a pecuária leiteira na tomada de decisões na adoção de práticas de manejo de ordenha e equipamento para que se priorize a saúde da teta. No presente estudo a identificação dos fatores de risco decorrentes do equipamento e manejo de ordenha, associadas às patologias das tetas foram estudadas. Um total de 40 rebanhos predominantes da raça Holandesa foram selecionados e coletados uma amostra aleatória sistemática de 8 vacas para as avaliações em nível de vaca. Foi utilizado o gravador de vácuo Vadia ® Biocontrol para a realização das mensurações dos níveis de vácuo. Resultados mostraram que as características anatômicas foram mais importantes do que características do equipamento e ordenha na ocorrência de hiperqueratose, para as outras patologias tais como edema, anel de base e coloração as características do equipamento e manejo de ordenha foram mais importantes para ocorrência destas patologias. As chances de hiperqueratose foram 76% menores em tetas com extremidade plana, do que em tetas com extremidades redonda e comparando a sua localização anatômica as chances foram 1,6 maiores em tetas anteriores, em relação às tetas posteriores. As chances de anel de base foram 2,02 e 1,97 vezes maiores em tetas com extremidade apontada e plana, respectivamente, do que em tetas com extremidade redonda. As chances de edema foram 81,1% menores em tetas ordenhadas com equipamentos que possuíam extrator automático, do que em equipamentos sem extrator automático. Os resultados sugerem a grande variabilidade das tetas avaliadas e a importância nas avaliações do manejo e equipamento de ordenha associados a patologias da teta.

Palavras-chave. hiperqueratose, teta, fluxo bimodal, anel de base, sobreordenha

INTRODUÇÃO

A saúde do úbere desempenha um papel importante na pecuária leiteira moderna e é a base para obtenção de um leite de qualidade (Franz et al., 2009). Nesse contexto, as patologias não infecciosas das tetas são fatores de risco para mastite, pois a pele da teta, por meio de seus mecanismos anatomofisiológicos, atua como barreira primária de defesa da glândula mamária (Grindal, 1988; Farnsworth, 1995; Breen et al., 2006). A maioria das patologias das tetas é resultado de uma interação entre animais, manejo, condição ambiental e equipamento de ordenha (Farnsworth, 1995).

Dentre fatores relacionados ao equipamento e manejo de ordenha, configurações de vácuo e pulsação, carga de compressão e tensão da teteira, tempo de ordenha e sobreordenha e desgaste de teteiras têm sido associados a patologias não infecciosas das tetas, tais como mudanças na cor da pele, edema, alongamento do esfíncter da teta, hemorragias, anel de base e hiperqueratose (Farnsworth, 1995; Neijenhuis et al., 2000; Mein et al., 2001). A parcela de contribuição do equipamento de ordenha para incidência de mastite ainda é pouco compreendida. Forças físicas potentes são aplicadas pela máquina de ordenha na teta, em torno de 4 a 10 minutos, 2 ou 3 vezes ao dia (Mein, 2012). A máquina de ordenha pode ser responsável por alterar a saúde da glândula mamária, atuando como fômite na transmissão de infecções durante o processo de ordenha.

Mein e Reinemann (2013) relataram que os principais fatores a serem considerados sobre a condição das tetas e o conforto de ordenha da vaca são, em ordem maior: 1) uso de dimensões de teteiras compatíveis com as dimensões das tetas do rebanho, afetando diretamente a compressão e o vácuo na cabeça da teteira; 2) média de vácuo no copo coletor (vácuo na extremidade da teta), afetando a ocorrência de condições como congestão e hiperqueratose das tetas; 3) tempo de ordenha, resultando,

quando excessivo, em sobreordenha e suas consequências negativas; 4) compressão da parede da teteira, quando aplicada de forma exagerada resulta em congestão e hiperqueratose das tetas; 5) configurações de pulsação, principalmente a duração das fases B (extração de leite) e D (massagem da teta) do ciclo de pulsação.

Testes dinâmicos de vácuo durante a ordenha são ferramentas recentes de excelente utilidade, sendo realizadas em locais estratégicos do conjunto de ordenha, (Allcock, 2013). A aplicação desses testes permite a mensuração de índices relevantes para a saúde das tetas e da glândula mamária, tais como nível de vácuo na extremidade da teta, estimativa de curvas de fluxo de leite, presença de anomalias de fluxo (e.g., fluxo bimodal) e tempo de sobreordenha (Allcock, 2013). Assim, o objetivo deste estudo foi a identificação de fatores de risco decorrentes do equipamento e manejo de ordenha, associados a patologias não infecciosas das tetas de vacas leiteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da FMVZ, UNESP-Botucatu (protocolo 0002/2019).

Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento observacional, de tipo transversal. A pesquisa foi delineada e reportada de acordo com as diretrizes STROBE (MALTA et al., 2010). Uma amostra de conveniência de 40 rebanhos leiteiros nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina foi selecionada para o estudo. As propriedades foram visitadas uma única vez para coleta de dados referentes aos possíveis fatores de risco e às patologias das tetas dos animais. Foi realizada avaliação estática do equipamento de ordenha, avaliação de parâmetros de vácuo aferidos no conjunto de ordenha de vacas

individuais, avaliação de características morfológicas das tetas e identificação de patologias das tetas, como descrito em detalhes no Capítulo 2.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada em nível de quarto mamário, utilizando-se o programa estatístico SAS versão 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, EUA). Inicialmente análises bivariadas (associações não condicionais) foram realizadas para identificar variáveis contínuas e categóricas associadas a cada patologia da teta estudada (Tabela 1). As patologias das tetas foram analisadas como variáveis binárias (ausência = 0 e presença = 1). Hiperqueratose da extremidade da teta foi categorizada em ausente (escores 1 e 2) e presente (escores 3 e 4). Para variáveis explanatórias contínuas, o teste de Wilcoxon (PROC NPAR1WAY, SAS Institute) foi utilizado para comparar a mediana de cada variável entre tetas com ausência ou presença de cada patologia. Para variáveis explanatórias categóricas, o teste de Qui-quadrado foi utilizado para comparar a proporção de ocorrência de cada patologia das tetas, entre as categorias de cada variável explanatória (Tabela 2).

Subsequentemente, variáveis individualmente associadas às patologias estudadas foram submetidas à análise multivariada para construção de modelos estatísticos finais. Modelos mistos generalizados (regressão logística) foram construídos com PROC GLIMMIX (SAS Institute) para estimar as chances de ocorrência de cada patologia estudada, em função das variáveis explanatórias consideradas. Fazenda foi incluída nos modelos como termo aleatório, para considerar a correção entre medidas realizadas dentro do mesmo rebanho.

RESULTADOS

Fatores associados à hiperqueratose da extremidade das tetas

Uma série de variáveis relacionadas às características anatômicas das tetas, aos parâmetros de ordenha e ao equipamento de ordenha foram associadas individualmente à presença de hiperqueratose (Tabelas 1 e 2). No entanto, somente características das vacas, tais como formato da teta e posição da teta permaneceram associadas à presença de hiperqueratose na análise multivariada (Tabela 3). As chances de hiperqueratose foram 76% menores em tetas com extremidade plana, do que em tetas com extremidade redonda (razão das chances (RC) = 0,24; Tabela 3). As chances de hiperqueratose foram 1,6 vezes maiores em tetas anteriores, em relação às tetas posteriores (RC = 1,55; Tabela 3).

Fatores associados ao edema de teta

Uma série de variáveis relacionadas aos parâmetros de ordenha e ao equipamento de ordenha foram associadas individualmente à presença de edema nas tetas (Tabelas 1 e 2). Características tais como paridade das vacas, presença de fluxo bimodal, uso de extrator automático no equipamento de ordenha, fase B do ciclo de pulsação e vácuo máximo do sistema permaneceram associadas à presença de edema de teta na análise multivariada (Tabela 3).

As chances de edema foram 2,82 vezes maiores em tetas de vacas de primeira lactação, do que em vacas de >1 lactação (RC = 2,82; Tabela 3). As chances de edema foram 81,1% menores em tetas ordenhadas com equipamentos que possuíam extrator automático, do que em equipamentos sem extrator automático (RC = 0,19; Tabela 3).

Um aumento de 1 kPa no vácuo máximo do sistema foi associado a um aumento de 14% nas chances de ocorrência de edema na teta (RC 1,14; Tabela 3). Um aumento de 1 ms na fase B do ciclo de pulsação foi associado a um aumento de 0,1% nas chances de ocorrência de edema na teta (Tabela 3).

Fatores associados ao anel de base da teta

Variáveis relacionadas às características anatômicas das tetas e aos parâmetros de ordenha foram associadas individualmente à presença de anel de base na teta (Tabelas 1 e 2). Características, tais como paridade das vacas, formato da extremidade da teta e tempo de ordenha permaneceram associadas à presença de anel de base na teta na análise multivariada (Tabela 3).

As chances de anel de base foram 1,80 vezes maiores em tetas de vacas de primeira lactação, do em vacas de >1 lactação (RC = 1,80; Tabela 3). As chances de anel de base foram 2,02 e 1,92 vezes maiores em tetas com extremidade apontada e plana, respectivamente, do que em tetas com extremidade redonda (Tabela 3). Um aumento de 1 segundo no tempo de ordenha foi associado a um aumento de 0,2-0,6% nas chances de ocorrência de anel de base na teta (Tabela 3).

Fatores associados à cianose das tetas após a ordenha

Uma série de variáveis relacionadas às características anatômicas das tetas, aos parâmetros de ordenha e ao equipamento de ordenha foram associadas individualmente à presença de cianose nas tetas (Tabelas 1 e 2). No entanto, somente características dos parâmetros de ordenha e ao equipamento de ordenha, tais como presença de fluxo bimodal, uso de extrator automático no equipamento de ordenha, escore de condição de uso da teteira, tempo de sobreordenha, nível de vácuo na cabeça da teteira e fases B e C

do ciclo de pulsação permaneceram associadas à presença de cianose na análise multivariada (Tabela 3).

As chances de cianose na teta foram 68,30% menores em tetas ordenhadas sem a ocorrência de fluxo bimodal no início da ordenha, do que em tetas ordenhadas com a ocorrência de fluxo bimodal (RC = 0,31; Tabela 3). As chances de cianose foram 2,81 vezes maiores em tetas ordenhadas com equipamentos que não possuíam extrator automático, do que em tetas ordenhadas com equipamentos com extrator automático (RC = 2,81; Tabela 3). As chances de cianose foram 65,40% e 77,4% menores em tetas ordenhadas com teteiras desgastadas (RC = 0,35) ou muito desgastadas (RC = 0,27), respectivamente, do que em tetas ordenhadas com teteiras novas (Tabela 3).

Um aumento de 1 kPa no vácuo na cabeça da teteira foi associado a um aumento de 2% nas chances de ocorrência de cianose na teta (RC 1,02; Tabela 3). Um aumento de 1 ms na fase C do ciclo de pulsação foi associado a uma diminuição de 2% nas chances de ocorrência de cianose na teta (RC 0,98; Tabela 3). Um aumento de 1 ms na fase B do ciclo de pulsação foi associado a um aumento de 0,3-1,1% nas chances de ocorrência de cianose na teta (Tabela 3).

DISCUSSÃO

A importância deste estudo foi relatar as patologias das tetas associadas com os fatores de risco decorrentes das características morfológicas e do equipamento e manejo de ordenha. Para isso, foi utilizado um medidor de vácuo de alta tecnologia (VaDia, Biocontrol), que pode ser utilizado de forma prática por consultores durante a ordenha.

Este estudo proporcionou dados pouco relatados na literatura científica, auxiliando assim a pecuária leiteira e indústria de laticínios a tomarem decisões nas quais poderão propiciar melhorias na produtividade leiteira e bem-estar dos animais.

Características anatômicas das tetas foram mais importantes do que características do equipamento e ordenha quando a hiperqueratose esteve presente. Em concordância com estudos prévios (Bakken, 1981, Wieland et al., 2018), tetas com extremidade plana tiveram menor ocorrência de hiperqueratose, provavelmente devido a menor força de compressão exercida pela teteira durante o processo de ordenha. Devido a associação existente entre hiperqueratose grave e a ocorrência de mastite (Neijenhuis et al., 2000), tais resultados devem ser considerados em programas de seleção genética.

Embora fatores do equipamento de ordenha e manejo estudados no presente estudo e em estudos anteriores, tais como material da teteira, duração da ordenha, tempo em sobreordenha (Zucali et al., 2009) tempo de estímulo, taxa de pulsação, nível de vácuo no tubo curto de leite durante a ordenha, fases do ciclo de pulsação tenham sido associadas à ocorrência de hiperqueratose de forma individual (Tabela 1 e 2), não permaneceram na análise multivariada devido aos maiores efeitos das características anatômicas das tetas.

Na ocorrência de edema na teta, as características do equipamento e ordenha foram mais importantes do que características morfológicas das tetas. Hamann et al. (1993), relataram que o nível de vácuo e condições de ordenha tem um efeito maior sob a pele da teta na ocorrência de edema. No presente estudo foi possível aferir que o aumento de 1 kPa no vácuo máximo do sistema e aumento de 1 ms na fase B do ciclo de pulsação foi associado a aumento na ocorrência de edema na teta em 14% e 1%, respectivamente (Tabela 3), ressaltando a importância da utilização de ajustes apropriados de vácuo e pulsação.

Avaliando-se o uso de extrator automático em equipamentos de ordenha foi possível verificar a sua importância na rotina diária em propriedades leiteiras, visto que as chances de edema foram 81,1% menores em tetas ordenhadas com equipamentos que

possuíam extrator automático, do que em equipamentos sem extrator automático (Tabela 3). Estes resultados reforçam a teoria de que condições de ordenha insatisfatórias, tais como alto nível de vácuo e equipamento de ordenha sem extrator automático, favorecem a ocorrência de edema na teta.

No entanto, apesar dos fatores estudados relacionados ao equipamento de ordenha no presente estudo e em estudos anteriores (Hamann et al., 1993; Mein et al., 2001), como o nível máximo de vácuo durante a ordenha, terem sido associados à ocorrência de edema na teta de forma individual (Tabela 1 e 2), não permaneceram na análise multivariada devido aos maiores efeitos das seguintes características: paridade, presença de fluxo bimodal no início de ordenha e comprimento da fase B do ciclo de pulsação no modelo multivariado final.

A princípio a formação de anel de base na teta foi associada a características morfológicas da teta e do equipamento de ordenha. Mein, (2001) e Hillerton et al. (2000) reportaram que os principais fatores de risco associados a ocorrência de anel de base na teta, foram o peso do conjunto de ordenha, tempo de sobreordenha e o nível de vácuo aplicado durante o tempo de sobreordenha. A sobreordenha é facilmente diagnosticada na rotina de ordenha com a observação de alguns parâmetros tais como: coloração das tetas e formação de anel de base após a desacoplagem do conjunto de ordenha, e vacas incomodadas durante a ordenha. No presente estudo foi possível aferir que as características anatômicas das tetas tiveram uma correlação com a ocorrência de anel de base, no qual as chances foram 2,02 e 1,92 vezes maiores em tetas com extremidade apontada e plana, respectivamente, do que em tetas com extremidade redonda (Tabela 3). Mein (1973) ressaltou que ao final do processo de ordenha normalmente ocorre uma restrição súbita no fluxo de leite, promovendo uma queda acentuada na força de atrito entre a parede da teta e parede do barril da teteira,

proporcionando uma inversão dessa força para o bocal da teteira e parede da teta, predispondo a ocorrência de anel de base. Correlacionando essa teoria com os resultados deste estudo, foi possível observar que o aumento de 1 segundo no tempo de ordenha foi associado a um aumento de 0,2-0,6% nas chances de ocorrência de anel de base na teta (Tabela 3), visto que, um tempo maior de ordenha poderá predispor na inversão na força de atrito entre a parede da teta e parede do barril da teteira.

Reinemann (2012) observou que durante o processo de ordenha as tetas mais afetadas são as curtas, pois não ocorre o aprofundamento adequado na teteira, resultando em menor compactação da teteira e maior risco de congestionamento e edema. No presente estudo foi possível aferir que as chances ocorrência de anel de base foram 1,80 vezes maiores em tetas de vacas de primeira lactação, do que aquelas de >1 lactação, provavelmente devido ao fato de que vacas de primeira lactação possuem menores dimensões das tetas.

As características do equipamento e da ordenha foram mais importantes do que características anatômicas da teta na ocorrência de cianose na teta. Hillerton et al. (2000) e Mein et al. (2001) descreveram que em casos extremos as tetas tornam-se cianóticas após a remoção do conjunto de ordenha. Tais mudanças na cor são devidas ao tempo de sobreordenha, formatos de teteira inadequados (largos e ou cônicos), barril superior mais largos, peso do conjunto de ordenha, ciclo de pulsação defeituoso, alto vácuo de ordenha e incompatibilidade entre o tipo de material da teteira e o tamanho médio das tetas dentro de um rebanho. Em concordância com a relação da cianose das tetas e configurações do equipamento de ordenha os resultados deste estudo mostraram que tetas ordenhadas em equipamentos sem o sistema de extração automático possuíram chances 2,81 vezes maiores de ocorrência de cianose nas tetas do que aquelas ordenhadas em sistemas de ordenha dotados de extrator automático.

Ainda correlacionando o equipamento de ordenha com a cianose das tetas foi possível observar que um aumento de 1 kPa no vácuo na cabeça da teteira foi associado a um aumento de 2% nas chances de ocorrência de cianose nas tetas. Avaliando-se as fases C e B do ciclo de pulsação das tetas ordenhadas e a ocorrência de cianose, verificou-se que um aumento de 1ms na fase C do ciclo de pulsação foi associado a uma diminuição de 2% nas chances de ocorrência de cianose na teta e quando ocorreu um aumento de 1 ms na fase B do ciclo de pulsação, este foi associado a um aumento de 0,3-1,1% nas chances de cianose da teta (Tabela 3).

Limitações do estudo

Uma das limitações deste estudo foi a falta de dados zootécnicos de alguns dos rebanhos visitados durante o período de coleta de dados, muitos destes não realizavam o controle de dias em lactação (DEL), controle de paridade dos animais e sua produção leiteira diária, com isso houve uma diminuição do tamanho da amostra para realização de algumas análises.

CONCLUSÕES

Os resultados sugerem a importância da avaliação da rotina diária de ordenha e equipamento, com auxílio de um equipamento moderno e de fácil execução pelo médico veterinário responsável, com o objetivo de detectar os fatores de risco para patologias das tetas, além de, proporcionar uma maior eficiência na ordenha e bem-estar animal. Os fatores de risco identificados podem ser manejados nas propriedades rurais, para prevenir a ocorrência de patologias das tetas em vacas leiteiras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos produtores rurais e funcionários participantes do estudo pela cooperação voluntária. A GEA pelo fornecimento de equipamento e treinamento para realização do estudo, em especial Roger Vallim. A bolsa de mestrado de Fábio Lucas Rezende de Gouvêa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), processo: 170847/2017-9.

REFERÊNCIAS

Allcock, J., and E. Postma. 2013. Understanding dynamic milking machine tests. UK Vet Livestock. 18:24-29.

Bakken, G. 1981. Relationships between udder and teat morphology, mastitis and milk production in Norwegian Red Cattle. Acta Agric. Scand. 31:438-444.

Breen, J. E., M. J. Green, and A. J. Bradley. 2006. Hyperkeratosis of the teat-end: methods of assessment, interpretation of teat-end scores and relationship with clinical and sub-clinical mastitis. UK Vet. 11:1-6.

Farnsworth, R. J. 1995. Observations on teat lesions. Page 28-33 in Proc. Minnesota Dairy Health Conf., Univ. Minnesota, Minneaolis.

Franz, S., M. Floek, and M. Hofmann-Parisot. 2009. Ultrasonography of the bovine udder and teat. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 25:669-685.

Grindal, R. J. 1988. II. The role of the milking machine in mastitis. Br. Vet. J. 144:524-533.

Hamann, J., G. A. Mein, and S. Wetzel. 1993. Teat tissue reactions to milking: effects of vacuum level. J. Dairy Sci. 76:1040-1046.

Hillerton, J. E., I. Ohnstad, J. R. Baines, and K. A. Leach. 2000. Changes in cow teat tissue created by two types of milking cluster. J Dairy Res. 67:309-317.

Malta, M., L. O. Cardoso, F. I. Bastos, M. M. Ferreira, M. M. F. Magnanini, and C. M. F. P. Silva. 2010. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. Rev. Saúde Pública. 44:559-565.

Mein, A. G., D. Reinemann, P. D. Thompson. (2013). Understanding the milking machine: the contribution of cyclic liner compression to effective pulsation. NMC Annu. Meet. Proc. 71-75.

Mein, G. A. 2012. The role of the milking machine in mastitis control. Vet. Clin. Food Anim. Pract. 28:307-320.

Mein, G. A., C. C. Thiel, D. R. Westgarth, and R. J. Fulford. 1973. Friction between the teat and teatcup liner during milking. J. Dairy Res. 40:191-206.

Mein, G. A., F. Neijenhuis, W. F. Morgan, D. J. Reinemann, J. E. Hillerton, J. R. Baines, and R. Farnsworth. 2001. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. Pages 347-351 in 2nd Int. Symp. Mastitis Milk Qual. Proc., Vancouver. NMC, Vancouver.

Neijenhuis, F., H. W. Barkema, H. Hogeveen, and J. P. Noordhuizen. 2000. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. J. Dairy Sci. 83:2795-2804.

Rasmussen, M. D. 2004. Overmilking and teat condition. NMC Annu. Meet. Proc. 169-175.

Reinemann, D.J., 2012. The smart position on teat condition. In: Proceedings of the New Zealand Milk Quality Conference. 1.

Wieland, M., D. V. Nydam, N. Alveby, P. Wood, and P. D. Virkler. 2018. Teat-end shape and udder-level milking characteristics and their associations with

machine milking-induced changes in teat tissue condition. J. Dairy Sci. 101(12):11447-11454.

Zucali, M., L. Bava, C. Penati, and A. Tamburini. 2009. Effect of liner characteristics on teat apex condition and milk flow traits. Ital. J. Anim. Sci. 8(Suppl. 2):447-449.

Tabela 1. Associação não ajustada entre variáveis explanatórias contínuas e patologias das tetas.

Variável	N	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Valor-P[3]
Comprimento da teta (cm)							P<0,002
Hiperqueratose S	235	4,68	1,33	5,00	4,00	5,30	
Hiperqueratose N	441	4,37	1,29	4,00	3,80	5,00	
Largura da teta (cm)							P<0,043
Hiperqueratose S	235	2,57	0,64	2,50	2,00	3,00	
Hiperqueratose N	441	2,47	0,64	2,00	2,00	3,00	
Tempo de estímulo (s)							P<0,048
Hiperqueratose S	235	207,91	120,96	188,00	132,00	259,00	
Hiperqueratose N	441	198,54	128,78	173,00	116,00	241,00	
Pulsos por minuto							P<0,002
Hiperqueratose S	233	60,13	2,45	60,10	59,60	62,00	
Hiperqueratose N	441	60,36	4,47	60,30	59,70	62,10	
Fase A (ms)							P<0,001
Hiperqueratose S	233	153,77	33,92	151,00	134,00	167,00	
Hiperqueratose N	441	162,38	32,35	158,00	145,00	180,00	
Fase C (ms)							P<0,001
Hiperqueratose S	233	120,10	19,13	118,00	108,00	129,00	
Hiperqueratose N	441	126,20	23,03	125,00	112,00	140,00	
Fase D (ms)							P<0,031
Hiperqueratose S	233	266,91	30,89	268,00	248,00	285,00	
Hiperqueratose N	441	260,30	49,11	255,00	223,00	283,00	
Fase A+B (ms)							P<0,036
Hiperqueratose S	233	61,23	2,47	60,30	59,80	63,00	
Hiperqueratose N	441	61,38	3,28	61,80	59,80	63,50	
Fase C+D (ms)							P<0,036
Hiperqueratose S	233	38,76	2,47	39,70	37,00	40,20	
Hiperqueratose N	441	38,61	3,28	38,20	36,50	40,20	
Vácuo total (kPa)[1]							P<0,030
Edema S	50	38,20	3,65	38,60	35,20	40,60	
Edema N	618	35,80	8,15	37,55	34,70	39,40	
Vácuo máximo (kPa)[2]							P<0,010
Edema S	50	45,99	2,09	46,25	44,70	47,80	
Edema N	624	45,20	3,03	44,80	43,00	47,20	
Largura da teta (cm)							P<0,026
Anel de base S	298	2,58	0,72	2,50	2,00	3,00	
Anel de base N	378	2,44	0,57	2,00	2,00	3,00	
Tempo de estímulo (s)							P<0,008
Anel de base S	298	190,85	125,14	158,00	114,00	238,00	
Anel de base N	378	210,42	126,35	187,00	125,00	259,00	

Tempo de ordenha (s)							P<0,007
Anel de base S	294	353,53	135,45	342,00	239,00	424,00	
Anel de base N	374	325,04	126,93	310,00	233,00	400,00	
Vácuo durante pico de fluxo de leite (kPa)							P<0,016
Anel de base S	294	34,41	8,06	36,20	33,50	38,40	
Anel de base N	374	33,55	8,53	35,60	32,00	37,90	
Vácuo durante sobreordenha (kPa)							P<0,011
Anel de base S	294	38,11	8,59	39,75	37,90	41,10	
Anel de base N	374	37,61	8,51	39,20	37,30	40,90	
Total kPa							P<0,029
Anel de base S	294	36,20	8,19	37,90	35,10	39,70	
Anel de base N	374	35,81	7,72	37,40	34,60	39,50	
Pulsos por minuto							P<0,013
Anel de base S	298	60,14	3,82	60,10	59,60	62,00	
Anel de base N	376	60,40	3,95	60,20	59,90	62,10	
Fase A (ms)							P<0,018
Anel de base S	298	156,31	34,74	155,00	130,00	169,00	
Anel de base N	376	161,86	31,62	157,00	144,50	179,00	
Fase B (ms)							P<0,016
Anel de base S	298	457,67	63,93	458,00	436,00	488,00	
Anel de base N	376	450,21	57,61	451,00	425,50	482,00	
Fase D (ms)							P<0,011
Anel de base S	298	264,74	38,58	265,00	244,00	286,00	
Anel de base N	376	260,89	47,46	255,00	230,00	283,00	
Tempo de estímulo (s)							P<0,004
Coloração S	97	172,65	103,67	143,00	97,00	230,00	
Coloração N	579	206,68	128,91	183,00	124,00	255,00	
Total kPa							P<0,007
Coloração S	97	36,06	9,63	38,50	36,60	40,30	
Coloeação N	571	35,97	7,61	37,40	34,70	39,40	
Sobreordenha (s)							P<0,011
Coloração S	97	153,65	153,64	89,00	53,00	230,00	
Coloração N	570	170,35	122,78	154,00	75,00	234,00	
Vácuo pico de leite (kPa)							P<0,001
Coloração S	97	34,40	9,76	37,30	34,70	38,90	
Coloração N	571	33,85	8,07	35,60	32,70	38,00	
Vácuo sobreordenha (kPa)							P<0,011
Coloração S	97	37,29	11,12	40,10	38,60	41,70	
Coloração N	571	37,92	8,03	39,40	37,60	40,90	
Vácuo cabeça teteira pico de leite (kPa)							P<0,001
Coloração S	97	18,33	10,98	17,30	8,50	25,40	
Coloração N	571	13,29	9,85	10,30	5,20	20,30	

Fase A (ms)							P<0,001
Coloração S	97	145,21	30,42	143,00	118,00	162,00	
Coloração N	577	161,79	32,99	157,00	145,00	178,00	
Fase B (ms)							P<0,001
Coloração S	97	473,79	66,95	483,00	455,00	491,00	
Coloração N	577	450,10	58,79	450,00	426,00	482,00	
Fase C (ms)							P<0,001
Coloração S	97	125,30	15,97	126,00	115,00	135,00	
Coloração N	577	123,89	22,80	121,00	110,00	137,00	
Fase D (ms)							P<0,001
Coloração S	97	245,76	35,80	252,00	216,00	267,00	
Coloração N	577	265,42	44,37	263,00	240,00	285,00	
Vácuo máximo (kPa)							P<0,001
Coloração S	97	44,94	2,40	45,70	42,50	47,00	
Coloração N	577	45,31	3,06	44,80	43,40	47,20	

[1] Vácuo total kPa: é a média de todos os níveis de vácuo mensurados (vácuo coletor, vácuo cabeça da teteira, vácuo tubo curto de pulsação) durante o início da ordenha até o seu final.

[2] Vácuo máximo kPa: nível de vácuo no sistema de pulsação, medida referente ao nível de vácuo dentro da câmara de pulsação (vácuo nominal).

[3] Valor-P correspondente a comparação das medianas entre as categorias de tamanho de rebanho.

Tabela 2. Associação não ajustada entre variáveis explanatórias categóricas e patologias das tetas.

Variável	Hiperqueratose		Edema		Anel base		Cor	
	%	N	%	N	%	N	%	N
Dias em lactação								
<100	34,76	57/164	9,15	15/164	44,51	73/164	13,41	22/164
100-200	22,55	23/102	4,90	5/102	34,31	35/102	8,82	9/102
>200	31,61	55/174	8,05	14/174	44,83	78/174	20,11	35/174
Paridade								
1	27,78	45/162	10,49	17/162	54,32	88/162	24,07	39/162
>1	37,22	134/360	5,56	20/360	41,94	151/360	11,11	40/360
Posição da teta								
Anterior	37,98	128/337	8,01	27/337	43,62	147/337	14,84	50/337
Posterior	31,75	107/337	6,82	23/337	44,21	149/337	13,95	47/337
Forma da teta								
Apontada	38,32	105/274	7,30	20/274	51,46	141/274	12,77	35/274
Plana	14,29	11/77	5,19	4/77	41,56	32/77	22,08	17/77
Redonda	36,84	119/323	8,05	26/323	38,08	123/323	13,93	45/323
Fluxo bimodal[1]								
Sim	38,64	17/44	15,91	7/44	43,17	272/630	13,33	84/630
Não	34,60	218/630	6,83	43/630	54,55	24/44	29,55	13/44
Raça								
Girolando	38,75	31/80	3,75	3/80	43,72	35/80	8,75	7/80
Holandês	32,91	129/392	7,14	28/392	48,21	189/392	17,35	68/392
Holandês/ Jersey	50,00	66/132	12,88	17/132	40,91	54/132	12,12	16/132
Jersey	12,86	9/70	2,86	2/70	25,71	18/70	8,57	6/70
Uso de extrator automático								
Sim	34,20	119/348	11,04	36/326	46,63	152/326	11,04	36/326
Não	35,58	116/326	4,02	14/348	41,38	144/348	17,53	61/348
Material da teteira								
Borracha	32,83	197/600	7,00	42/600	41,50	249/600	14,17	85/600
Borracha hibrida	63,33	19/30	6,67	2/30	76,67	23/30	40,00	12/30
Silicone	43,18	19/44	13,64	6/44	54,55	24/44	0,00	0/44
Forma da teteira								
Quadrada	36,11	13/36	0	0,00	63,89	23/36	0,00	0/36
Redonda	37,73	209/554	8,84	49/554	44,04	244/544	15,70	87/554

Triangular	15,48	13/84	1,19	1/84	34,52	29/84	11,90	10/84
Escore de uso da teteira								
Nova	38,69	65/168	5,95	10/168	44,64	75/168	30,36	51/168
Desgastada	30,69	124/404	6,93	28/404	43,32	175/404	10,15	41/404
Muito desgastada	45,10	46/102	11,76	12/102	45,10	46/102	4,90	5/102

[1] Fluxo bimodal: fluxo caracterizado pela interrupção do aumento de fluxo de leite observado logo após a inserção do conjunto de ordenha, devido a extração somente do leite armazenado na cisterna da glândula, seguido pela retomada do aumento, estabilização e declínio do fluxo, devido a extração do leite alveolar.

Tabela 3. Modelos multivariados finais para pesquisa de fatores de risco para patologias das tetas.

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Valor-P	Razão das chances[4]	Intervalo de confiança 95%
Hiperqueratose[1]					
Intercepto	-0,748	0,340			
Paridade			0,065		
1	-0,532	0,287		0,588	0,334-1,034
>1	Ref.			Ref.	
Formato da teta			0,007		
Apontada	-0,147	0,249		0,863	0,529-1,408
Plana	-1,449	0,460		0,235	0,095-0,580
Redonda	Ref.			Ref.	
Posição da teta					
Anterior	0,441	0,218	0,043	1,554	1,013-2,384
Posterior	Ref.			Ref.	
Edema					
Intercepto	**-11,325**	3,286			
Paridade			0,005		
1	1,036	0,367		2,82	1,368-5,809
>1	Ref.			Ref.	
Fluxo bimodal			0,0009		
Não	-1,664	0,499		0,189	0,071-0,505
Sim	Ref.			Ref.	
Extrator			0,001		
Não	1,253	0,395		3,50	1,612-7,599
Sim	Ref.			Ref.	
Fase B ms			0,011		
	0,006	0,002		1,00	1,001-1011
			0,028		
Vácuo Máximo	0,135	0,062		1,14	1,014-1,294
Anel de base[2]					
Intercepto	**-2,211**	0,545			
Paridade			0,037		
1	0,589	0,282		1,80	1,035-3,142

>1	Ref.			Ref.	
Formato da teta			0,016		
Apontada	0,704	0,262		2,02	1,208-3,385
Plana	0,654	0,386		1,92	0,901-4,106
Redonda	Ref.			Ref.	
			0,0002		
Tempo de ordenha	0,004	0,001		1,00	1,002-1,006
Coloração – cianose[3]					
Intercepto	**-12,687**	348,48			
Fluxo bimodal			0,003		
Não	-1,150	0,391		0,317	0,147-0,684
Sim	Ref.			Ref.	
Uso de extrator automático			0,001		
Não	1,0315	0,3289		2,805	1,471-5,351
Sim	Ref.			Ref.	
Material da teteira			<,0001		
Borracha	13,078	348,48		>999,999	<0,001->999,999
Borracha híbrida	15,590	348,48		>999,999	<0,001->999,999
Silicone	Ref.			Ref.	
Escore de uso da teteira			0,001		
Muito desgastada	-1,323	0,574		0,266	0,086-0,822
Desgastada	-1,061	0,298		0,346	0,193-0,621
Nova	Ref.			Ref.	
Sobreordenha	-0,003	0,001	0,008	0,997	0,995-0,999
Vácuo na cabeça da teteira no pico de leite	0,0267	0,011	0,021	1,02	1,004-1,051
Fase B (ms)	0,007	0,002	0,0005	1,00	1,003-1,011
Fase C (ms)	-0,016	0,004	0,0002	0,98	0,975-0,992

[1]Hiperqueratose: escore de hiperqueratose da extremidade das tetas, utilizando escala de 4 pontos: 1: não apresenta anel; 2: anel liso ou ligeiramente áspero; 3: anel presente e áspero e 4: anel presente e muito áspero (Mein et al., 2001).

[2]Anel de base: formação de um edema na base da teta, categorizado em 0 = ausente ou 1= presente (Mein et al., 2001).

[3]Coloração das tetas: as tetas foram avalidas como 0 = normal (coloração rósea) ou 1 = alterada (avermelhada ou azul) em qualquer parte da superfície (Mein et al., 2001).

[4]Razão das chances derivada de um modelo linear generalizado (regressão logística).

CAPÍTULO 4

DISCUSSÃO GERAL

Os rebanhos inseridos no estudo produziam entre 175 e 31.000 L de leite/dia, com CCS e CBT variando entre 80.000 – 1.986.000 células/mL e 1.332 – 399.000 UFC/mL, respectivamente. Ambas CCS e CBT foram negativamente correlacionadas ao tamanho de rebanhos, salientando as diferenças entre as propriedades avaliadas e indicando a necessidade de políticas públicas, principalmente voltadas aos pequenos produtores, para que estes valores possam vir a melhorar, por meio de incentivos e apoio técnico, e assim alcançar as parâmetros exigidos pela Instrução Normativa 77.

Além de produzirem leite de melhor qualidade, os rebanhos grandes foram compostos de maior proporção (91,67%) de animais da raça Holandesa, raça de alta produtividade. Porém é uma raça exigente que necessita de instalações nas quais sejam possíveis o conforto térmico e altos investimentos, compatíveis com a realidade de propriedades maiores.

O sistema de ordenha mais prevalente foi “espinha de peixe” (87,50%), mostrando a falta de adoção de sistemas mais modernos e eficientes de ordenha, como o lado-a-lado e carrossel, amplamente utilizados em países desenvolvidos. Para as condições brasileiras, o sistema “espinha de peixe” ainda apresenta vantagens, como facilidade de execução dos procedimentos de ordenha, menor custo e também facilidade de manutenção e instalação.

As características anatômicas das tetas observadas no presente estudo foram similares às reportadas por estudos prévios realizados em diversas partes do mundo, sendo tetas anteriores maiores do que as posteriores, e em sua maioria, de formato redondo (47,97%). A proporção de tetas de formato redonda aumentou com o tamanho dos rebanhos, provavelmente em reflexo da raça Holandesa. É importante ressaltar a grande variabilidade das dimensões das tetas, o que dificulta o uso de equipamentos adequados, como teteiras, para a maioria dos animais. Assim, a padronização genética dos animais dever ser objetivo primário para melhoria das condições de ordenha, saúde da glândula mamária e produtividade dos animais.

A prevalência de patologias não infecciosas das tetas, tais como, edema, anel de base e dor durante a ordenha foi de 0,63%, 7,81%, 45,47% e 17,81%, respectivamente. Patologias relacionadas ao equipamento de ordenha, como anel de base coloração anormal foram mais comuns em rebanhos grandes, em concordância com os maiores

níveis de vácuo no sistema e no conjunto de ordenha observados. Esses achados refletem, provavelmente, condições mais agressivas de ordenha utilizadas para maior velocidade e número de animais. Dessa forma, resultados desse estudo devem ser usados para destacar que conforto de ordenha é uma prioridade em rebanhos mais tecnificados no Brasil.

Independentemente do tamanho do rebanho, inúmeros fatores do equipamento e do manejo de ordenha foram fortemente associados às patologias das tetas, mostrando a importância da correta manutenção e escolha de acordo com as características das tetas de cada rebanho, assim como do conhecimento técnico dos produtores e colaboradores.

Dentre equipamentos de ordenha modernos, somente metade das propriedades utilizavam extrator automático de conjunto de ordenha, fator associado com patologias como anel de base e edema, devido ao maior tempo de sobreordenha. Assim, resultados desse estudo indicam que investimento em extratores automáticos devem ser prioridade na população de rebanhos estudada.

Outro fator que implica na saúde da teta e consequente qualidade de ordenha é a condição de uso da teteira. No presente estudo, 60% das tetas foram ordenhadas com teteiras desgastadas, sendo que esta condição foi mais prevalente em propriedades médias e pequenas (66,67% e 72,73%, respectivamente). Embora a manutenção periódica do equipamento era realizada em todos os rebanhos grandes, a prática não foi adotada em 13,33% e 18,18% das propriedades pequenas e médias, respectivamente, ressaltando as dificuldades encontradas pelos pequenos produtores para manutenção adequada do equipamento de ordenha.

Além de deficiências do equipamento, pequenas propriedades adotaram, em menor proporção, boas práticas de ordenha, tais como uso de luvas e rotina de trabalho territorial, demostrando que a falta de conhecimento técnico ainda é um fator limitante nessa categoria de produção. Avaliando-se os resultados obtidos com relação aos procedimentos de rotina de ordenha é possível concluir que há necessidade de implementação de programas sociais de entidades governamentais e não governamentais, nos quais levem o conhecimento ao pequeno e médio produtor, buscando o seu aprendizado das boas práticas de ordenha e que com isso seja possível o mesmo aplicar os conhecimentos no seu manejo diário em sua propriedade, refletindo diretamente na qualidade do leite produzido, saúde pública e bem-estar animal. Ademais, os resultados deste estudo são sugestivos da importância em que se deve ter com a regulagem e escolha adequada do equipamento de ordenha, para que este possa possibilitar o bem-estar das vacas ordenhadas e ocorra a prevenção de patologias na teta.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados sugerem a importância da avaliação da rotina diária de ordenha e equipamento, com auxílio de um equipamento moderno e de fácil execução pelo médico veterinário responsável, com o objetivo de detectar os fatores de risco para patologias das tetas, além de, proporcionar uma maior eficiência na ordenha e bem-estar animal.

A maioria das características estudadas diferiram entre rebanhos pequenos, médios e grandes, destacando a dificuldade dos pequenos produtores de manter o equipamento em condições ótimas de ordenha e a falta de conhecimento técnico para realização de procedimentos de ordenha adequados.

Dentre as principais dificuldades observadas, estão a grande variação nas dimensões das tetas, falta de manutenção adequada do equipamento e falta de padronização e má utilização dos procedimentos de ordenha. Dessa forma, foi observada alta prevalência de patologias não infecciosas das tetas, como edema, anel de base e hiperqueratose.

Os fatores de risco identificados no presente estudo podem ser manejados nas propriedades rurais para prevenir a ocorrência de patologias das tetas e, dessa forma, promover a saúde, bem-estar e produtividade dos animais.

REFERÊNCIAS

ALLCOCK, J; POSTMA, E. Understanding dynamic milking machine tests. **UK Vet Livestock**, London, v. 18, n. 2, p. 24-29, 2013.

BELAGE, E.; DUFOUR, S.; BAUMAN, C.; JONES-BITTON, A.; KELTON, D.F. The

Canadian Nacional Dairy Study 2015 –Adoption of milking practices in Canadian dairy herds. Journal of Dairy Science, v.100, n.5, p.3.839-3.849, 2017.

BOYSO, J. O; ALARCÓN, V. J. J; JUÁREZ, C. M.; ZARZOSA, O. A; MEZA, L. J. E; PATINO, B. A; AGUIRRE, B. V. M. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. **Journal of Infection**, London, v. 54, n. 4, p. 399-409, 2007.

BRAY, D. R.; SHEARER, J. K. **Milking machine and mastitis control handbook**. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida Cooperative Extension Service, 1994.

BRUCKMAIER, R. M. Normal and disturbed milk ejection in dairy cows. **Domestic animal endocrinology**, Auburn, v. 29, n. 2, p. 268-273, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 48, de 12 de agosto de 2002. Regulamento técnico de equipamentos de ordenha dimensionamento e funcionamento. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 ago. 2002.

BRUCKMAIER, R. M.; HILGER, M. Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. **Journal of Dairy Research**, London, v. 68, n. 3, p. 369-376, 2001.

BRUCKMAIER, R. M. Chronic oxytocin treatment causes reduced milk ejection in dairy cows. **Journal of Dairy Research**, London, v. 70, n. 1, p. 123-126, 2003.

BRUCKMAIER, R.M.; BLUM, J.W. Simultaneous recording of oxytocin release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with and without prestimulation. **Journal of Dairy Research**, London, v.63, n.2, p.201-208, 1996.

BRUCKMAIER, R.M.; BLUM, J.W. Oxytocin release and milk removal in ruminants. **Journal of Dairy Science**, London, v.81, n.4, p.939-949, 1998.

BLOWEY, R. W.; EDMONDSON, P. **Mastitis control in dairy herds**. Oxfordshire: Cabi, 2010.

CAMPO, M. Saveria. Infection by bovine papillomavirus and prospects for vaccination. **Trends in microbiology**, Glasgow, v. 3, n. 3, p. 92-97, 1995.

CAMPOS, A. T. **Tipo e tamanho da sala de ordenha**. Brasília: Embrapa, 2019. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_276_217200392411.htmL. Acesso em: 2 mar. 2019.

CARNEIRO, D. M. V. F.; DOMINGUES, P. F.; VAZ, A. K. Imunidade inata da glândula mamária bovina: resposta à infecção. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1934-1943, 2009.

COBAN, O.; SABUNCUOGLU, N.; TUZEMEN, N. A study on relationships between somatic cell count (SCC) and some udder traits in dairy cows. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v. 8, n. 1, p. 134-138, 2009.

COENTRÃO, C. M.; SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; PAIVA E BRITO, M. A. V.; LILENBAUM, W. Fatores de risco para mastite subclínica em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 2, p. 283-288, 2008.

COMER, J. A.; CORN, J. L.; STALLKNECHT, D. E.; LANDGRAF, J. G.; NETTLES, V. F. Titers of vesicular stomatitis virus, New Jersey serotype, in naturally infected male and female *Lutzomyia shannoni* (Diptera: Psychodidae) in Georgia. **Journal of Medical Entomology**, Honolulu, v. 29, n. 2, p. 368-370, 1992.

CBQL - Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite. Comitê de Equipamentos. **Equipamentos de ordenha**: recomendações do comitê de equipamentos. São Paulo: Quiron, 2002.

International Dairy Federation. Bovine mastitis definition and guidelines for diagnosis. **Bulletin of the International Dairy Federation**, n. 211, p. 3-4, 1987.

DE KONING, C. J. A. M. Automatic milking–common practice on dairy farms. **Wageningen UR Livestock Research,** Lelysta, 2010.

DUARTE, M. Gado de leite: sistemas de ordenha. **InfoEscola**, 2016. Disponível em: http://www.infoescola.com/zootecnia/gado-de-leite-sistemas-de-ordenha/. Acesso em: 18 mar. 2016.

DYCE, K. M. **Tratado de anatomia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 567- 573.

DZIDIC, A.; MACUHOVA, J.; BRUCKMAIER, R. M. Effects of cleaning duration and water temperature on oxytocin release and milk removal in an automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 4163-4169, 2004.

ESGUERRA, J. M. **O homem como fator de risco para mastite**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2014.

FARNSWORTH, R. J. Observations on teat lesions. *In*: MINNESOTA DAIRY HEALTH CONFERENCE, 1995, Minneaolis, MN. **Proceedings** […]. St. Paul: University of Minnesota, 1995. p. 28-33.

FEITOSA, F. L. F. Semiologia da glândula mamária de éguas, cadelas e gatas. *In*: FEITOSA, F. L. F. **Semiologia veterinária**: a arte do diagnóstico. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. p. 321-323.

GIESECKE, I. B. J.; GERNEKE, W. H.; van RENSBURG, I. B. The morphology of the bovine teat canal: a preliminary report. **Journal of the South African Veterinary Association**, Pretoria, v. 43, n. 4, p. 351-354, 1972.

GRINDAL, R. J. The role of the milking machine in mastitis. **British Veterinary Journal**, London, v. 144, p. 524-533, 1988.

GRIFFIN, T. K.; MORANT, S. V.; DODD, F. H. Bovine mastitis: definition and guidelines for diagnosis. **Bulletin of the International Dairy Federation (IDF)**, Brussels, n. 211, p. 2-24, 1987.

GUARÍN, J. F.; RUEGG, P. L. Pre-and postmilking anatomical characteristics of teats and their associations with risk of clinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, n. 10, p. 8323-8329, 2016.

GOREWIT, R. C.; GASSMAN, K. B. Effects of duration of udder stimulation on milking dynamics and oxytocin release. **Journal of Dairy Science**, Ithaca, New York v. 68, n. 7, p. 1813-1818, 1985.

HAMANN, J. **Machine milking and Mastitis**. Stuttgart, Germany: Ferdinand Enke Verlag, 1989.

HAMANN, J.; MEIN, G. A.; WETZEL, S. Teat tissue reactions to milking: effects of vacuum level. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1040-1046, 1993.

HAMMAN, J.; GYODI, P. Effects on milk yield, somatic cell count and milk conductivity of short-term non-milking of lactating quarters of cows. **Journal of Dairy Research**, London, v. 61, n. 3, p. 317-317, 1994.

HAMANN, J.; MEIN, G. A. Responses of the bovine teat to machine milking: measurement of changes in thickness of the teat apex. **Journal of Dairy Research**, London, v. 55, n. 3, p. 331-338, 1988.

HILL, D. L.; DILLON, W. M.; ALBRIGHT, J. L. Structure and fuction of the cow`s udder. **Mimeo**, Chapel Hill, 1964.

HILLERTON, J. E; OHNSTAD, I; BAINES, J. R; LEACH, K. A. Changes in cow teat tissue created by two types of milking cluster. **Journal of Dairy Research**, London, v. 67, n. 3, p. 309-317, 2000.

HILLERTON, J. E.; MORGAN, W. F.; FARNSWORTH, R.; NEIJENHUIS, F.; BAINES, J. R.; MEIN, G. A.; TIMMS, L. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 2. Infectious factors and infections. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MASTITIS AND MILK QUALITY, 2., 2001, Vancouver. **Proceedings** […]. Vancouver: NMC, 2001.

HOGAN, J. S.; SMITH, K. L.; TODHUNTER, D. A.; SCHOENBERGER, P. S. Growth responses of environmental mastitis pathogens to long-chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 1, p. 245-249, 1988.

HORNER, G. W.; RAYNEL, P. D. Serological evidence of bovine herpesvirus 2 in northern New Zealand. **New Zealand Veterinary Journal**, New Zealand, v. 36, p. 44-45, 1988.

JONES, GM. **The role of milking equipment in mastitis**. Blacksburg: Virginia Tech, 1999.

JUOZAITIENE, V.; JUOZAITIS, A.; ZYMANTIENE, J.; OBERAUSKAS, V.; ANIULIENĖ, A.; KAJOKIENĖ, L.; YILMAZ, A.; SIMOKAITIEN, A. The effect of different levels of teat-end hyperkeratosis on mammary infrared thermograph and mastitis in dairy cows. **Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, Ankara, v. 66, n. 1, p. 21-26, 2019.

LACY-HULBERT, J. Physical characteristics of the teat canal and the relationship with infection. *In*: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, 37., 1998, St. Louis. **Anais** [...]. St. Louis: NMC, 1998. p. 54-61.

LANGONI, H. Qualidade do leite: utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, p. 620-626, 2013.

MACHADO, P. F.; CASSOLI, L. D.; DA SILVA, A. L. Método de gestão em sistema de produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 405-411, 2009.

MARTIN, L. M.; STÖCKER, C.; SAUERWEIN, H.; BÜSCHER, W.; MÜLLER, U. Evaluation of inner teat morphology by using high-resolution ultrasound: Changes due to milking and establishment of measurement traits of the distal teat canal. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, n. 9, p. 8417-8428, 2018.

MACULAN, R.; LOPES, M. A. Ordenha robotizada de vacas leiteiras: uma revisão. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.73, n. 1, p. 80-87, 2016.

MEIN, G. A.; THIEL, C. C.; AKAM, D. N. Mechanics of the teat and teatcup liner during milking: information from radiographs. **Journal of Dairy Research**, London, v. 40, n. 2, p. 179-189, 1973.

MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; MORGAN, W. F.; REINEMANN, D. J.; HILLERTON, J. E.; BAINES, J. R.; OHNSTAD, L.; RASMUSSEN, M. D.; TIMMS, L.; BRITT, J. S.; FARNSWORTH, R.; COOK, N.; HEMLING, T. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MASTITIS AND MILK QUALITY, 2., 2001, Vancouver. **Proceedings** […]. Vancouver: NMC, 2001. p. 347-351.

MEIN, G. A. The role of the milking machine in mastitis control. **The Veterinary Clinics of North America**: Food Animal Practice, v. 28, n. 2, p. 307-320, 2012.

MENDONÇA, J. P. **Desenvolvimento e validação de um sistema de treinamento de procedimentos de ordenha para trabalhadores rurais com diferentes níveis de escolaridade**. 2018. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

MERRILL, W. G.; SAGI, R.; PETERSSON, L. G.; BUI, T. V.; ERB, H. M.; GALTON, D. M.; GATES, R. Effects of premilking stimulation on complete lactation milk yield and milking performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 1676-1684, 1987.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2795-2804, 2000.

NATZKE, R. P.; EVERETT, R. W.; BRAY, D. R. Effect of overmilking on udder health. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 1, p. 117-125, 1982.

NEIJENHUIS, F. **Teat condition in dairy cows**. Utrecht: Utrecht University, 2004.

NEIVA, R. S. **Produção de bovinos leiteiros**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2000. p. 379-406.

NEIJENHUIS, F. Mastitis therapy and control: role of milking machines in control of mastitis. *In*: FUQUAY, J. W. (ed.). **Encyclopedia of dairy sciences**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2011. p. 440-446.

NICKERSON, S. C.; AKERS, R. M. Mammary gland anatomy. *In*: FUQUAY, J. W.; FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. (eds.). **Encyclopedia of dairy sciences**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2011. v. 3, p. 328-337.

OHNSTAD, I. Liner mapping and teat health. *In*: BRITISH MASTITIS CONFERENCE, 2012, Worcester. **Proceedings** […]. Worcester: The Dairy Group, 2012. p. 7-14.

ØSTERÅS, O.; LUND, A. Epidemiological analyses of the associations between bovine udder health and housing. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 6, n. 2, p. 79-90, 1988.

PANTOJA, J. C. F.; ALMEIDA, A. P.; SANTOS, B.; ROSSI, R. S. An investigation of risk factors for two successive cases of clinical mastitis in the same lactation. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 194, p. 10-16, 2016.

PERIS, C.; DÍAZ, J. R.; BALASCH, S.; BELTRÁN, M. C.; MOLINA, M. P.; FERNÁNDEZ, N. Influence of vacuum level and overmilking on udder health and teat thickness changes in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 3891-3898, 2003.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. **Vencendo a luta contra a mastite**. Campinas: Westfalia, 2002.

POSTMA, E. New technology for milking vacuum diagnostics helps veterinarians better understand and manage udder health problems. *In*: BRITISH MASTITIS CONFERENCE, 2012, Worcester. **Proceedings** […]. Worcester: The Dairy Group, 2012. p. 87-88.

RASMUSSEN, M.D.; FRIMER, E.S.; HORVATH, Z.; JENSEN, N.E. Comparison of a

standardized and variable milking routine. Journal of Dairy Science, v.73, n.12, p.3472-3480, 1990.

RASMUSSEN, M. D. Influence of switch level of automatic cluster removers on milking performance and udder health. **Journal of Dairy Research**, London, v. 60, n. 3, p. 287-297, 1993.

REDIN, O.; MACHADO, C. A. **Sistemas de ordenha**. Porto Alegre: Ideograf, 2016.

REINEMANN, D. J. The smart position on teat condition. **Proceedings of the New Zealand Milk Quality Conference**, 2012.

REINEMANN, D. J.; MEIN, G. A.; RUEGG, P. L. Evaluating milking machine performance. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS ON BOVINE MEDICINE, 8., 2001, Oviedo, Asturias, Spain. **Proceedings** […].Oviedo, 2001.

REHFELD, I. S.; FRAIHA, A. L. S.; MATOS, A. C. D.; COSTA, A. G.; GALLINARI, G. C. F.; COSTA É. A.; GUEDES, M. I. M. C.; LOBATO, Z. I. P. Parapoxvirus and Orthopoxvirus coinfection in milk of naturally infected cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, n. 9, p. 7801-7803, 2018.

RIBEIRO, M. T; CARVALHO, A. C. **Equipamento de ordenha**. Brasília: Embrapa, 2019. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_66_217200392359.html. Acesso em: 5 fev. 2019.

ROGERS, G. W.; SPENCER, S. B. Relationships among udder and teat morphology and milking characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 4189-4194, 1991.

ROSA, M. S.; COSTA, M. J. R. P.; SANT`ANNA, A. C.; MADUREIRA, A. P. **Boas práticas de manejo** – ordenha. Jaboticabal: Funep, 2014. p. 43.

ROSA, M. S. **Ordenha sustentável**: a interação retireiro-vaca. 2004. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SANDRUCCI, A.; TAMBURINI, A.; BAVA, L.; ZUCALI, M. Factors affecting milk flow traits in dairy cows: results of a field study. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 3, p. 1159-1167, 2007.

SCHURING, N. **GEA milking intelligence**: an ilustred guide for optimal cow milking. Colúmbia, USA: GEA, 2016.

SCHAMS, D.; MAYER, H.; PROKOPP, A.; WORSTORFF, H. Oxytocin secretion

during milking in dairy cows with regard to the variation and importance of a threshold level for milk removal. **Journal of Endocrinology**, v.102, n.3, p.337-343, 1984.

SEYKORA, A. J. **Genetic parameters of udder and teat characteristics and their relationships to somatic cell counts**. 1983. PhD Dissertation - North Carolina State University, Raleigh, 1983.

SIEBER, R. L.; FARNSWORTH, R. J. Prevalence of chronic teat-end lesions and their relationship to intramammary infection in 22 herds of dairy cattle. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 178, n. 12, p. 1263-1267, 1981.

SILVA, L. A. F.; SANTIN, A. P. I.; FIORAVANTI, M. C. S.; JAYNE, V. S.; EURIDES, D.; DIAS FILHO, F. C.; VERISSIMO, A. C. C.; VIANA FILHO, P. R. L.

Avaliação da eficiência de diferentes tratamentos da papilomatose cutânea bovina. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 10, n. 2, p. 35-41, 2004.

SHEARN, M. F. H.; HILLERTON, J. E. Hyperkeratosis of the teat duct orifice in the dairy cow. **Journal of Dairy Research**, London, v. 63, n. 4, p. 525-532, 1996.

SORDILLO, L. M.; SHAFER-WEAVER, K.; DEROSA, D. Immunobiology of the mammary gland. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 8, p. 1851-1865, 1997.

SOUSA, J. M. B. **A hiperqueratose do canal do teto nas explorações leiteiras portuguesas**. Causas e efeitos microbiológicos. 2008. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, 2008.

SVENNESEN, L.; NIELSEN, S. S.; MAHMMOD, Y. S.; KRÖMKER, V.; PEDERSEN, K.; KLAAS, I. C. Association between teat skin colonization and intramammary infection with Staphylococcus aureus and Streptococcus agalactiae in herds with automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 1, p. 629-639, 2019.

TAFFAREL, L. E. Manutenção de ordenhadeiras em propriedades familiares do oeste do Paraná. **Revista Cidadania em Ação**: extensão e cultura, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2013.

TANCIN, V.; BRUCKMAIER, R. M. Factors affecting milk ejection and removal during milking and suckling of dairy cows. **Veterinarni Medicina – UZPI**, Czech Republic, v. 46, n. 4, p. 108-118, 2001.

TANCIN, V.; KRAETZL, W.-D.; SCHAMS, D.; BRUCKMAIER, R. M. The effects of conditioning to suckling, milking and of calf presence on the release of oxytocin in dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 72, n. 3, p. 235-246, 2001.

TANČIN, V.; IPEMA, B.; HOGEWERF, P.; MAČUHOVÁ, J. Sources of variation in milk flow characteristics at udder and quarter levels. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 3, p. 978-988, 2006.

WEAVER, A. D.; BLOWEY, R. W. **Color atlas of diseases and disorders of cattle**. London: Wolfe, 1991. 223 p.

WEISS, D.; WEINFURTNER, M.; BRUCKMAIER, R. M. Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 10, p. 3280-3289, 2004.

WIELAND, M.; NYDAM, D. V.; ALVEBY, N.; WOOD, P.; VIRKLER, P. D. Teat-end shape and udder-level milking characteristics and their associations with machine milking-induced changes in teat tissue condition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, n. 12, p. 11447-11454, 2018.

WIELAND, M.; NYDAM, D. V.; VIRKLER, P. D. A longitudinal field study investiganting the association between teat-end shape and two minute milk yield, milking unit-on time, and time in low flow rate. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 205, p. 88-97, 2017.

WILLIAMS, D. M.; MEIN, G. A. The bovine teat canal: information from measurement of velocity of milk flow from the teat. **Journal of Dairy Research**, London, v. 53, n. 2, p. 179-185, 1986. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3755145. Acesso em: 17 jan. 2019.

WOOLFORD, M. W.; WILLIAMSON, J. H.; HENDERSON, H. V. Changes in electrical conductivity and somatic cell count between milk fractions from quarters subclinically infected with particular mastitis pathogens. **Journal of Dairy Research**, London, v. 65, n. 2, p. 187-198, 1998.

WOOD, D. L.; BRIGHT, S. A.; CAPUCO, A. V.; GRIER, P. A.; MILLER, R. H.; BITMAN, J. The effect of clinical mastitis on lipid composition of teat canal keratin and milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, 1990. Suppl. 1.

ZACHARY, J. F.; MCGAVIN, D.; MCGAVIN, M. D. **Bases da patologia em veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

ZENI, F. **A importância da qualidade da ordenha no controle de mastite bovina**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ZUCALI, M.; BAVA, L.; PENATI, C.; TAMBURINI, A. Effect of liner characteristics on teat apex condition and milk flow traits. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, v. 8, p. 447-449, 2009. Suppl. 2.

ANEXO I- Questionários de campo utilizados para a coleta de dados

unesp

Projeto Ordenha Saudável

Informações

Nome da propriedade: _____Data: _____

Endereço: _____Telefone: _____

Cidade: _____ Estado: _____Cep: _____

Gerente_____ Telefone: _____ E-mail:_____

Veterinário Responsavél:_____ Telefone:_____ E-mail:_____

Produção

Quantidade de vacas: _____ Raça (s): _____ Volume produzido diário: _____

CCS dos últimos 3 meses:_____/____ /_____CBT dos últimos 3 meses: _____/_____/_____

Controle leiteiro: _____ Nº vacas em lactação: _____

Lotes de ordenha

Lote 01: _____ Lote 05: _____

Lote 02: _____ Lote 06: _____

Lote 03: _____ Lote 07: _____

Lote 04: _____ Lote 08: _____

Ordenha

Tipo de ordenha: __ balde ao pé __ espinha de peixe ___ carossel: __ outro: __ Nº ordenha/dia: ____

Horários de ordenha: ___ começa ___ termina ___ começa ___ termina ___ começa ___ termina

Ordenhadores usam luvas: __ nunca __ às vezes ___sempre Nº total de ordenadores: _____
Uso de extrator de conjunto: _____ Existência de rotina de ordenha documentada: __ sim __ não
Freq. treinamentos ordenhadores __/ano

Ordem procedimentos da rotina de ordenha

lavar úbere__ secar os tetos __ outros ( )__

examinar os primeiros jatos __ inserir conjunto __

pré-dip __ pós-dip __

Pré- dip (nome/princípio/concentração):_____

Pós-dip (nome/princípio/concentração):_____

Material usado para secar as tetas:_____

Equipamento/ sala de ordenha
Número de ordenhas por dia: _____ Qtde postos de ordenha: ____ Nº pulsadores: ____
Caída da linha de leite:___ Altura da linha de leite: __ alta __ média __ baixa
Marca do equipamento:_____
Modelo da bomba de vácuo: _____
Potência da bomba de vácuo: ___ Potência motor da bomba: ___ Variador de velocidade: _____
Tempo de uso do equipamento: _____ Realiza manutenção periódica do equipamento: _____
Qual a periodicidade: _____ Qual a empresa realiza a manutenção? : _____
Material da teteira: __ silicone __ borracha __ Híbrida, marca e modelo: _____
Forma: __ triangular __ quadrada __ redonda Frequência de troca das teteiras:_____
Última troca das teteiras: _____h Escore: ___ nova ___desgastada ___ mto desgastada
Freq. Troca das mangueiras longas de leite: _____h Última troca: _____
Comprimento da mangueira de leite: _____m Diâmetro mangueira de leite: ___mm Escore: _____
Comprimento da mangueira de ar : _____m Diâmetro mangueira do ar: ___ Escore: _____ Freq. troca da mangueira de ar: _____ Última troca: _____ Conjunto (modelo e marca): _____
Coletor modelo e marca: _____
Fotos: Conjunto, Mangueiras, Sala de ordenha, Pulsadores, Bomba____

unesp

Projeto Ordenha Saudável

Dimensão e especificações do equipamento
Tamanho da sala de espera: ____m Largura ____ m Comprimento Tamanho sala pré espera: ___m Largura ___m Comprimento Fosso de ordenha: ___m Altura ___ m Largura ____m Comprimento Área m²por vaca sala de espera: _____ Observações:

Aferições do sistema de vácuo	
1. Vácuo do sistema Opção 1: Regulador de vácuo Opção 2: Condensador Opção 3: Próximo a bomba de vácuo	kPa
2. Vácuo da tubulação de pulsação Opção 1: Pulsador final da linha	kPa
3. Vácuo na linha de leite Opção 1: Conjunto de ordenha mais próximo da unidade final.	kPa
4. Vácuo na unidade final Opção 1: Tampa da unidade	kPa

unesp

Projeto Ordenha Saudável

Classificação da morfologia da teta										
Vaca										
Formato da Teta	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽
	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	∪	∪	∪	∪	∪	∪	∪	∪	∪	∪

Fonte: Wieland et al., 2017

Tempos de Ordenha										
Vaca										
Primeiro toque										
Pré-dipping										
Secagem										
Colocar conjunto										

Medições dos tetos										
Vaca										
Comp. da teta	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR
Largura teta										
Hiperqueratose										
Edema										
Anel na Base										
Coloração										
Hemorragia										
Dor/ ordenhar										
Queda teteira	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não	Sim/Não
	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE	AD PD AE PE
Queda Conjunto										
Observações										

unesp

Projeto Ordenha Saudável

Diagnóstico Manejo de Ordenha

ANEXO II – Normas de publicação da revista *Livestock Science*

https://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/706547?generatepdf=true

ANEXO III – Tabela 1 completa com as associações entre variáveis explanatórias contínuas e patologias das tetas.

Tabela 1. Associação não ajustada entre variáveis explanatórias contínuas e patologias das tetas.

Variável	N	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Valor-P[3]
Produção de leite (kg/dia)							0,68
Hiperqueratose S	147	26,75	9,04	26,50	20,40	32,00	
Hiperqueratose N	267	27,27	9,91	27,20	19,00	33,50	
Comprimento da teta							<0,01
Hiperqueratose S	235	4,68	1,33	5,00	4,00	5,30	
Hiperqueratose N	441	4,37	1,29	4,00	3,80	5,00	
Largura da teta							<0,04
Hiperqueratose S	235	2,57	0,64	2,50	2,00	3,00	
Hiperqueratose N	441	2,47	0,64	2,00	2,00	3,00	
Tempo de estímulo							<0,05
Hiperqueratose S	235	207,91	120,96	188,00	132,00	259,00	
Hiperqueratose N	441	198,54	128,78	173,00	116,00	241,00	
Tempo de ordenha							0,21
Hiperqueratose S	232	348,70	141,94	330,00	236,00	418,00	
Hiperqueratose N	436	331,66	125,22	315,00	238,50	400,00	
Sobreordenha							0,54
Hiperqueratose S	232	177,92	141,87	145,50	72,50	234,00	
Hiperqueratose N	435	162,59	119,35	141,00	70,00	229,00	
Vácuo do Sistema*							0,81
Hiperqueratose S	232	35,84	8,51	37,30	34,70	39,55	
Hiperqueratose N	436	36,05	7,60	37,70	34,8	39,45	
Vácuo pico de leite							0,88
Hiperqueratose S	232	33,84	9,01	35,80	33,15	38,10	
Hiperqueratose N	436	33,98	7,95	35,85	32,6	38,1	
Vácuo sobreordenha							0,83
Hiperqueratose S	232	37,85	8,78	39,35	37,65	41,10	
Hiperqueratose N	436	37,82	8,43	39,60	37,70	41,00	
Vácuo cabeça teteira pico de leite							0,70
Hiperqueratose S	232	13,74	9,90	11,90	5,05	20,20	
Hiperqueratose N	436	14,17	10,32	10,85	5,50	21,70	
Vácuo acima tubo curto de leite							<0,04
Hiperqueratose S	232	2,72	1,56	2,90	1,50	3,70	
Hiperqueratose N	436	3,04	1,64	3,10	2,10	3,70	

Vácuo abaixo tubo curto de leite							0,10
Hiperqueratose S	232	-2,68	1,85	-2,40	-3,60	-1,60	
Hiperqueratose N	436	-2,85	1,74	-2,6	-3,5	-1,9	
Flutuações irregulares do vácuo							0,11
Hiperqueratose S	232	4,69	9,85	1,50	1,00	4,00	
Hiperqueratose N	436	3,25	6,22	1,00	1,00	3,00	
BPM pulsador							<0,01
Hiperqueratose S	233	60,13	2,45	60,10	59,60	62,00	
Hiperqueratose N	441	60,36	4,47	60,30	59,70	62,10	
Fase A ms							<0,01
Hiperqueratose S	233	153,77	33,92	151,00	134,00	167,00	
Hiperqueratose N	441	162,38	32,35	158,00	145,00	180,00	
Fase B ms							0,10
Hiperqueratose S	233	458,68	52,94	455,00	440,00	487,00	
Hiperqueratose N	441	450,78	64,10	453,00	418,00	486,00	
Fase C ms							<0,01
Hiperqueratose S	233	120,10	19,13	118,00	108,00	129,00	
Hiperqueratose N	441	126,20	23,03	125,00	112,00	140,00	
Fase D ms							<0,01
Hiperqueratose S	233	266,91	30,89	268,00	248,00	285,00	
Hiperqueratose N	441	260,30	49,11	255,00	223,00	283,00	
Vácuo máximo kPa							<0,03
Hiperqueratose S	233	45,63	3,03	45,00	43,60	47,80	
Hiperqueratose N	441	45,07	2,93	44,70	43,00	47,10	
Fase A+B ms							<0,04
Hiperqueratose S	233	61,23	2,47	60,30	59,80	63,00	
Hiperqueratose N	441	61,38	3,28	61,80	59,80	63,50	
Fase C+D ms							<0,04
Hiperqueratose S	233	38,76	2,47	39,70	37,00	40,20	
Hiperqueratose N	441	38,61	3,28	38,20	36,50	40,20	
Produção de leite (kg/dia)							0,50
Edema S	32	26,75	12,47	24,50	19,00	35,00	
Edema N	382	27,12	9,34	27,00	20,00	33,10	
Comprimento da teta							0,57
Edema S	50	4,61	1,29	4,00	4,00	5,00	
Edema N	626	4,47	1,31	4,00	4,00	5,00	
Largura da teta							0,82
Edema S	50	2,50	0,63	2,00	2,00	3,00	
Edema N	626	2,50	0,64	2,00	2,00	3,00	
Tempo de estímulo							0,09
Edema S	50	216,08	107,30	213,50	140,00	271,00	
Edema N	626	200,65	127,49	177,00	120,00	248,00	

Tempo de ordenha							0,09
Edema S	50	363,66	128,00	351,00	289,00	416,00	
Edema N	618	335,47	131,56	317,00	237,00	404,00	
Sobreordenha							0,09
Edema S	50	201,28	148,76	188,00	82,00	279,00	
Edema N	617	165,22	125,63	140,00	71,00	226,00	
Vácuo do Sistema*							0,03
Edema S	50	38,20	3,65	38,60	35,20	40,60	
Edema N	618	35,80	8,15	37,55	34,70	39,40	
Vácuo pico de leite							0,99
Edema S	50	35,38	4,71	35,20	34,00	37,20	
Edema N	618	33,81	8,55	35,80	32,70	38,20	
Vácuo sobreordenha							0,11
Edema S	50	38,65	8,24	39,90	37,90	42,40	
Edema N	618	37,76	8,57	39,50	37,70	40,90	
Vácuo cabeça teteira pico de leite							0,16
Edema S	50	11,95	9,13	9,50	5,30	15,80	
Edema N	618	14,19	10,24	11,60	5,50	21,70	
Vácuo acima tubo curto de leite							0,76
Edema S	50	3,13	2,08	3,10	2,00	3,70	
Edema N	618	2,92	1,58	3,10	1,90	3,70	
Vácuo abaixo tubo curto de leite							0,52
Edema S	50	-2,79	2,06	-2,40	-3,40	-1,80	
Edema N	618	-2,79	1,76	-2,50	-3,60	-1,80	
Flutuações irregulares do vácuo							0,20
Edema S	50	3,12	4,42	2,00	1,00	3,00	
Edema N	618	3,80	7,91	1,00	1,00	4,00	
BPM pulsador							0,16
Edema S	50	59,47	3,84	60,2	59,50	60,70	
Edema N	624	60,35	3,89	60,2	59,60	62,10	
Fase A ms							0,50
Edema S	50	154,48	26,24	154,50	146,00	167,00	
Edema N	624	159,80	33,60	156,00	139,50	176,50	
Fase B ms							0,10
Edema S	50	467,74	80,70	478,50	444,00	492,00	
Edema N	624	452,37	58,58	453,00	429,00	486,00	
Fase C ms							0,77
Edema S	50	123,72	17,89	124,00	115,00	135,00	
Edema N	624	124,12	22,25	122,00	111,00	137,00	
Fase D ms							0,12
Edema S	50	267,46	39,16	268,5	240	293	

Edema N	624	262,20	44,12	258	237	283	
Vácuo máximo kPa							<0,01
Edema S	50	45,99	2,09	46,25	44,70	47,80	
Edema N	624	45,20	3,03	44,80	43,00	47,20	
Fase A+B ms							0,39
Edema S	50	61,26	3,77	60,30	59,40	63,60	
Edema N	624	61,33	2,96	61,30	59,80	63,50	
Fase C+D ms							0,39
Edema S	50	38,73	3,77	39,70	36,40	40,60	
Edema N	624	38,66	2,96	38,70	36,50	40,20	
Produção de leite (kg/dia)							0,38
Anel de base S	197	27,67	9,37	27,20	21,00	32,00	
Anel de base N	217	26,56	9,80	26,80	19,00	33,50	
Comprimento da teta							0,93
Anel de base S	298	4,49	1,39	4,00	4,00	5,00	
Anel de base N	378	4,47	1,25	4,00	4,00	5,00	
Largura da teta							<0,02
Anel de base S	298	2,58	0,72	2,50	2,00	3,00	
Anel de base N	378	2,44	0,57	2,00	2,00	3,00	
Tempo de estímulo							<0,01
Anel de base S	298	190,85	125,14	158,00	114,00	238,00	
Anel de base N	378	210,42	126,35	187,00	125,00	259,00	
Tempo de ordenha							<0,01
Anel de base S	294	353,53	135,45	342,00	239,00	424,00	
Anel de base N	374	325,04	126,93	310,00	233,00	400,00	
Sobreordenha							0,78
Anel de base S	294	172,16	134,47	146,00	70,00	245,00	
Anel de base N	373	164,58	122,24	140,00	73,00	221,00	
Vácuo do Sistema*							<0,03
Anel de base S	294	36,20	8,19	37,90	35,10	39,70	
Anel de base N	374	35,81	7,72	37,40	34,60	39,50	
Vácuo pico de leite							<0,01
Anel de base S	294	34,41	8,06	36,20	33,50	38,40	
Anel de base N	374	33,55	8,53	35,60	32,00	37,90	
Vácuo sobreordenha							<0,01
Anel de base S	294	38,11	8,59	39,75	37,90	41,10	
Anel de base N	374	37,61	8,51	39,20	37,30	40,90	
Vácuo cabeça teteira pico de leite							0,11
Anel de base S	294	14,90	10,73	12,40	5,20	22,70	
Anel de base N	374	13,33	9,68	10,10	5,70	20,30	
Vácuo acima tubo curto de leite							<0,01
Anel de base S	294	2,73	1,44	2,90	1,70	3,60	

Anel de base N	374	3,09	1,73	3,20	2,20	3,80	
Vácuo abaixo tubo curto de leite							0,68
Anel de base S	294	-2,79	1,83	-2,50	-3,70	-1,70	
Anel de base N	374	-2,79	1,75	-2,50	-3,40	-1,90	
Flutuações irregulares do vácuo							0,31
Anel de base S	294	3,88	8,02	2,00	1,00	3,00	
Anel de base N	374	3,65	7,45	1,00	1,00	4,00	
BPM pulsador							<0,01
Anel de base S	298	60,14	3,82	60,10	59,60	62,00	
Anel de base N	376	60,40	3,95	60,20	59,90	62,10	
Fase A ms							<0,01
Anel de base S	298	156,31	34,74	155,00	130,00	169,00	
Anel de base N	376	161,86	31,62	157,00	144,50	179,00	
Fase B ms							<0,01
Anel de base S	298	457,67	63,93	458,00	436,00	488,00	
Anel de base N	376	450,21	57,61	451,00	425,50	482,00	
Fase C ms							0,46
Anel de base S	298	123,13	21,24	123,00	108,00	135,00	
Anel de base N	376	124,86	22,48	122,00	111,50	138,00	
Fase D ms							<0,01
Anel de base S	298	264,74	38,58	265,00	244,00	286,00	
Anel de base N	376	260,89	47,46	255,00	230,00	283,00	
Vácuo máximo kPa							0,07
Anel de base S	298	45,06	2,85	44,70	42,60	47,10	
Anel de base N	376	45,42	3,07	44,90	43,60	47,20	
Fase A+B ms							0,13
Anel de base S	298	61,25	2,68	60,30	59,80	63,30	
Anel de base N	376	61,39	3,27	61,85	59,80	63,50	
Fase C+D ms							0,13
Anel de base S	298	38,74	2,68	39,70	36,70	40,20	
Anel de base N	376	38,60	3,27	38,15	36,50	40,20	
Produção de leite (kg/dia)							0,72
Coloração S	76	26,74	8,22	26,20	20,00	31,50	
Coloração N	338	27,17	9,89	27,00	19,90	33,50	
Comprimento da teta							0,31
Coloração S	97	4,32	1,27	4,00	3,80	5,00	
Coloração N	579	4,51	1,32	4,00	4,00	5,00	
Largura da teta							0,83
Coloração S	97	2,50	0,65	2,00	2,00	3,00	
Coloração N	579	2,50	0,64	2,00	2,00	3,00	
Tempo de estímulo							<0,01
Coloração S	97	172,65	103,67	143,00	97,00	230,00	

Coloração N	579	206,68	128,91	183,00	124,00	255,00	
Tempo de ordenha							0,31
Coloração S	97	332,92	139,53	307,00	231,00	394,00	
Coloração N	571	338,37	130,10	323,00	241,00	412,00	
Sobreordenha							<0,01
Coloração S	97	153,65	153,64	89,00	53,00	230,00	
Coloração N	570	170,35	122,78	154,00	75,00	234,00	
Vácuo do Sistema*							<0,01
Coloração S	97	36,06	9,63	38,50	36,60	40,30	
Coloração N	571	35,97	7,61	37,40	34,70	39,40	
Vácuo pico de leite							<0,01
Coloração S	97	34,40	9,76	37,30	34,70	38,90	
Coloração N	571	33,85	8,07	35,60	32,70	38,00	
Vácuo sobreordenha							<0,01
Coloração S	97	37,29	11,12	40,10	38,60	41,70	
Coloração N	571	37,92	8,03	39,40	37,60	40,90	
Vácuo cabeça teteira pico de leite							<0,01
Coloração S	97	18,33	10,98	17,30	8,50	25,40	
Coloração N	571	13,29	9,85	10,30	5,20	20,30	
Vácuo acima tubo curto de leite							0,48
Coloração S	97	2,80	1,40	2,90	1,90	3,60	
Coloração N	571	2,95	1,65	3,10	2,00	3,70	
Vácuo abaixo tubo curto de leite							0,66
Coloração S	97	-2,91	1,87	-2,40	-3,70	-1,90	
Coloração N	571	-2,77	1,77	-2,50	-3,50	-1,80	
Flutuações irregulares do vácuo							0,23
Coloração S	97	2,93	7,41	1,00	0,00	3,00	
Coloração N	571	3,89	7,75	1,00	1,00	4,00	
BPM pulsador							0,18
Coloração S	97	60,84	3,84	60,60	59,60	62,60	
Coloração N	577	60,19	3,90	60,20	59,60	62,10	
Fase A ms							<0,01
Coloração S	97	145,21	30,42	143,00	118,00	162,00	
Coloração N	577	161,79	32,99	157,00	145,00	178,00	
Fase B ms							<0,01
Coloração S	97	473,79	66,95	483,00	455,00	491,00	
Coloração N	577	450,10	58,79	450,00	426,00	482,00	
Fase C ms							0,13
Coloração S	97	125,30	15,97	126,00	115,00	135,00	
Coloração N	577	123,89	22,80	121,00	110,00	137,00	

Fase D ms							<0,01
Coloração S	97	245,76	35,80	252,00	216,00	267,00	
Coloração N	577	265,42	44,37	263,00	240,00	285,00	
Vácuo máximo kPa							0,31
Coloração S	97	44,94	2,40	45,70	42,50	47,00	
Coloração N	577	45,31	3,06	44,80	43,40	47,20	
Fase A+B ms							<0,01
Coloração S	97	62,43	2,79	62,10	60,10	63,60	
Coloração N	577	61,14	3,02	60,60	59,80	63,40	
Fase C+D ms							<0,01
Coloração S	97	37,56	2,79	37,90	36,40	39,90	
Coloração N	577	38,85	3,02	39,40	36,60	40,20	

[1] Vácuo total kPa: é a média de todos os níveis de vácuo mensurados (vácuo coletor, vácuo cabeça da teteira, vácuo tubo curto de pulsação) durante o início da ordenha até o seu final.

[2] Vácuo máximo kPa: nível de vácuo no sistema de pulsação, medida referente ao nível de vácuo dentro da câmara de pulsação (vácuo nominal).

[3] Valor-P correspondente a comparação das medianas entre as categorias de tamanho de rebanho.