

**LEONARDO LEITE CARDOZO**

**IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE RISCO ASSOCIADOS A OCORRÊNCIA DE  
HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS EM REBANHOS LEITEIROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. André Thaler Neto

**LAGES, SC  
AGOSTO DE 2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo (a) autor (a), com  
auxílio do programa de geração automática da Biblioteca  
Setorial do CAV/UDESC

Cardozo, Leonardo Leite

Identificação dos fatores de risco associados à  
ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em  
rebanhos leiteiros / Leonardo Leite Cardozo - Lages,  
2017.

167 p.

Orientador: André Thaler Neto

Tese (doutorado) - Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa  
de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2017.

1. Qualidade do leite. 2. Mastite 3. Esfíncter do teto 4.  
Glândula mamária I. Cardozo, Leonardo Leite. II. Thaler  
Neto, André. III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.  
IV. Título

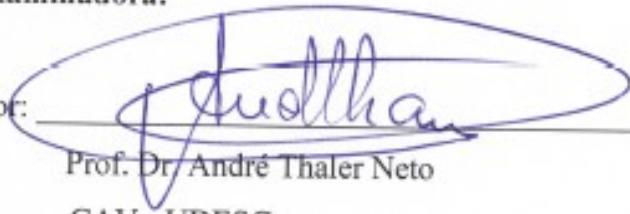
## LEONARDO LEITE CARDOZO

### IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE RISCO ASSOCIADOS A OCORRÊNCIA DE HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS EM REBANHOS LEITEIROS

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

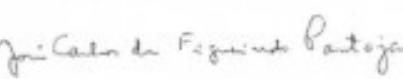
#### Banca examinadora:

Orientador:



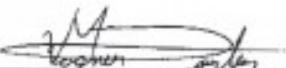
Prof. Dr André Thaler Neto  
CAV - UDESC

Membro:



Prof. Dr. José Carlos de Figueiredo Pantoja  
UNESP – Campus Botucatu/SP

Membro:



Dr. Vagner Miranda Portes

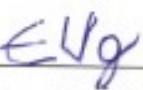
Empresa de Pesq. Agropec. E Extensão Rural – EPAGRI – Chapecó/SC

Membro:



Prof. Dr. Ivan Pedro de Oliveira Gomes  
CAV - UDESC

Membro:



Profa. Dra. Eliana Knackfuss Vaz  
CAV - UDESC

Lages, 31 de agosto de 2017



Dedico este trabalho ao meu Amado  
e Querido Vô (*véio Felício Leite – in  
memorian*) pelo grande incentivo da  
busca pelo conhecimento.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela força e por iluminar o meu caminho e na tomada das minhas decisões durante toda minha vida de acadêmico.

Agradeço a toda minha família, em especial ao *Seu João* e a *Dona Vergínia*, meus pais, pelo incentivo dado ao longo desses anos.

A minha eterna gratidão a Michele Cardozo, minha excellentíssima esposa, por ter me *aturado* por mais esse tempo!!! Acho que agora acabou.

Em especial, agradeço ao meu Amado e Querido Vô (*in memorian*) pelo grande incentivo da busca pelo conhecimento e das várias horas de *papo*!!!

Ao Professor e Orientador André Thaler Neto, pela dedicação, ensinamento, amizade, orientação e pelas várias conservas. Agradeço pelos muitos anos de convivência. Foste um pai para mim!!!

A bolsista Pauline Thais pela grande ajuda as visitas aos produtores de leite e, principalmente, nas análises laboratoriais e também aos meus companheiros de viagens e coletas de dados Angela Pelizza, Deise Aline Knob, Ana Paula Mori e Mauricio Camara. Sem vocês seria praticamente impossível a realização deste trabalho!

Ao colega e parceiro de trabalho Hélder de Arruda Córdova pela amizade, parceria e convivência durante a etapa de um dos trabalhos.

Aos amigos e colegas de pós-graduação: João Gabriel Rossini de Almeida e Cecília Mattiello, Daíse Werncke, Dileta Alessio, Adriana Hauser, pela amizade e carinho, pela alegria vivida dentro e fora da faculdade.

Aos produtores de leite participantes do projeto que foram peças fundamentais para a realização deste trabalho.

Não poderia esquecer as pessoas que me hospedaram em suas casas durante as visitas às propriedades: Senhores (as) André e Elizabeth Thaler (pais do professor) e Ademar e Sonia Mori.

A Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB) pela cooperação e contribuição com dados deste trabalho.



Ao Coordenador Ildemar Brayer Pereira e Secretária Rosana Venson, do Serviço Controle Leiteiro da ACCB, por disponibilizar parte do seu tempo para contribuir com os dados deste trabalho.

Ao Centro de Diagnóstico Microbiológico Animal – CEDIMA CAV/UDESC e as alunas de graduação Isadora Cristina Copetti e Thaís Nihues na ajuda nas análises microbiológicas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelos recursos financeiros.

A ARM Genética (Castro, PR), na pessoa de seu proprietário Sr. Armando Rabbers e equipe, a DeLaval (Filial Castro, PR) e ao laboratório do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) por terem disponibilizado, respectivamente, as suas instalações e animais bem como os técnicos, Rafael Martins Garcia e Thiago Boogaard e pela realização das análises do leite, para a realização de parte deste trabalho.

À UDESC, os professores de pós-graduação, ao programa de pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realizar mais um curso.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíam para a realização deste trabalho.

***MUITO OBRIGADO!!!***



*“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.*

Leonardo da Vinci



## RESUMO

CARDOZO, Leonardo Leite. **Identificação dos fatores de risco associados a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em rebanhos leiteiros.** 2017. 167p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), Lages, SC, 2017.

Atualmente a melhoria da qualidade do leite é uma das principais prioridades da cadeia produtiva leiteira. Dentre os indicadores de qualidade, a elevada contagem de células somáticas (CCS), consequente das infecções intramamárias, apresenta-se como um dos maiores desafios. Um dos fatores relacionados à ocorrência destas infecções é a presença de hiperqueratose na extremidade dos tetos, cujos fatores causais ainda são poucos pesquisados, destacando-se ainda a falta de estudos mais aprofundados. Desta forma, para melhorar a razão da adoção de medidas de controle e consequentemente a redução na incidência de casos clínicos e subclínicos de mastite, é importante definir estratégias de melhoria da qualidade do leite, com foco principal na saúde da glândula mamária. O objetivo desta pesquisa foi identificar os principais fatores de risco associados à ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em rebanhos leiteiros. Foram realizados quatro estudos: fatores associados a ocorrência de hiperqueratose; fatores relacionados a conformação dos tetos e saúde da glândula mamária; dinâmica da hiperqueratose; e fatores relacionados à ordenha robótica. A pesquisa foi realizada em 17 rebanhos leiteiros, localizados nas mesorregiões do Sul, Meio-oeste, Oeste e Serrana de Santa Catarina e no município de Castro/PR. Na avaliação sobre os fatores associados a ocorrência de hiperqueratose foram colhidas informações sobre a caracterização das propriedades leiteiras e seus programas de manejo a partir de questionário aplicado aos produtores, bem como através do acompanhamento das propriedades. No estudo dos fatores relacionados a conformação dos tetos e saúde da glândula mamária foram realizadas avaliações da conformação dos tetos, assim como, a identificação dos principais agentes patogênicos envolvidos com a presença de hiperqueratose, através de coletas de amostras de leite e *swabs* da extremidade dos tetos. Para determinar a dinâmica da hiperqueratose foi realizado estudo longitudinal da ocorrência de hiperqueratose entre uma lactação e a subsequente. Na avaliação da ordenha robótica e a relação da ocorrência da hiperqueratose foram avaliados neste estudo fatores relacionados à ordenha, aspectos fisiológicos das vacas, saúde da glândula mamária e profundidade do úbere em sistema de ordenha robotizada (SOR). Os dados foram avaliados através de análise uni e multivariada, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1999). Propriedades que adotam esquema periódico de manutenção dos equipamentos de ordenha, assim como, aquelas que possuem extrator automático das unidades de ordenha e não usam selante interno dos tetos apresentam menor ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos. Vacas com estágio de lactação e idade avançados e com elevada produção individual de leite apresentam maior ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos. Não ocorre relação da hiperqueratose com as características de conformação dos tetos e com infecções por agentes patogênicos da mastite. Ocorre resolução da hiperqueratose entre uma lactação e a subsequente. Vacas com duração de ordenha mais longa e com maior número de ordenhas diárias apresentam maior escore de hiperqueratose e vacas com úberes mais profundos apresentam menores escore médio de hiperqueratose e intervalos de ordenha maiores. Desta forma, para melhorar a razão da adoção de medidas de controle e consequentemente a redução na incidência de casos clínicos e subclínicos



de mastite, é importante definir estratégias de melhoria da qualidade do leite, com foco principal na saúde da glândula mamária.

**Palavras-chaves:** Qualidade do leite, Contagem de células somáticas, Mastite, Esfincter do teto, Glândula mamária.



## ABSTRACT

CARDOZO, Leonardo Leite. **Identification of the risk factors associated with the occurrence of teat end hyperkeratosis in dairy herds.** 2017.167. 167P. Thesis (Doctorate in Animal Science) - University of the State of Santa Catarina. Agroveterinárias Science Center (CAV/UDESC), Lages, SC, 2017.

Currently the improvement of milk quality is one of the main priorities of the milk production chain. Among the quality indicators, the high somatic cell count (SCC), as a result of intramammary infections, is one of the major challenges. One of the factors related to the occurrence of these infections is the presence of teat end hyperkeratosis, whose causal factors are still poorly researched, as well as the lack of more depth studies. Thus, to improve the reason for the adoption of control measures and consequently the reduction in the incidence of clinical and subclinical cases of mastitis, it is important to define strategies to improve milk quality, with a primary focus on mammary gland health. The objective of this research was to identify the main risk factors associated with the occurrence of teat end hyperkeratosis in dairy herds. Four studies were performed: factors associated with the occurrence of hyperkeratosis; factors related to the teat conformation and the mammary gland health; dynamics of hyperkeratosis; and factors related to robotic milking. The research was carried out in 17 dairy herds, located in the mesoregions of the South, Midwest, West and Serrana of Santa Catarina State and in the county of Castro/PR. In the evaluation of the factors associated with the occurrence of hyperkeratosis, information on the characterization of dairy farms and their management programs was collected from a questionnaire applied to producers, as well as by monitoring the properties. In the study of the factors related to the teat conformation and the mammary gland health, the evaluation of the teat conformation was carried out, as well as the identification of the main pathogens involved in the presence of hyperkeratosis through milk samples and swabs from the teat end. To determine the dynamics of hyperkeratosis, a longitudinal study of the occurrence of hyperkeratosis between one and subsequent lactation was performed. In the evaluation of robotic milking and the relation of the occurrence of hyperkeratosis, factors related to milking, physiological aspects of cows, mammary gland health and udder depth were evaluated in this study in automatic milking system (AMS). The data were evaluated through uni and multivariate analysis, using the statistical package SAS (SAS INSTITUTE, 1999). Properties that adopt a periodic scheme of maintenance of the milking equipment, as well as those that have automatic cluster removers of the milking units and do not use internal sealant of the teat present less occurrence of teat end hyperkeratosis. Cows with advanced stage of lactation and age and with high individual milk production present a higher occurrence of teat end hyperkeratosis. There is no relation of hyperkeratosis with the teat conformation traits and with infections by pathogens of mastitis. There is resolution of hyperkeratosis between one lactation and subsequent lactation. Cows with longer milking duration and higher number of daily milks present higher hyperkeratosis scores and cows with deeper udders present lower average hyperkeratosis scores and larger milking intervals. Thus, to improve the reason for the adoption of control measures and consequently the reduction in the incidence of clinical and subclinical cases of mastitis, it is important to define strategies to improve milk quality, with a primary focus on mammary gland health.

**Key words:** Milk quality, Somatic cell count, Mastitis, Sphincter of teat, Mammary gland



## **LISTA DE FIGURAS**

### **CAPÍTULO I**

Figura 1 – Distribuição da frequência dos escores médios de hiperqueratose na extremidade dos tetos.....	74
Figura 2 – Distribuição da frequência dos escores médios de hiperqueratose na extremidade dos tetos nos diferentes quartos mamários.....	74
Figura 3 – Relação entre o escore médio de hiperqueratose na extremidade dos tetos com a produção de leite (A) e o escore de células somáticas (ECS) em vacas leiteiras (B).	77

### **CAPÍTULO III**

Figura 1 – Relação entre o escore de hiperqueratose na extremidade dos tetos ao final da lactação com a produção de leite em vacas leiteiras.....	122
Figura 2 – Relação entre o escore hiperqueratose na extremidade dos tetos ao final da lactação e no início da lactação subsequente.....	123



## **LISTA DE TABELAS**

### **CAPÍTULO I**

Tabela 1 – Relação entre fatores de riscos e a média do escore médio de hiperqueratose na extremidade dos tetos.....	75
--	----

### **CAPÍTULO II**

Tabela 1 – Distribuição da conformação dos tetos (número e percentual). .....	98
Tabela 2 – Médias ± erros-padrão da média do escore de hiperqueratose na extremidade dos tetos de acordo com a conformação dos tetos.....	98
Tabela 3 – Percentual de patógenos isolados em amostras de cultura microbiológica no leite e no <i>swab</i> da extremidade dos tetos.....	99
Tabela 4 – Distribuição de frequência de acordo com os patógenos isolados em amostras de cultura microbiológica no leite <i>swab</i> da extremidade dos tetos agrupados quanto ao crescimento, grupo de patógenos e forma de transmissão dos patógenos da mastite, em função da condição da extremidade do teto.....	100
Tabela 5 – Médias ± erros-padrão da média do escore de células somáticas (ECS) em função das variáveis explanatórias relacionadas ao crescimento, classificação e transmissão dos patógenos da patógenos isolados em amostras de cultura microbiológica no leite <i>swab</i> da extremidade dos tetos.....	101

### **CAPÍTULO III**

Tabela 1 – Relação entre as variáveis explanatórias e a dinâmica de hiperqueratose na extremidade dos tetos em vacas leiteiras.....	121
Tabela 2 – Distribuição da frequência dos escores de hiperqueratose na extremidade dos tetos ao final da lactação e no início da lactação subsequente. ....	122



## CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Análise descritiva da produção e composição do leite e indicadores de saúde da glândula mamária.....	138
Tabela 2 – Cargas fatoriais, communalidades e percentual de variância referentes a produção de leite, indicadores da saúde da glândula mamária, características da ordenha e cultura microbiológica.....	139
Tabela 3 – Cargas fatoriais, communalidades e percentual de variância referentes a produção de leite, características da ordenha, indicadores da saúde da glândula mamária e profundidade do úbere.....	140



## LISTA DE ABREVIATURAS

ACCB	Associação Catarinense de Criadores de Bovinos
AMS	<i>Automatic milking system</i>
APBCRH	Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
BHI	<i>Brain heart infusion</i>
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
CCS	Contagem de células somáticas
CE	Condutividade elétrica
CEDIMA	Centro de Diagnóstico Microbiológico Animal
Cfa	Clima Temperado Úmido
Cfb	Clima Subtropical Úmido
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CIDASC	Companhia integrada de desenvolvimento agrícola de Santa Catarina
CMT	<i>Califórnia Mastitis Test</i>
DEL	Dias em lactação
DHI	<i>Dairy Herd Improvement</i>
EC	<i>Electrical conductivity</i>
ECS	Escore de células somáticas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMH	Escore médio de hiperqueratose
FAPESC	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
IDF	<i>International Dairy Federation</i>
IIM	Infecção intramamária
IMI	Intramammary infection
IQR	Inter-quarter ratio
NMC	<i>National Mastitis Council</i>
PARLPR	Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná
PR	Paraná
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
SC	Santa Catarina
SCC	<i>Somatic cell count</i>



SCS	<i>Somatic cell score</i>
SOR	Sistema de ordenha robotizada
SNC	<i>Staphylococcus coagulase-negativo</i>
TEQ	Taxa entre quartos mamários
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UNC	Universidade do Contestado
UPL	Unidades produtoras de leite
VMS	<i>Voluntary Milking System</i>



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	33
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	35
2.1 PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE .....	35
2.2 MASTITE .....	36
2.3 CONDIÇÕES DA EXTREMIDADE DOS TETOS .....	37
<b>2.3.1 Hiperqueratose na Extremidade dos Tetos .....</b>	39
<b>2.3.2 Fatores de Risco para Hiperqueratose .....</b>	40
2.3.2.1 <i>Equipamentos de ordenha .....</i>	40
2.3.2.2 <i>Manejo de ordenha .....</i>	42
2.3.2.3 <i>Características do animal .....</i>	45
2.4 HIPERQUERATOSE E A MASTITE .....	46
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
<b>3 HIPÓTESES E OBJETIVOS .....</b>	63
3.1 HIPÓTESES .....	63
3.2 OBJETIVOS .....	63
<b>3.2.1 Objetivo Geral .....</b>	63
<b>3.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	63
<b>4 CAPÍTULO I .....</b>	65
4.1 FATORES RELACIONADOS À OCORRÊNCIA DE HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS EM REBANHOS LEITEIROS NO SUL DO BRASIL.....	65
<b>5 CAPÍTULO II .....</b>	89
5.1 RELAÇÃO ENTRE A OCORRÊNCIA DE HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS COM A CONFORMAÇÃO DOS TETOS E A SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA EM VACAS LEITEIRAS.....	89
<b>6 CAPÍTULO III .....</b>	115



6.1 ESTUDO LONGITUDINAL DA DINÂMICA DA HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS EM VACAS LEITEIRAS ENTRE UMA LACTAÇÃO E A SUBSEQUENTE.....	115
<b>7 CAPÍTULO IV.....</b>	<b>131</b>
7.1 RELAÇÃO DA HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS COM A SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA: ASPECTOS RELACIONADOS AOS ANIMAIS E INERENTES AO SISTEMA DE ORDENHA ROBOTIZADA.....	131
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>155</b>
<b>9 APÊNDICES.....</b>	<b>157</b>
APÊNDICE A - Questionário estruturado utilizado na pesquisa.....	157
APÊNDICE B - Sistema de classificação da hiperqueratose dos tetos .....	163
APÊNDICE C - Sistema de classificação do comprimento dos tetos e distância entre tetos.....	164
APÊNDICE D - Sistema de classificação do formato dos tetos .....	165
APÊNDICE E - Sistema de classificação da colocação dos tetos.....	166
APÊNDICE F - Sistema de classificação da cor dos tetos.....	167





## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade e a integridade do leite cru são influenciadas por uma série de fatores, dentre os quais se encontram o manejo, a alimentação, e principalmente a saúde da glândula mamária. A mastite é a inflamação mais frequente nos rebanhos leiteiros, a qual, caracteriza-se por um processo inflamatório complexo da glândula mamária com caráter multifatorial, normalmente resultante de uma infecção intramamária (IIM) (RAMÍREZ et al., 2014; RUEGG e ERSKINE, 2015). Constitui um dos principais problemas na produção leiteira, devido principalmente, às perdas econômicas ocasionadas pela queda na produção de leite e ao aumento dos custos de produção. É uma enfermidade difícil de ser controlada, e os resultados obtidos com os tratamentos, na maioria das vezes, não são suficientemente eficazes para reduzir os efeitos desta doença. Desta maneira, o controle das IIM exige, constantemente, uma forte aplicação na sua prevenção, que passa pela adoção de medidas de manejo que maximizem os mecanismos de defesa inata dos animais.

Estudos têm questionado a respeito de um assunto ainda não muito esclarecido: a ocorrência de lesões na extremidade dos tetos das vacas (GLEESON et al., 2004; MENDONÇA, 2008; CARDOZO et al., 2015). O esfíncter do teto é a principal defesa das vacas contra a entrada de agentes causadores de mastite. A estrutura interna do teto é composta por musculatura lisa que envolve o canal e o esfíncter do teto, sendo responsável por mantê-lo fechado. Têm-se descrito a existência de associações entre as lesões nas extremidades dos tetos com a ocorrência de IIM em rebanhos leiteiros (BIRTEN e ALAÇAM, 2015; PANTOJA et al., 2016), sendo que autores mencionam da relação da introdução de microrganismos para dentro do canal do teto (BHUTTO et al., 2010; PADUCH et al., 2012), decorrente da ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos dos animais, cujos fatores causais ainda são poucos pesquisados.

A hiperqueratose é uma das principais alterações na extremidade dos tetos, a qual se trata de uma hiperplasia do extrato córneo da pele do teto, podendo ocorrer devido a uma resposta fisiológica normal da pele do teto devido à ação da ordenha (MEIN et al., 2001; BREEN et al., 2009). Um agravante é o fato de que alguns fatores de risco do aparecimento de IIM, tais como a adoção de práticas de ordenha inadequada ou a falta de manutenção do equipamento, podem estar relacionados com o aparecimento da hiperqueratose.

Devido à heterogeneidade dos sistemas de produção utilizados no Brasil, e ao fato de que a hiperqueratose pode ser afetada por inumeros fatores de riscos, o controle da hiperqueratose exige invariavelmente uma forte aposta em prevenção, que passa fortemente pela adoção de medidas de manejo que evitem a exposição dos animais as possíveis causas de hiperqueratose. A identificação dos fatores de risco que se relacionam com a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos das vacas podem ser direcionadas no sentido de aprimorar os programas de prevenção e controle da mastite dos rebanhos leiteiros, além do estudo do seu comportamento ao longo do tempo. Deste modo, o objetivo geral desta pesquisa foi identificar os fatores associados à ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em rebanhos leiteiros, avaliar a relação da ocorrência da hiperqueratose com fatores relacionados à ordenha, aspectos fisiológicos das vacas, saúde da glândula mamária e profundidade do úbere em sistema de ordenha robotizada (SOR), assim como avaliar o desenvolvimento longitudinal da hiperqueratose.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE

A produção de leite brasileira passa por um momento de transição, onde vem em crescimento nos últimos anos, demonstrando o grande potencial de desenvolvimento e firmação como um dos principais produtos na economia nacional (CORRÊA et al., 2016). O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo e ocupa o quarto lugar em relação a produção de leite (EMBRAPA, 2013). Cada vez mais, é preciso qualificar os principais setores de produção de modo a garantir qualidade e a produção segura de alimentos. O atendimento do mercado interno e a manutenção e conquista de novos mercados internacionais pressupõem padrões elevados de qualidade sanitária e certificação dos processos ao longo de toda cadeia produtiva (RIBEIRO e BARBOSA, 2009).

A produção de matéria prima com boa qualidade é um dos principais problemas para a crescente da competitividade dos produtos lácteos no mercado, onde nesse contexto, tanto a qualidade microbiológica como a físico-química do leite cru são de grande importância e se traduzem na maior limitação para o rendimento, processamento e aceitabilidade dos produtos lácteos, além da aceitação pelo mercado consumidor (MURPHY et al., 2016). O leite é considerado um alimento de grande valor nutritivo, devido à sua composição rica em macro e micronutrientes indispensáveis para o desenvolvimento e manutenção da saúde do ser humano. É um produto altamente perecível, e com isso sujeito a alterações pela ação de microrganismos e pela manipulação a que é submetido, podendo tornar-se num veículo de doenças (DÜRR, 2004; ARCURI et al., 2006). E juntamente a isso, a qualidade e a segurança dos alimentos são assuntos que têm recebido uma maior atenção na cadeia produtiva leiteira, sendo discutida por todos os responsáveis no processo de elaboração do produto. A segurança dos alimentos significa a garantia ao consumidor de que o alimento contém os atributos de qualidade que são de seu interesse, entre os quais se destacam os atributos relacionados a higiene dos alimentos (SPERS, 2000). Portanto, para produzir leite de alta qualidade deve-se realizar o menor número possível de erros em toda a linha de produção desse produto (MONARDES, 2004).

Existem importantes desafios na coordenação da cadeia, na eliminação das distorções do mercado internacional, no fortalecimento de programas institucionais, no aumento de consumo de

produtos lácteos e até mesmo na organização dos produtores rurais (WINCK e THALER NETO, 2009). Obter leite de qualidade, tanto nutricional quanto de segurança do alimento depende de um processo de produção controlado em todas as etapas de produção. Prevenir contaminações e assegurar a qualidade do leite requer procedimentos, controles e prática de manejo efetuadas de modo sistemático e por pessoal qualificado, consciente e comprometido. Consequentemente, somente vacas sadias, manejadas de forma adequada e bem alimentadas conseguem produzir leite de boa qualidade, entretanto isso não assegure a total qualidade do produto final, já que este atravesse um longo caminho até chegar a mesa do consumidor.

## 2.2 MASTITE

A mastite bovina é uma das principais doenças que afetam a qualidade do leite nos rebanhos leiteiros em todo o mundo (OGOLA et al., 2007; RUEGG e PANTOJA, 2013), pois gera diminuição na produção leiteira e consequentemente perdas econômicas, e também pode trazer a possibilidade de sérios riscos à saúde da população como um transmissor de doenças através do leite contaminado (LOPES et al., 2012; DEMEU et al., 2015). Trata-se de uma inflamação de fácil disseminação entre os rebanhos leiteiros, que embora possa ter como origem causas físicas, químicas, fisiológicas ou microbiológicas, a sua origem é considerada multifatorial (PICOLI et al., 2014). É um importante redutor de qualidade do leite na indústria, com perda de rendimento, diminuição na vida de prateleira e alterações nas características composticionais e nutricionais (BLOWEY e EDMONDSON, 2010; MATTIELLO, 2015). Ocasiona inúmeros prejuízos tanto nas características organolépticas e microbiológicas do leite, como nos gastos com medicamentos, descarte de leite e até mesmo no descarte precoce de animais (JANZEKOVIC et al., 2009; GEARY et al., 2012). A mastite é uma doença cara na maioria das fazendas leiteiras, com uma grande diferença nas perdas econômicas (HOGEVEN et al., 2011). Estes mesmos autores citam que em recentes estimativas, as perdas econômicas por mastite clínica variaram em média de € 61 a € 97 por vaca/ano em uma fazenda. Hagnestam-Nielsen et al. (2009), observaram que vacas com 500.000 células/mL apresentaram perdas na produção de leite, variando de 0,7 a 2,0 kg em vacas primíparas e de 1,1 a 3,7 kg em multíparas, dependendo do estágio de lactação. Além destas perdas em função da redução da produção e qualidade do leite, mudanças na composição do leite, o aumento de quadros clínicos de mastite, o aumento involuntário da taxa

de descarte, com consequentes custos de reposição, o aumento do custo com veterinários e tratamentos são alguns dos demais fatores de perdas relacionadas à mastite na propriedade (DE PINHO MANZI et al., 2011)

Além disso, a mastite é uma doença associada a diversos fatores, aos quais se podem listar, principalmente, os ligados ao animal, ao ambiente, e ao manejo (SOUZA et al., 2008, 2009; COENTRÃO et al., 2008; SOUZA e BRITO, 2011). Olde Riekerink et al. (2007) cita que fatores como tipo de instalações, manejo juntamente com os fatores ambientais são determinantes para a ocorrência de mastites clínica e subclínica. Segundo Cardozo et al. (2015) o estágio e o número de lactação são citados como os principais fatores associados ao animal, visto que uma das formas mais importantes da transmissão dos patógenos é através do processo de ordenha. De acordo com a literatura pode-se citar também a conformação do úbere como fator ligado a mastite. Dadpasand et al. (2012) conclui que a seleção para características como inserção de úbere anterior e profundidade de úbere são benéficas para a redução das infecções intramamárias. Animais com úberes mais pendulosos apresentam maior risco de novas casos de mastite subclínica e de infecções crônicas (CARDOZO et al., 2015). E quando se relaciona os fatores ligados ao ambiente, podemos citar o clima, o qual provavelmente é um dos maiores responsáveis pela grande incidência de casos de mastite. De acordo com estudos realizados por Werncke et al. (2016), o tamanho da propriedade e o volume diário de leite produzido não afetam a composição química do leite. Em relação aos fatores influenciados pelo manejo, Schukken et al. (2003) demonstraram que a análise dos procedimentos de ordenha, a qualidade da extremidade do teto, a higiene do úbere da vaca, a avaliação de higiene do estábulo e o manejo correto na separação de animais cronicamente infectados são fatores de risco chaves que afetam a taxa de novas infecções. Para manter a saúde da glândula mamária de vacas em lactação é necessário que o produtor realize de forma higiênico-sanitário o manejo de ordenha, mantenha os equipamentos de ordenha calibrados, adote o manejo de vaca seca e quando necessário descarte ou faça a segregação das vacas com mastite crônica (RAIA JÚNIOR, 2006; BARBOSA et al., 2007).

## 2.3 CONDIÇÕES DA EXTREMIDADE DOS TETOS

O sistema de defesa da glândula mamária é de grande importância para o desenvolvimento de medidas de controle e prevenção de novos casos de IIM (RAINARD e

RIOLLET, 2006). O mecanismo de defesa do sistema mamário pode ser dividido em duas categorias, imunidade inata e específica. O sistema de imunidade inata é a primeira linha de defesa contra microrganismos invasores IIM, enquanto que o sistema imune específico atua como uma segunda linha de defesa. Além disso, o sistema de imunidade inata também possui aspectos anatômicos que funcionam como barreira à infecção (SORDILLO et al., 1997; FINLAY e HANCOCK, 2004).

Os tetos dos bovinos leiteiros são estruturas altamente especializadas na função de liberar o leite armazenado nas cisternas do úbere e em impedir a invasão de microrganismos patogênicos. Os tetos podem ter posição, ângulo, tamanho e formato muito diferenciado. São formados pelo canal do teto e por uma cisterna que tem ligação direta com a cisterna da glândula mamária (DYCE, 1996). A extremidade do teto é considerada a primeira linha de defesa da glândula mamária contra a invasão por microrganismos causadores da mastite, uma vez que este é o principal caminho pelo qual os patógenos penetram, por via ascendente, o interior da glândula mamária (CARNEIRO et al., 2009). As estruturas responsáveis por impedir a invasão dos microrganismos patogênicos são o músculo do esfínter do teto que mantem o fechamento do canal do teto entre as ordenhas (OVIEDO-BOYSO et al., 2007) e o tampão de queratina que dificulta a entrada de bactérias por atuar como tampão, impedindo assim a sua migração para a cisterna da glândula (SORDILLO, 2005; ALNAKIP et al., 2014). A queratina ainda vai apresentar em sua constituição substâncias antimicrobianas que vão auxiliar no combate a infecção (PAULRUD, 2005), como ácidos graxos esterificados e não esterificados (ácidos mirístico, palmítico, linoléico), os quais são bacteriostáticos, além de proteínas catiônicas (ARAUJO e GHELLER, 2005; OVIEDO-BOYSO et al., 2007).

As alterações tais como as relacionadas aos fatores ambientais ou até mesmo a adoção de práticas de ordenha inadequada podem estar relacionados com o aparecimento de lesões na extremidade de tetos. As lesões nos tetos podem ter origem traumática, ambiental, infecciosa ou erosão química (Cerqueira et al., 2011), sendo também provocadas pelo deficiente funcionamento do equipamento de ordenha (MEIN, 2012; SANDRUCCI et al., 2014), o que eleva o risco de mastite. Quaisquer efeitos adversos devido ao baixo desempenho da ordenha ou eventos acidentais nas vacas poderão ser observados pelas mudanças na cor do teto, por edema no úbere, na condição da base do teto, na pele ou, especialmente, no esfínter do teto (NEIJENHUIS e HILLERTON, 2003).

Os principais efeitos de curto prazo (uma ordenha) podem incluir mudanças de cor, textura e firmeza da ponta e do próprio teto e do grau de abertura do orifício externo do teto. Os principais efeitos de médio prazo (dias ou semanas) incluem mudanças na condição da pele do teto e incidência de petéquias hemorrágicas. Por outro lado, as lesões mais significantes são as que acontecem em longos períodos, entre 2 a 8 semanas, e são modificações relativas à ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos (KIRK, 2005). Fatores como o formato da ponta do teto, a posição e o comprimento do teto, o nível da produção de leite, a taxa de pico de fluxo de leite, a duração da ordenha e sobreordenha, o estágio da lactação, a interação entre o manejo de ordenha e o equipamento de ordenha, as condições climáticas, sazonais e ambientais e a genética das vacas individualmente podem afetar a hiperqueratose (MEIN et al., 2001).

### **2.3.1 Hiperqueratose na Extremidade dos Tetos**

Entre as diversas lesões que podem acometer a extremidade dos tetos tais como eversão da ponta, rachaduras, prolapsos entre outras, a hiperqueratose é a principal alteração que ocorre no canal do teto (SOUZA, 2008). Hiperqueratose significa “crescimento exagerado de queratina” (MEIN et al., 2001), ou seja, é um espessamento da pele que forma o canal do teto e circunda o exterior do orifício do teto (NEIJENHUIS et al., 2000). É uma resposta fisiológica frente às forças aplicadas à pele do teto durante a ordenha, tanto pelo fechamento da teteira de um equipamento de ordenha, ou por uma força desnecessária feita pelo ordenhador (NEIJENHUIS e KONING; et al., 2001). A hiperqueratose da extremidade do teto resulta de uma hiperplasia localizada do *Stratum corneum* e do *Stratum granulosum* (NEIJENHUIS et al., 2004). Prestes et al. (2002) enfatizaram que a estrutura interna do teto é composta por musculatura lisa que envolve o canal e o esfíncter do teto, sendo responsável por mantê-lo fechado, impedindo assim a perda de leite e servindo como a primeira linha de defesa da vaca contra as infecções intramamárias.

Vários métodos foram descritos na avaliação das lesões na extremidade dos tetos (KIRK, 2005). A metodologia mais usada é o sistema de escore da hiperqueratose que possui quatro classificações como segue: Escore 1- sem formação de anel, o final do teto liso e com o orifício pequeno; Escore 2- liso com um anel projetando-se a partir do orifício; Escore 3- anel com relevo, áspero com formação de queratina de 1-3 mm do orifício; Escore 4-muito áspero ao toque com queratina superior a 4 mm (MEIN et al., 2001). De Pinho Manzi et al. (2011), observaram

que dos 1.931 quartos mamários avaliados, 29,6% apresentaram escore = 1, 31,0% escore = 2, 21,5% escore = 3 e 17,9% escore = 4. Paduch et al. (2012), em estudo em vacas na Alemanha, encontraram escore de hiperqueratose de 18,6% (escore 1), 37,0% (escore 2), 31,9% (escore 3) e 12,5% (escore 4). Gleeson et al. (2004) encontraram valores inferiores a 0,5% de vacas com escore 4. Mein et al. (2001) mencionam que em um rebanho leiteiro no máximo 20% das vacas podem apresentar um ou mais tetos com escore três ou quatro de hiperqueratose na extremidade dos tetos.

### **2.3.2 Fatores de Risco para Hiperqueratose**

A quantidade de animais que podem ser afetados com hiperqueratose num rebanho leiteiro é muito variável, podendo em alguns casos chegar a atingir 80% dos animais, sendo mais comum em explorações leiteiras com elevadas produções, associado a períodos de ordenha mais prolongados dos animais (SHEARN e HILLERTON, 1996).

A análise dos fatores de risco associados à ocorrência da hiperqueratose consiste em uma ferramenta que pode auxiliar na adoção de medidas que promovam a melhoria da saúde do úbere. É necessária a busca por informações ou medidas que possam promover a resolução ou até mesmo a cura desta lesão, principalmente pelo fato de a hiperqueratose ser um indicador de bem-estar importante e estar diretamente associado na ocorrência de IIM (KIRK, 2005; MITEV et al., 2012; BIRTEN e ALACAM, 2015). A busca por informações quantitativas e qualitativas sobre os fatores associados à doença de acordo com características do rebanho, é necessária para que se amplie o conhecimento epidemiológico da hiperqueratose em uma população em específico. Estas informações podem possibilitar a adoção de medidas de controle a nível de vaca ou rebanho.

#### *2.3.2.1 Equipamentos de ordenha*

Vários mecanismos podem alterar a condição da ponta dos tetos das vacas leiteiras, sendo os efeitos dos equipamentos da ordenhadeira mecânica um dos fatores que mais exercem influência nas alterações que ocorrem no canal do teto (CAPUCO et al., 1994; LACY-HULBERT et al., 1996). A ordenhadeira mecânica quando não está funcionando adequadamente

pode provocar lesões nos tetos das vacas. A ação mecânica exercida durante a ordenha sobre os tetos é um dos principais fatores desencadeador da ocorrência de hiperqueratose (CAPUCO et al., 1998). Dentre os fatores associados a ocorrência de hiperqueratose, o período de manutenção dos equipamentos é um dos principais fatores relacionados com a ordenhadeira mecânica. Propriedades que realizam periodicamente a manutenção dos equipamentos da ordenhadeira, as vacas apresentam menores escores médios de hiperqueratose (MEIN et al., 2003).

Falhas nos equipamentos de ordenha levam à congestão dos tetos ocasionada pela massagem deficiente ou pode estar associado ao alto vácuo no início e final da ordenha com baixo fluxo de leite (MEIN et al., 2003, 2004). Mein et al. (2004) citam que níveis de vácuo elevado, acima de 60 kPa, estão associados à ocorrência de hiperqueratose. Souza (2008) observou que nas propriedades leiteiras com média de vácuo superior a 42 kpa apresentava um risco 1,64 vezes maior de hiperqueratose que nas propriedades com vácuo inferior a 42 kPa. Neste sentido, para Besier et al. (2015), o vácuo na ponta do teto não deve ser muito superior a 42 kPa, pois pode causar danos ao tecido dos tetos, principalmente durante períodos de baixo fluxo de leite. Quanto maior for o nível do vácuo, maiores vão ser as diferenças de pressão entre as diferentes fases da pulsação e, consequentemente, maior vai ser a força de sobrepressão exercida pelas teteiras sobre os tetos (MEIN et al., 2003). Níveis altos de vácuo extraem o leite do úbere com muita força, o que pode resultar em perda da camada de queratina no canal do teto. A perda da camada de queratina leva ao aumento da produção de queratina, o que pode resultar na formação de hiperqueratose (RYSÁNEK et al., 2001). Pesquisas têm relatado que a pressão exercida pelo nível de vácuo da ordenhadeira aumenta a quantidade de queratina na extremidade dos tetos estimulando a ocorrência de hiperqueratose (WILLIAMS e MEIN, 1986; SOUSA, 2008). A alta pressão das teteiras sobre a pele dos tetos causa interrupção na circulação sanguínea com aumento da pressão no local, formando pequenas rachaduras que aumentam a formação de queratina pelo canal do teto (MEIN et al., 2003). De acordo com a ISO (Organização Internacional de Normatização, 2007), recomenda-ser que a ordenha deve ser conduzida com vácuo na extremidade do teto entre 32 e 42 kPa durante o período de pico de fluxo de leite.

Por outro lado, o aparecimento de hiperqueratose não está necessariamente relacionado apenas com elevados níveis de vácuo do equipamento de ordenha. Em alguns casos, a simples queda do nível de vácuo do sistema pode aumentar o tempo total de ordenha e agravar ainda mais o problema. Rasmussen e Madsen (2000) concluíram que a utilização de níveis de vácuo de 38

kPa aumentou a frequência de deslizamento de teteiras comparado a utilização de níveis de vácuo de 48 kPa. O deslizamento das teteiras durante a ordenha também tem sido relatado como problemas frequentes nas propriedades leiteiras. Estas falhas são responsáveis por causar uma diminuição na velocidade da ordenha e o aparecimento de marcas na base dos tetos (BOAST et al., 2003; SANTOS et al., 2012).

Neste tocante, alguns sistemas de ordenha prevêem a possibilidade de pulsação para cada quarto mamário o que pode representar uma oportunidade para determinar as configurações adequadas para quartos individuais (MÜLLER et al, 2011; STERRETT et al., 2013). Esta propriedade pode reduzir o tempo de ordenha para cada quarto mamário, especialmente, no final da ordenha quando os tetos estão ficando vazios, aumentando a manutenção da condição dos tetos (RASMUSSEN, 1993; NEIJENHUIS et al., 2000). A introdução de sistemas de ordenha robótica (SOR) nas propriedades leiteiras vêm aumentando em diversos países (KONING, 2010), principalmente, pelo incremento do bem-estar da vaca. Jacobs e Siegfried (2012) destacam como principal vantagem do sistema de ordenha automática a capacidade de controlar de forma individual a frequência de ordenha conforme o nível de produção ou o estágio de lactação, sem custos com mão-de-obra. Entretanto, mudanças no manejo, incluindo a frequência e os intervalos entre as ordenhas podem afetar as condições da saúde da glândula mamária, aumentando a probabilidade de infecções intramamárias e, consequentemente, a qualidade do leite. (NEIJENHUIS e HILLERTON, 2002).

### *2.3.2.2 Manejo de ordenha*

A falta de adoção de boas práticas de manejo tem se tornado um dos principais problemas para o desenvolvimento de hiperqueratose na extremidade dos tetos. Dentre os fatores de risco associados encontram-se a duração e a frequência de ordenha, sobreordenha e as interações entre o manejo de ordenha e o equipamento de ordenha.

A reduzida frequência do número de ordenhas leva a perda de leite através do canal do teto, maior tempo de ordenha e distensão do úbere, com impactos negativos sobre o conforto da vaca e saúde do úbere (DELAMAIRE e GUINARD-FLAMENT, 2006). A remoção das unidades de ordenha é um importante fator relacionado com a ocorrência de hiperqueratose. De acordo com Gleeson et al. (2003), a hiperqueratose é menor quando os conjuntos de ordenha são

removidos com taxa de fluxo de 0,8 kg/min em comparação com um tempo de remoção de 0,2 kg/min. Zucali et al. (2008) encontrou que tetos com menos de 4,3 minutos de duração de ordenha obtiveram menores valores de hiperqueratose do que tetos com mais de 5,3 minutos. O aumento das taxas de fluxo de leite, reduz o tempo na ordenha e, consequentemente, a ocorrência de hiperqueratose (RUDOVSKY et al., 2011). A permanência mais prolongada das teteiras durante a ordenha pode resultar em tetos mais susceptíveis a ocorrência de hiperqueratose (RASMUSSEN, 1993; GLEESON et al., 2007). Por outro lado, com intervalos de ordenha muito curtos poderá ser problemático devido à falta de tempo suficiente para a recuperação dos tetos. O fluxo de leite diminui e o tempo de ordenha torna-se mais longo (HOGEVEN et al., 2001; NEIJENHUIS et al., 2001).

Outro fator bastante agravante da hiperqueratose é o efeito da sobreordena sobre os tetos. A sobreordena ocorre quando o fluxo de leite para a cisterna do teto é menor do que o fluxo do canal do teto (RASMUSSEN, 2004; STERRETT et al., 2013), ou seja, ocorre a permanência das unidades de ordenha junto aos tetos dos animais após o término do fluxo de leite (NEIJENHUIS et al., 2000). A sobreordena é um dos principais fatores de risco envolvidos na deterioração da condição dos tetos. Este manejo inadequado tem sido relacionado com indicadores da saúde do úbere. Østeras e Lund (1988) relacionaram a ocorrência de sobreordena com o aumento da incidência de quartos mamários infectados, incidência de mastite clínica e alta CCS. Neste tocante, outros estudos têm reportado o efeito da sobreordena na condição da ponta dos tetos (NEIJENHUIS e HILLERTON, 2002; EDWARDS et al., 2013). O tempo de ordenha com fluxos de leite inferiores a 1 Kg de leite por minuto tem uma grande importância na condição dos tetos (MEIN et al., 2001). Rasmussen (1999) propôs que os últimos 30 segundos da ordenha são os mais importantes para a formação de hiperqueratose, pois os tetos estão quase vazios. De acordo com alguns estudos ocorre a formação de lesões na extremidade dos tetos a partir de 2 minutos de sobreordena (EDWARDS et al., 2013) e outros após 5 minutos de sobreordena (HILLERTON et al., 2002; GLEESON et al., 2003).

Com o aumento do número de vacas em lactação por rebanho, a necessidade de minimizar os custos operacionais e a crescente carência de mão de obra qualificada tem ocasionado problemas na execução das técnicas de manejo de ordenha. O uso de ferramentas modernas surge como alternativa para redução dos problemas ocasionados durante a ordenha. A utilização de extratores automáticos de teteiras, permite que estas saiam assim que é detectada diminuição na

velocidade de fluxo de leite sem que ocorram prejuízos de produção total de leite e de sanidade do úbere das vacas (SOUZA, 2008; O'BRIEN et al., 2012). Normalmente, o tempo de permanência das unidades de ordenha aumenta sem a instalação de extratores automáticos de unidades de ordenha (EDWARDS et al., 2013). São sistemas que cortam de maneira automática o vácuo no processo da ordenhadeira mecânica e retiram a unidade de ordenha em determinado tempo (PHILPOT e NICKERSON, 2002).

A ordenha dos quartos mamários individualmente na ordenha automática tem proporcionado redução na sobreordenza, em comparação com sistemas de ordenha convencional (HOGEVEN et al., 2001). Neijenhuis et al. (2004) reportou que a condição dos tetos melhorou após a conversão de ordenha convencional para sistema robotizado. Uma possível explicação para este resultado pode ser a remoção antecipada das teteiras. Sterrett et al. (2013) concluíram que o escore de hiperqueratose diminuiu após a instalação de pulsação individual por quarto mamário com consequente redução da sobreordenza.

Outros autores descrevem o papel das teteiras sobre a formação de lesões nos tetos (RASMUSSEN e MADSEN, 2000; SOUZA et al., 2005; SCHUKKEN et al., 2006). Mein et al. (2003) mencionam que o design da teteira influencia o grau de hiperqueratose na extremidade dos tetos devido ao seu efeito no fluxo do leite e na carga compressiva exercida sobre os tetos. A utilização de teteiras com uma forma de multi-lados seria esperado para reduzir o grau de hiperqueratose (HAEUSSERMANN et al., 2016). Outro ponto bastante importante é o tempo que as teteiras devem ser trocadas. A substituição das teteiras ou outros componentes da ordenhadeira mecânica, devem ser realizadas com a periodicidade recomendada pelo fabricante ou quando ocorre alguma avaria. Falha nos equipamentos de ordenha levam a congestão dos tetos ocasionada pela massagem deficiente (MEIN et al., 2003). Coentrão et al. (2008) mencionaram que o surgimento de fissuras nas teteiras facilita o acúmulo de leite e dificulta a aderência no teto, permitindo a entrada de ar no sistema. Neste sentido, teteiras usados além do limite recomendado diminuem a velocidade de ordenha e aumentam o risco da ocorrência de mastite e por isso devem ser regulados e substituídos periodicamente (PEELER et al., 2000; INSTITUTO BABCOCK, 2011).

### 2.3.2.3 Características do animal

A conformação dos tetos é usualmente, apontada como importante no aparecimento da hiperqueratose. O comprimento dos tetos está diretamente relacionado com o posicionamento dos mesmos nas teteiras. A formação de hiperqueratose é significativamente maior para tetos mais longos do que curtos (WENDT et al., 2007). Tetos muito curtos ficam acima da região de colapso das teteiras, mas para os mais compridos a força de sobrepressão aplicada pelas teteiras colapsadas aumenta de uma forma diretamente proporcional. Quanto mais comprido for o teto, maior vai ser a sobrepressão (MEIN et al., 2003), o que pode levar a um maior risco de ocorrência de hiperqueratose. O formato da extremidade dos tetos também desempenha uma influência importante no desenvolvimento da hiperqueratose. Os tetos classificados como pontiagudos, desenvolvem calosidade no canal do teto mais cedo e em conjunto com os tetos redondos desenvolvem níveis de hiperqueratose maiores que os tetos lisos e invertidos, possivelmente pela maior exposição dos tetos pontiagudos frente às forças de pressão das teteiras (NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001). Em relação a posição dos tetos, os tetos anteriores, normalmente, apresentam maiores escores de hiperqueratose que os tetos posteriores (Sieber; Farnsworth, 1981; Rudovsky et al., 2011), pois os quartos anteriores produzem menos leite, acabando primeiro a ordenha e, consequentemente, ficando expostos a períodos de sobreordenação maiores. Conforme citado por Sterrett et al. (2013), a pulsação individual por quarto mamário pode parar de ordenhar as teteiras dianteiras antes das teteiras traseiras quando necessário, o que evitaria o excesso de sobreordenação.

Outro fator que se observa na ocorrência de hiperqueratose é a relação com o número de dias de lactação. É possível observar que animais com 101 dias de lactação ou mais, já apresentam um risco maior de terem níveis altos de hiperqueratose (CARDOZO et al., 2015). Estudos realizados por Neijenhuis et al. (2000), mencionam que os níveis de hiperqueratose do canal dos tetos são baixos no parto, mas normalmente aumentam durante os primeiros 4 meses da lactação, estando correlacionados com o aumento da quantidade de leite produzida e do tempo de ordenha. Após os 3-4 meses de lactação a frequência de tetos com hiperqueratose tende a diminuir, mas é durante o período de secagem que ocorre uma diminuição significativa da hiperqueratose dos tetos (SHEARN e HILLERTON, 1996). Mitev et al. (2012), concluíram que com o avanço do número de partos ocorre maior presença de hiperqueratose nos animais. Sousa

(2008) demonstrou que vacas só com uma lactação tinham um menor risco de terem hiperqueratose que os animais com 2 ou mais lactações.

Tem-se observado uma relação positiva entre a produção de leite com a presença de hiperqueratose na extremidade dos tetos como resultado de ordenhas mais demoradas (NEIJENHUIS et al., 2000). Gleeson et al. (2007) também verificaram um aumento do escore de hiperqueratose na extremidade dos tetos com o aumento na produção de leite. Segundo alguns pesquisadores, o leite ao passar pelo canal do teto arrasta quantidades significativas de queratina e estimula o aumento da sua produção na extremidade dos tetos das vacas (HAMANN et al., 1994; MEIN et al., 2004). Por outro lado, pode-se deduzir que, quanto menor for a produção de leite a ordenha terminará mais cedo nos quartos mamários com menor quantidade de leite em comparação com os que possuem alta produção de leite e, portanto, os tetos são submetidos ao vácuo por mais tempo (BIRTEN e ALAÇAM, 2015).

## 2.4 HIPERQUERATOSE E A MASTITE

A boa saúde e a integridade da extremidade dos tetos são fundamentais para diminuir o risco das infecções intramamárias em vacas leiteiras (MEIN et al., 2003). Manter em boas condições essa parte tão importante da vaca é essencial dentro de um programa de controle e prevenção da mastite. Em um estudo com 139 vacas em lactação avaliou a associação entre a ocorrência de lesões na extremidade dos tetos com o *California Mastitis Test* (CMT) foram observadas lesões nas extremidades em 97 dos tetos e a prevalência de mastite subclínica foi de 33,4% em todos os quartos da glândula mamária, com 71,0% nos quartos com lesões do teto e de 24,5% nos quartos sem lesões de ponta de teta ( $P<0,01$ ) (MULEI, 1999). Em outro trabalho desenvolvido em rebanho com 56 vacas da raça Holandesa ordenhadas ao longo de uma lactação completa, onde somente os quartos mamários do lado direito do corpo foram desinfetados após a ordenha foram coletadas amostras de leite de quartos individuais para medir a CCS e o grau de hiperqueratose. De acordo com os autores houve correlação ( $P<0,01$ ) significativa entre os escores de hiperqueratose 2 e 3 e a CCS em tetos não desinfetados e o número de casos de mastite clínica foi significativamente ( $P <0,001$ ) maior nos tetos que não foram desinfetados (GLEESON et al., 2004; CARDOZO et al., 2015).

Entretanto, esta relação ainda não está totalmente explicada. Em outras pesquisas foram encontradas frequências menores de lesões na extremidade dos tetos. Araújo et al. (2012) encontraram fraca correlação entre a ocorrência de hiperqueratose ao escore da contagem de células somáticas pelo CMT. Asadpour et al. (2015) concluíram em seu trabalho que animais identificados com extremidade dos tetos com formação de anel rugoso podem não apresentar predisposição para infecções intramamárias. Em trabalho onde se procurou avaliar a correlação entre a formação de lesões nas extremidades dos tetos e a ocorrência de infecções intramamária e a CCS, foi concluído que existe relação entre presença de mastite clínica e a formação de hiperqueratose na extremidade dos tetos, mas esta relação não foi tão evidente para aumento da CCS (BHUTTO et al., 2010).

É importante também ressaltar o fato que a vida de uma vaca leiteira tem mudado muito ao longo das últimas décadas. A produção na bovinocultura leiteira está baseada em custo-benefício entre a manutenção das vacas e os quilogramas de leite produzidos em determinado tempo. Indicadores como a hiperqueratose dos tetos possibilita o acompanhamento do bem-estar da vaca durante toda sua vida produtiva, promovendo reparo em tempo hábil, de situações anormais, que possam levar ao aumento da incidência de mastites em decorrência, neste caso, da condição dos tetos.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALNAKIP, M. E.; QUINTELA-BALUJA, M.; BÖHME, K.; et al. The Immunology of Mammary Gland of Dairy Ruminants between Healthy and Inflammatory Conditions. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 2014, p. 1–31, 2014.
- ARAUJO, D. K. G.; GHELLER, V. A. Aspectos morfológicos, celulares e moleculares da imunidade da glândula mamária de búfalas (*Bubalus bubalis*): revisão de literatura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 77–83, 2005.
- ARAÚJO, V. M. M.; RANGEL, A. H. N. H. N.; MEDEIROS, H. R. R.; et al. Relação entre a hiperqueratose dos tetos e a ocorrência de mastite sub-clínica. **Archives of Veterinary Science**, v. 17, n. 2, p. 73–77, 2012.

ARCURI, E. F.; BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F.; et al. Qualidade microbiológica do leite refrigerado nas fazendas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 58, n. 3, p. 440–446, 2006.

ASADPOUR, R.; BAGHERNIAEE, H.; HOUSHMANDZAD, M.; et al. Relationship between teat end hyperkeratosis with intra mammary infection and somatic cell counts in lactating dairy cattle. **Revue De Medecine Veterinaire**, v. 166, n. 9–10, p. 266–270, 2015.

BARBOSA, S. B. P.; MONARDES, H. G.; CUE, R. I.; RIBAS, N. P.; BATISTA, Â. M. V. Avaliação da contagem de células somáticas na primeira lactação de vacas holandesas no dia do controle mensal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 94–102, 2007.

BESIER, J.; LIND, O.; BRUCKMAIER, R. M. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health – a literature review.

**Journal of Applied Animal Research**, v. 44, n.1, p. 263-272, 2016.

BHUTTO, A. L.; MURRAY, R. D.; WOLDEHIWET, Z. Udder shape and teat-end lesions as potential risk factors for high somatic cell counts and intra-mammary infections in dairy cows. **Veterinary Journal**, v. 183, n. 1, p. 63–67, 2010.

BIRTEN, E. M. R. E.; ALAÇAM, E. The Occurrence of Teat Hyperkeratosis in Cows and Its Effect on Milk Somatic Cell. **Turkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1–6, 2015.

BLOWEY, R.; EDMONDSON, P. **Mastitis Control in Dairy Herds**. 2 ed. London: CAB international, 2010.

BOAST, D.; HALE, M.; BENNET, M.; HILLERTON, J. E. The milking liner. In: Proceedings of the British Mastitis Conference. 2003. Garstang, Anais... p.35–43, 2003.

CAPUCO, A. V.; MEIN, G. A.; NICKERSON, S. C.; et al. Influence of pulsationless milking on teat canal keratin and mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 1, p. 64–74, 1994.

CAPUCO, A. V.; MEIN, G. A.; NICKERSON, S. C.; JACK, L. J.; WOOD D. L.; BRIGHT S. A.; ASCHENBRENNER, R. A.; MILLER, R. H.; BITMAN J. Influence of pulsation-less milking on teat canal keratin and mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 64-67, 1998.

CARDOZO, L. L.; THALER NETO, A.; SOUZA, G. N.; et al. Risk factors for the occurrence of new and chronic cases of subclinical mastitis in dairy herds in southern Brazil. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 11, p. 7675–85, 2015.

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

COENTRÃO, C. M.; SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; et al. Fatores de risco para mastite subclínica em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 60, n. 2, p. 283–288, 2008.

COLDEBELLA, A.; MACHADO, P. F.; GARCIA, C.; et al. Contagem de Células Somáticas e Produção de Leite em Vacas Holandesas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 623–634, 2004.

CORRÊA, M. N.; ÁVILA, M. M.; GRAZZIOTIN, R. C. B.; et al. Como melhorar a eficiência da gestão na propriedade leiteira. In: 3 Simpósio Nacional da Vaca Leiteira. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do sul. p. 237-258, 2016.

COSTA, E. O. Importância da mastite na produção leite. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, v. 1, p. 3–9, 1998.

DADPASAND, M.; ZAMIRI, M. J.; ATASHI, H.; AKHLAGHI, A. Genetic relationship of conformation traits with average somatic cell score at 150 and 305 days in milk in Holstein cows of Iran. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 12, p. 7340–5, 2012.

DE PINHO MANZI, M.; NÓBREGA, D. B.; FACCIOLO, P. Y.; et al. Relationship between teat-end condition, udder cleanliness and bovine subclinical mastitis. **Research in Veterinary Science**, v. 93, n. 1, p. 1–5, 2011.

DELAMAIRE, E.; GUINARD-FLAMENT, J. Longer Milking Intervals Alter Mammary Epithelial Permeability and the Udder's Ability to Extract Nutrients. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 6, p. 2007–2016, 2006.

DEMEU, F. A.; LOPES, M. A.; ROCHA, C. M. B. M.; et al. Influência da escala de produção no impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos leiteiros. **Revista Ceres**, v. 62, n. 2, p. 167–174, 2015.

DÜRR, J. W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: Uma oportunidade única. In: DÜRR, J. W.; Carvalho, M. P.; Santos, M. V. (ed.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004. p.38-55.

DYCE, K. M. **Tratado de anatomia veterinária**. 2 eds. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara, 1996.

EDWARDS, J. P.; O'BRIEN, B.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; JAGO, J. G. Overmilking causes deterioration in teat-end condition of dairy cows in late lactation. **Journal of Dairy Research**, v. 80, n. 3, p. 344–348, 2013.

EMBRAPA, E. B. DE P. A.-E. G. D. L. Panorama do Leite. v. 6, n. 75, p. 12, 2013. Juiz de Fora, MG.

FINLAY, B. B.; HANCOCK, R. E. W. Opinion: Can innate immunity be enhanced to treat microbial infections? **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 6, p. 497–504, 2004.

GEARY, U.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; BEGLEY, N.; et al. Estimating the effect of mastitis on the profitability of Irish dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 7, p. 3662–3673, 2012.

GLEESON, D. E.; KILROY, D.; O'CALLAGHAN, E.; FITZPATRICK, E.; RATH, M. Effect of machine milking on bovine teat sinus injury and teat canal keratin. **Irish Veterinary Journal**, v. 56, p. 46–50, 2003.

GLEESON, D. E.; MEANEY, W. J.; O'CALLAGHAN, E. J.; RATH, M. V. Effect of teat hyperkeratosis on somatic cell counts of dairy cows. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v. 2, p. 115–122, 2004.

GLEESON, D. E.; O'BRIEN, B.; BOYLE, L.; EARLEY, B. Effect of milking frequency and nutritional level on aspects of the health and welfare of dairy cows. **Animal: an international journal of animal bioscience**, v. 1, n. 1, p. 125–32, 2007.

HAEUSSERMANN, A.; BRITTEN, J.; BRITTEN, A.; PAHL, C.; ÄLVEBY, N.; HARTUNG, E. Effect of a multi-sided concave liner barrel design on thickness and roughness of teat-end hyperkeratosis. **Journal of Dairy Research**, v. 83, n. 2, p. 188–195, 2016.

HAGNESTAM-NIELSEN, C.; ØSTERGAARD, S. Economic impact of clinical mastitis in a dairy herd assessed by stochastic simulation using different methods to model yield losses. **Animal**, v. 3, n. 2, p. 315–328, 2009.

HAMANN, J.; BURNEVICH, C.; MAYNTZ, M.; OSTTERAS, O.; HALDER, W. Machine induced changes in the status of the bovine teat with respect to the new infection risk. **Bulletin of the IDF**, v. 2, n. 297, p. 13–22, 1994.

HILLERTON, J. E.; PANKEY, J. W.; PANKEY, P. Effect of over-milking on teat condition. **The Journal of Dairy Research**, v. 69, n. 1, p. 81–4, 2002.

HOGEVEEN, H.; HUIJPS, K.; LAM, T. J. G. M. Economic aspects of mastitis: new developments. **New Zealand veterinary journal**, v. 59, n. 1, p. 16–23, 2011.

HOGVEEN, H.; OUWELTJES, W.; KONING, C. J. A. M. DE; STELWAGEN, K. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. **Livestock Production Science**, v. 72, n. 1–2, p. 157–167, 2001.

INSTITUTO BABCOCK. Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional University of Wisconsin-Madison, 2011. Disponível em: [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de\\_21.pt.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_21.pt.pdf). Acesso em: 23 mar. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 5707. Milking machine installations – construction and performance. Geneva: ISO. 2007.

JACOBS, J. A.; SIEGFORD, J. M. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 5, p. 2227–2247, 2012.

JANZEKOVIC, M.; BRUS, M.; MURSEC, B.; et al. Mastitis detection based on electric conductivity of milk. **Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering and Manufacturing Engineering**, v. 34, n. 1, p. 39–46, 2009.

JOAQUIM L., C.; JOSÉ P., A.; JAN T., S.; et al. Alguns indicadores de avaliação de bem-estar em vacas leiteiras—revisão. **Revista Portuguesa de ...**, v. 110, n. 351, p. 5–19, 2011.

KIRK, J. H. **A System for Scoring Teat End Condition**. Disponível em:  
<http://www.pdfbe.com/te/teat-canal-book3.pdf>. Acesso em: 12/02/2017.

KONING, C. J. A. M. (KEES) DE. Automatic Milking – Common Practice on Dairy Farms. The First North American Conference on Precision Dairy Management. Toronto, Canada: Omnipress. **Anais...** p.16, 2010.

LACY-HULBERT, S. J.; HILLERTON, J. E.; WOOLFORD, M. W. Influence of pulsationless milking on teat canal keratin growth and turnover. **The Journal of dairy research**, v. 63, n. 4, p. 517–24, 1996.

LAGE, P. G.; ARAÚJO, A. R.; TEIXEIRA, A. G.; PINOTTI, M.; FALEIROS, R. R. Dispositivo fotobiomodulador para prevenção e tratamento de hiperqueratose de teto em vacas leiteiras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 6, p. 515–522, 2014.

LOPES, M. A.; DEMEU, F. A.; ROCHA, C. M. B. M.; et al. Avaliação do Impacto. **Arquivo Instituto Biológico**, v. 79, n. 4, p. 477–483, 2012.

MATTIELLO, C. A. **Avaliação do rendimento industrial, atributos microbiológicos e físico-químicos de queijo colonial produzido a partir de leite com dois diferentes níveis de células somáticas**, 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), Lages, SC, 2015.

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

MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; MORGAN, W. F. F.; et al. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. In: 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver. **Anais....** p.347–351, 2001.

MEIN, G. A.; WILLIAMS, D. M. D.; REINEMANN, D. J. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: 1. Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. In: 42nd annual meeting of the National Mastitis Council. Texas. **Anais....** p.26–29, 2003.

MEIN, G.; REINEMANN, D.; SCHURING, N.; OHNSTAD, I.; SHURING, N. Milking machines and mastitis risk: a storm in a teatcup. In: National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Charlotte. USA. **Anais....** p.176–188, 2004.

MENDONÇA, L. C. **Viabilidade do controle da mastite contagiosa e da utilização do escore de sujidade de úbere e de lesões de esfínter de tetos no monitoramento do risco de ocorrência da doença**, 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais: Escola de Veterinária. Belo Horizonte, MG, 2008.

MITEV, J. E.; GERGOVSKA, Z. I.; MITEVA, T. M. Effect of teat end hyperkeratosis on milk somatic cell counts in bulgarian black-and-white dairy cattle. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 18, n. 3, p. 451–454, 2012.

MONARDES, H. Reflexões sobre a qualidade do leite. In: J. W. Dürr; M. P. de Carvalho; M. V. dos Santos (Eds.); **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. 1st ed., p.11–37, 2004. Passo Fundo, RS: UPF Editora.

MULEI, C. Teat lesions and their relationship to intramammary infections on small-scale dairy farms in Kiambu district in Kenya. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 70, n. April, p. 156–157, 1999.

MÜLLER, A. et al. Comparison of the effects of quarter-individual and conventional milking systems on milkability traits. **Archiv Tierzucht**, v. 54, n. 4, p. 360-373, 2011.

MURPHY, S. C. et al. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 10128–10149, 2016.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 12, p. 2795–804, 2000.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 12, p. 2664–72, 2001.

NEIJENHUIS, F.; HILLERTON, J. E. Review of potential effects of automatic milking conditions on the teat. **Health of dairy cows milked by an automatic milking system.** p.24, 2002.

NEIJENHUIS, F.; HILLERTON, J. E. Effects of milking interval on teat condition and milking performance with whole-udder take off. **Health of dairy cows milked by an automatic milking system.** EU project, 58 p. 2003.

NEIJENHUIS, F.; HILLERTON, J. E.; PAULRUD, C. O.; RASMUSSEN, M. D.; BAINES, J. R. Teat condition and mastitis. In: National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Charlotte. USA. **Anais....** p.122–131, 2004

NEIJENHUIS, F.; KONING, K.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H. The effects of machine milking on teat condition. In: A. Rosati; S. Mihina; C. Mosconi (Eds.); **Physiological and Technical Aspects of Machine Milking.** Rome, Italy: Icar Technical Series No. 7. **Anais....** v. 7, p.33–40, 2001.

O'BRIEN, B.; JAGO, J.; EDWARDS, J. P.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; MCCOY, F. Milking parlour size, pre-milking routine and stage of lactation affect efficiency of milking in single-operator herringbone parlours. **Journal of Dairy Research**, v. 79, n. 2, p. 216–223, 2012.

OGOLA, H.; SHITANDI, A.; NANUA, J. Effect of mastitis on raw milk compositional quality. **Journal of Veterinary Science**, v. 8, n. 3, p. 237–242, 2007.

ØSTERAS, O.; LUND, A. Epidemiological Analyses of the Associations between bovine udder health and milking machine and milking management. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 6, n. 2, p. 91–108, 1988.

OVIEDO-BOYSO, J.; VALDEZ-ALARCÓN, J. J.; CAJERO-JUÁREZ, M.; et al. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. **Journal of Infection**, v. 54, n. 4, p. 399–409, 2007.

PADUCH, J. H.; MOHR, E.; KRÖMKER, V. The association between teat end hyperkeratosis and teat canal microbial load in lactating dairy cattle. **Veterinary Microbiology**, v. 158, n. 3–4, p. 353–359, 2012.

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

PAULRUD, C. O. Basic Concepts of the Bovine Teat Canal. **Veterinary Research Communications**, v. 29, n. 3, p. 215–245, 2005.

PEELER, E. J.; GREEN, M. J.; FITZPATRICK, J. L.; MORGAN, K. L.; GREEN, L. E. Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count British dairy herds. **Journal of Dairy Science**, n. 83, p. 2464–2472, 2000.

PICOLI, T.; ZANI, J. L.; SILVA BANDEIRA, F. DA; et al. Manejo de ordenha como fator de risco na ocorrência de micro-organismos em leite cru. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 35, n. 4, p. 2471–2480, 2014.

PRESTES, D. S.; FILAPPI, A.; CECIM, M. Susceptibilidade à mastite: Fatores que a influenciam - Uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 9, n. 1, p. 118–132, 2002.

RAIA JÚNIOR, R. B. **Fatores fisiológicos, clínicos e farmacológicos, determinantes de resíduos de antimicrobiano no leite, avaliados em protocolos terapêuticos de mastite em bovinos leiteiros**, 2006. 85 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, SP, 2006.

RAINARD, P.; RIOLLET, C. Innate immunity of the bovine mammary gland Pascal. **Veterinary Research**, v. 37, p. 369–400, 2006.

RAMÍREZ, N. F.; KEEFE, G.; DOHOO, I.; et al. Herd- and cow-level risk factors associated with subclinical mastitis in dairy farms from the High Plains of the northern Antioquia, Colombia. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, p. 4141–4150, 2014.

RASMUSSEN, M. D. Influence of switch level of automatic cluster removers on milking performance and udder health. **The Journal of dairy research**, v. 60, n. 3, p. 287–97, 1993.

RASMUSSEN, M. D. A. M. Benefits From Early Removal of the Milking Unit. In: Proceedings of the British Mastitis Conference/Axient/Institute for Animal Health/ Milk Development Council. Stoneleigh, UK: Novartis Animal Health. **Anais....** p.55–61, 1999.

RASMUSSEN, M. D.; MADSEN, N. P. Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n.1, p. 77-84, 2000.

RASMUSSEN, M. D. D. OVERMILKING AND TEAT CONDITION. In: NMC Annual Meeting Proceedings. Charlotte, North Carolina: NMC. **Anais....** p.169–175, 2004.

RIBEIRO, M. E. R.; BARBOSA, R. S. Avanços nas pesquisas do leite instável não ácido no Brasil. In: I conferência internacional do leite instável. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. **Anais....**, 2009.

RIEKERINK, R. G. M. O.; BARKEMA, H. W.; STRYHN, H.; et al. The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1704–15, 2007.

RUDOVSKY, H.-J.; PACHE, S.; SCHULZ, J. Hyperkeratosen – Wo liegen die Ursachen? In: 3. Tänikoner Melktechniktagung. Art-Schriftenreihe. **Anais....** p.75–78, 2011.

RUEGG, P. L.; ERSKINE, R. J. Mammary Gland Health. **Large Animal Internal Medicine**. 5<sup>a</sup> edição ed., p.1015–1044, 2015. St. Louis: Elsevier.

RUEGG, P.; PANTOJA, J. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 52, n. 2, p. 101–117, 2013.

RYSÁNEK, D.; OLEJNÍK, P.; BABÁK, V. Vacuum fluctuation in short milk tube during peak milk flow. In: Conference on Physiological and Technical Aspects of Machine Milking. Nitra, Slovak Republic: Icar Technical Series No. 7. **Anais....** p.125–130, 2001.

SANDRUCCI, A.; BAVA, L.; ZUCALI, M.; TAMBURINI, A. Management factors and cow traits influencing milk somatic cell counts and teat hyperkeratosis during different seasons.

**Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 9, p. 505–511, 2014.

SANTOS, G. T. DOS; ZAMBOM, M. A.; DIAS, A. M.; GRANDE, P. A. Manejo da ordenha e qualidade do leite. In: V SUL LEITE: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira da Região Sul do Brasil. Maringá, PR: Nova Stampa. **Anais....** p.303–330, 2012.

SCHUKKEN, Y. H.; WILSON, D. J.; WELCOME, F.; GARRISON-TIKOFSKY, L.; GONZALEZ, R. N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Veterinary research**, v. 34, n. 5, p. 579–96, 2003.

SCHUKKEN, Y. H.; PETERSSON, L. G.; RAUCH, B. J. Liners and teat end health. In: National mastitis council annual meeting proceedings. Tampa. USA. **Anais ...** p. 183-196. 2006.

SHEARN, M. F.; HILLERTON, J. E. Hyperkeratosis of the teat duct orifice in the dairy cow. **The Journal of Dairy Research**, v. 63, n. 4, p. 525–32, 1996.

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**, v. 178, n. 12, p. 1263–7, 1981.

SORDILLO, L. M. Factors affecting mammary gland immunity and mastitis susceptibility. **Livestock Production Science**, v. 98, n. 1–2, p. 89–99, 2005.

SORDILLO, L. M.; DOYMAZ, M. Z.; OLIVER, S. P.; DERMODY, J. T. Leukocytic Infiltration of Bovine Mammary Parenchymal Tissue in Response to *Corynebacterium bovis* Colonization. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 4, p. 1045–1051, 1989.

SORDILLO, L. M.; SHAFFER-WEAVER, K.; DEROSA, D. Immunobiology of the Mammary Gland. **Journal of Dairy Science**, 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. 93 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Técnica de Lisboa. 2008.

SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F. Fatores de risco para contagem de células somáticas. 2007. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/panorama/qualidade14.html>. Acesso em: 20/05/2017.

SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; MOREIRA, E. C.; BRITO, M. A. V. P.; BASTOS, R. R. Fatores de risco associados à alta contagem de células somáticas do leite do tanque em rebanhos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 57, p. 251–260, 2005.

SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; MOREIRA, E. C.; BRITO, M. A. V. P.; SILVA, M. V. G. B. Fatores de risco para mastite subclínica causada por *Sreptococcus agalactiae* em vacas leiteiras de rebanhos da região Sudeste do Brasil. In: 9 Congresso Panamericano do Leite. Porto Alegre – RS. **Anais....** p.249–253, 2006.

SOUZA, G. N. N.; BRITO, J. R. F. R. F.; MOREIRA, E. C. C.; BRITO, M. A. V. P. A. V. P.; SILVA, M. V. G. B. V. G. B. Variação da contagem de células somáticas em vacas leiteiras de acordo com patógenos da mastite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 61, n. 1991, p. 1015–1020, 2009.

SOUZA, R.; SANTOS, G. T.; VALLOTO, A. A.; et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Prodrução Animal**, v. 11, n. 2, p. 484–495, 2008.

SPERS, E. E. Economia e gestão dos negócios agroalimentares. **Qualidade e segurança em alimentos**, 2000. Barueri, SP: Manole.

STERRETT, A. E.; WOOD, C. L.; MCQUERRY, K. J.; BEWLEY, J. M. Changes in teat-end hyperkeratosis after installation of an individual quarter pulsation milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 4041–4046, 2013.

TEIXEIRA, N. M.; FREITAS, A. F.; BARRA, R. B. Influência de fatores de meio ambiente na variação mensal da composição e contagem de células somáticas do leite em rebanhos no Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 4, p. 491–499, 2003.

WALSH, S.; BUCKLEY, F.; BERRY, D. P.; et al. Effects of breed, feeding system, and parity on udder health and milking characteristics. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 12, p. 5767–79, 2007.

WENDT, K.; SASS, D.; SPASOVSKI, S.; PILTZ, E. Einflussfaktoren auf die hämatogene Mikrozirkulation an der Zitze des Milchrindes. **Züchtungskunde**, v. 79, n. 2, p. 119–127, 2007.

WERNCKE, D.; GABBI, A. M.; ABREU, A. S.; et al. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: Abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 506–516, 2016.

WILLIAMS, D. M.; MEIN, G. A. The bovine teat canal: information from measurement of velocity of milk flow from the teat. **The Journal of dairy research**, v. 53, n. 2, p. 179–85, 1986.

WINCK, C.; THALER NETO, A. Diagnóstico da adequação de propriedades leiteiras em Santa Catarina às normas brasileiras de qualidade do leite. **Revista de Ciências Agroveterinárias. Lages**, v. 8, n. 2, p. 164–172, 2009.

ZUCALI, M.; REINEMANN, D. J.; TAMBURINI, A.; BADE, R. D. Effects of Liner Compression on Teat-End Hyperkeratosis. Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers. Providence, RI, USA. **Anais....** v. 29, 2008.



### **3 HIPÓTESES E OBJETIVOS**

#### **3.1 HIPÓTESES**

- A integridade da extremidade dos tetos apresenta relação com a ordem de parto, o estágio de lactação, o sistema de produção, o tipo de ordenhadeira, a manutenção da ordenhadeira, a produção de leite, a cor dos tetos e a posição dos quartos mamários.
- Existe relação entre a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos com a conformação física do tetos e os patógenos relacionados com as infecções intramamárias.
- O escore da hiperqueratose varia de acordo com o estágio de lactação, havendo algum nível de resolução durante o período seco.
- O tempo e a frequência de ordenha, fluxo de leite e o intervalo entre ordenhas podem influenciar na ocorrência de hiperqueratose em vacas ordenhadas no sistema de ordenha robótica.

#### **3.2 OBJETIVOS**

##### **3.2.1 Objetivo Geral**

Identificar os fatores associados à ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em rebanhos leiteiros, avaliar a relação da ocorrência da hiperqueratose com fatores relacionados à ordenha, aspectos fisiológicos das vacas, saúde da glândula mamária e profundidade do úbere em sistema de ordenha robotizada (SOR), assim como avaliar o desenvolvimento longitudinal da hiperqueratose.

##### **3.2.2 Objetivos Específicos**

- Correlacionar a hiperqueratose na extremidade dos tetos com a presença de fatores de risco, como as características do animal e ao manejo de ordenha;
- Verificar se existe alguma associação da hiperqueratose com a conformação dos tetos e a presença de patógenos causadores de infecções intramamárias;

- Verificar se hiperqueratose persiste por mais de uma lactação;
- Correlacionar a presença de hiperqueratose com a condutividade elétrica, contagem de células somáticas, tempo e frequência de ordenha, e fluxo de leite em vacas em sistema de ordenha robótica.

## 4 CAPÍTULO I

### 4.1 FATORES RELACIONADOS À OCORRÊNCIA DE HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS EM REBANHOS LEITEIROS NO SUL DO BRASIL

#### Resumo

Objetivou-se avaliar os fatores de riscos associados na ocorrência de hiperqueratose da extremidade dos tetos em rebanhos leiteiros localizados no Sul do Brasil. O estudo foi realizado em 16 propriedades leiteiras, localizadas nas mesorregiões Meio-oeste e Serrana do Estado de Santa Catarina. Informações sobre a caracterização das propriedades leiteiras e seus procedimentos de manejo foram obtidas a partir da aplicação de questionário. Dados de produção e dos indicadores de saúde da glândula mamária foram obtidos do Controle Leiteiro da Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB). No período de maio de 2015 a março de 2016 foram realizadas quatro visitas técnicas às propriedades, sendo avaliadas as extremidades dos tetos de todas as vacas em lactação para verificar as condições da extremidade dos tetos, utilizando-se uma escala de 1 a 4. Para analisar a associação entre cada variável explanatória e a ocorrência da hiperqueratose os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o pacote estatístico SAS. Do total de 2.831 observações, o escore médio de hiperqueratose dos 4 tetos de cada vaca foi de 2,41, sendo que a porcentagem de quartos mamários classificados como tetos lesionados (rugoso ou com bastante rugosidade) foi igual a 43,3%. Foi observado que propriedades que adotam esquema periódico de manutenção dos equipamentos de ordenha, assim como, aquelas que possuem extrator automático das unidades de ordenha e não usam selante interno dos tetos apresentam menor ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos. Vacas com estágio de lactação e idade avançados e com elevada produção individual de leite apresentam maior ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos. Quartos mamários anteriores apresentam maior ocorrência de hiperqueratose. Porém, a profundidade do úbere e a cor dos tetos não afetam a ocorrência da hiperqueratose.

**Palavras chaves:** Esfincter, Contagem de Células Somáticas, Fator de risco, Mastite.

#### FACTORS RELATED TO THE OCCURRENCE OF TEAT END HYPERKERATOSIS IN DAIRY HERDS IN SOUTHERN BRAZIL.

#### Abstract

The objective of this study was to evaluate the risk factors associated with the occurrence the teat end hyperkeratosis in dairy herds located in southern Brazil. The study was carried out in 16 dairy farms, located in the Midwest and Serrana mesoregions of the State of Santa Catarina. Information on the characterization of dairy farms and their management procedures were

obtained from the questionnaire application. Production data and health indicators of the mammary gland were obtained from the Dairy Herd Improvement (DHI) test of the Santa Catarina Association of Cattle Breeders (ACCB). From May 2015 to March 2016, four technical visits were made to the dairy farms, and the teat end of all lactating cows were evaluated to verify the conditions of the teat end, using a scale of 1 to 4. To analyze the occurrence of hyperkeratosis, it was firstly used to analyze variance to test associations between each explanatory variable using the statistical package SAS. Of the total of 2,831 observations, the mean score of teat end hyperkeratosis of the 4 teat of each cow was 2.41, and the percentage of mammary quarters classified as injured teat (rough or very rough) was equal to 43.3%. It was observed that properties that adopt a periodic scheme of maintenance of the milking equipment, as well as those that have automatic cluster removers of the milking units and do not use internal sealant of the teat present less occurrence of teat end hyperkeratosis. Cows with advanced stage of lactation and age and with high individual milk production present a higher occurrence of teat end hyperkeratosis. Front mammary quarters present a higher occurrence of hyperkeratosis. However, the depth of the udder and the color of the ceilings do not affect the occurrence of hyperkeratosis.

**Key words:** Sphincter, Somatic Cell Count, Risk Factor, Mastitis.

## Introdução

Grande parcela significativa dos produtores de leite enfrentam sérios problemas relacionados à manutenção da saúde da glândula mamária. A mastite bovina é uma das principais doenças que acometem os rebanhos leiteiros em todo o mundo, pois gera grande impacto econômico negativo (OLDE RIEKERINK et al., 2008; HOGEVEEN et al., 2011; RUEGG; PANTOJA, 2013). Na Europa, Huijps et al. (2008); Hagnestam-Nielsen e Østergaard, (2009) estimaram prejuízo em média entre € 210 a € 428 por caso de mastite clínica. Trata-se de uma inflamação da glândula mamária, com características multifatoriais, de fácil disseminação entre os rebanhos leiteiros (BREEN et al., 2009; PICOLI et al., 2014; RAMÍREZ et al., 2014; RUEGG; ERSKINE, 2015).

A frequência e a severidade das lesões nas extremidades dos tetos têm recebido atenção especial no monitoramento de ocorrência de infecções intramamárias (IIM), visto que o canal e o esfincter do teto são importantes barreiras físicas contra a entrada de patógenos responsáveis pela ocorrência de mastite bovina (Neijenhuis et al., 2000) e ao fato de que alguns fatores de risco relacionados com o aparecimento de infecções intramamárias, tais como a adoção de práticas de ordenha inadequada ou a falta de manutenção do equipamento, podem estar relacionados com o aparecimento de lesões na extremidade de tetos (MEIN, 2012; SANDRUCCI et al., 2014). A

estrutura interna do teto é composta por musculatura lisa que envolve o canal e o esfínter do teto, sendo responsável por mantê-lo fechado, servindo como a primeira linha de defesa da vaca contra a IIM (NICKERSON, 1994; GLEESON et al., 2004). A hiperqueratose é uma das principais alterações na extremidade dos tetos, a qual se trata de uma hiperplasia do extrato córneo da pele do teto, podendo ocorrer devido a uma resposta fisiológica normal da pele do teto à ação da ordenha (MEIN, et al., 2001; BREEN et al., 2009).

Têm-se descrito a existência de associações entre a hiperqueratose e a ocorrência de IIM em rebanhos leiteiros (FONSECA et al., 2016; CHEGINI et al., 2016). A introdução de microrganismos para dentro do canal do teto pode ser explicado pela falta de proteção ao canal do teto em vacas com hiperqueratose (PADUCH et al., 2012). O aumento da rugosidade na ponta dos tetos tornar-se local para a colonização bacteriana, dificultando os processos de higienização (ZUCALI et al., 2008). Bhutto et al., (2010) observaram relação de hiperqueratose com presença de mastite clínica, enquanto Cardozo et al., (2015) observaram que a presença de hiperqueratose foi um dos principais fatores de risco associados à ocorrência de novos casos de mastite subclínica.

Várias metodologias têm sido descritas na avaliação das lesões na extremidade dos tetos. A mais utilizada é a que classifica visualmente a gravidade da hiperqueritose através da avaliação em escores, utilizando o método de padrão internacional preconizado pelo *National Teat Health Database*, seguindo metodologia utilizada por Neijenhuis et al., (2000) e Mein et al., (2001).

Dentre as possíveis causas na ocorrência da hiperqueratose destacam-se as diretamente relacionadas com as condições da ordenhadeira mecânica. A pressão exercida pelo vácuo durante a ordenha aumenta a quantidade de queratina na ponta dos tetos estimulando a hiperqueratose (WILLIAMS e MEIN, 1986). Mein et al. (2003) explicam que a sobrepressão exercida pelas teteiras sobre a pele dos tetos causa interrupção na circulação sanguínea com aumento da pressão no local formando pequenas rachaduras que aumentam a formação de queratina pelo canal do teto. Além disso, fatores de risco específicos aos animais também são relatados, tais como o nível de produção de leite, o número de lactações e o estágio de lactação, ou até mesmo a conformação dos tetos (NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001; NEIJENHUIS e BARKEMA; et al., 2001; GLEESON et al., 2007b; REINEMANN, 2012). Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os fatores associados à ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em rebanhos leiteiros localizados no Sul do Brasil.

## **Material e métodos**

### **Rebanhos e dados**

A pesquisa foi desenvolvida nas mesorregiões Meio-oeste e Serrana do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, envolvendo 16 propriedades leiteiras participantes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB). As regiões em estudo apresentam clima subtropical, respectivamente, dos tipos: temperado húmido com Verão quente (Cfa) e temperado húmido com Verão temperado (Cfb), segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). Os rebanhos eram constituídos basicamente por vacas das raças Holandês, Jersey e Holandês x Jersey, com duas ou três ordenhas/dia, em equipamentos de ordenha mecânica.

No início do experimento foi aplicado questionário estruturado (APÊNDICE A) aos proprietários envolvidos no estudo para a caracterização das propriedades, com obtenção de informações diversas, tais como: tamanho do rebanho, estrutura das propriedades e fatores relacionados à prevenção contra mastite (técnicas utilizadas no manejo da ordenha, instalações e equipamentos de ordenha, uso de métodos e critérios para tratamento de mastite). O projeto de pesquisa e a aplicação deste questionário foram aprovados pelo Comitê de Ética em Seres Humanos da Plataforma Brasil - Ministério da Saúde, número de referência 01140712.3.0000.0118. Foram realizadas quatro visitas técnicas em cada propriedade leiteira selecionada, no período de junho de 2015 a março de 2016, em intervalos aproximadamente trimestrais, para avaliação da hiperqueratose na extremidade dos tetos, profundidade do úbere, cor dos tetos e atualização da base de dados contendo informações sobre as vacas em lactação. Para o estudo foram utilizados dados de 4.4790 controles leiteiros mensais referentes ao período de maio de 2015 a abril de 2016, com informações referentes à raça, ordem de parto, estágio de lactação, produção de leite, contagem de células somáticas (CCS), data do parto e do controle leiteiro mensal.

### **Avaliação da hiperqueratose na extremidade dos tetos**

Em todas as visitas técnicas às propriedades leiteiras foram avaliadas as condições da extremidade dos tetos em todas as vacas em lactação, após o final da ordenha e antes da aplicação do desinfetante, totalizando 2.831 observações. Foi avaliada a severidade da hiperqueratose, por meio de escore visual, utilizando-se escala de 1 a 4 (1- extremidade sem formação de anel; 2- extremidade com pequena formação de anel; 3- extremidade com formação de anel rugoso; 4- extremidade com bastante anel rugoso), de acordo com metodologia descrita por Mein et al. (2001) (APÊNDICE B). A partir do escore de hiperqueratose, foi calculado o escore médio de hiperqueratose dos quatro tetos de cada vaca.

### **Avaliação da profundidade do úbere e da cor dos tetos**

Em duas visitas técnicas à cada propriedade foi avaliada a profundidade do úbere das vacas em lactação, totalizando 650 observações. A profundidade foi avaliada antes da ordenha, sendo estimada a distância do piso do úbere à articulação tíbio-társica (jarrete). Para o trabalho, esta distância foi mensurada com o auxílio de uma fita métrica, sendo a metodologia adaptada a partir do trabalho de Valloto e Neto (2012).

Para a avaliação da cor dos tetos foi realizada em uma visita técnica a cada propriedade, sendo avaliadas 800 vacas, totalizando 3.200 tetos observados. A coloração foi avaliada antes da ordenha, sendo dividida em três classes: branco, preto e malhado (APÊNDICE F).

### **Análise estatística**

Os dados de escore médio de hiperqueratose de todos os tetos de cada vaca em lactação foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC), sendo os dados previamente testados para a normalidade de resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para este estudo, foi utilizado como indicador de mastite subclínica das vacas a média de CCS dos três controles leiteiros mais próximos da avaliação do escore de hiperqueratose. Foram excluídos os dados de vacas sem controle leiteiro, com mais de 500 dias em lactação ou com produção diária inferior a

6 litros, resultando em 1.991 observações de 870 vacas. Os dados de CCS foram transformados para Escore de Células Somáticas (ECS) pela seguinte equação:  $ECS = ((\log_2 (CCS/100.000)) + 3)$ , conforme descrito por Ali e Shook (1980).

Os dados foram analisados de acordo com o modelo estatístico 1:

$$Y_{ijklmn} = \mu + op_i + del_j + sist_k + sel_l + ext_m + manu_n + b_1(ecs - \bar{ecs}) + b_2(pl - \bar{pl}) + e_{ijklmn}$$

Onde:

$Y_{ijklmn}$  = escore médio de hiperqueratose, no i-ésimo parto, na k-ésima classe de estágio de lactação, submetido ao l-ésimo sistema de produção, ordenhada em sistema com ou sem extrator automático, com manutenção da ordenhadeira eventual ou periódica

$\mu$  = média geral

$op_i$  = efeito da i-ésimo ordem de parto ( $i= 1, 2, 3, 4$  ou +)

$del_j$  = efeito da j-ésima classe de dias em lactação ( $j= 0-100, 101-200, 201-300, >300$  dias)

$sist_k$  = efeito do k-ésimo sistema de produção ( $k= 1$  (sistema baseado à pasto e sistema semiconfinado), 2 (sistema confinado))

$sel_l$  = efeito do l-ésimo uso de selante interno de teto ( $l= 1$ = sim (utiliza selante interno de teto), 2=não (não utiliza selante interno de teto))

$ext_m$  = efeito do m-ésimo resultado para extrator automático ( $m= 1$ =sim (possui extrator automático de ordenhadeira), 2=não (não possui extrator automático))

$manu_n$  = efeito da n-ésimo manutenção da ordenhadeira ( $n= 1$ =periódica e 2=eventual)

$esc$  = escore de células somáticas

$\bar{ecs}$  = escore de células somáticas médio das vacas

$pl$  = produção de leite

$\bar{pl}$  = produção de leite média das vacas

$b_1$  = coeficientes de regressão linear do efeito escore de células somáticas da vaca

$b_2$  = coeficientes de regressão linear do efeito da produção de leite da vaca

$e_{ijklmn}$  = erro experimental

Para a estimação do efeito do quarto mamário sobre o escore de hiperqueratose, utilizou-se um modelo similar ao modelo 1, onde a unidade experimental era cada teto e foi incluído o efeito do quarto mamário ao modelo.

Para a avaliação do efeito da profundidade do úbere sobre o escore médio de hiperqueratose, dados de 650 observações foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo estatístico 2:

$$Y_{ij} = \mu + op_i + del_j + reb_k + b_1(ecs - \bar{ecs}) + b_2(pl - \bar{pl}) + b_3(prof - \bar{prof}) + e_{ijkl}$$

Onde:

$Y_{ij}$  = escore médio de hiperqueratose, no i-ésimo parto, na l-ésima classe de estágio de lactação, de vaca pertencente ao k-ésimo rebanho

$\mu$  = média geral

$op_i$  = efeito da i-ésimo ordem de parto ( $i = 1, 2, 3, 4$  ou +)

$del_j$  = efeito da j-ésima classe de dias em lactação ( $j = 0-100, 101-200, 201-300, >300$  dias)

$reb_k$  = efeito do k-ésimo rebanho

$esc$  = escore de células somáticas

$\bar{ecs}$  = escore de células somáticas médio das vacas

$pl$  = produção de leite

$\bar{pl}$  = produção de leite médio das vacas

$prof$  = profundidade do úbere (cm em relação ao jarrete)

$\bar{prof}$  = profundidade de úbere média das vacas

$b_1$  = coeficientes de regressão linear do efeito escore de células somáticas da vaca

$b_2$  = coeficientes de regressão linear do efeito da produção de leite da vaca

$b_3$  = coeficientes de regressão linear do efeito da profundidade de úbere da vaca

$e_{ijkl}$  = erro experimental

Para a avaliação do efeito da cor dos tetos sobre o escore médio de hiperqueratose, dados de 3.200 tetos de 800 vacas foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo estatístico 3:

$$Y_{ijklm} = \mu + op_i + del_j + cor_k + quarto_l + cor^*quarto_{kl} + reb_m + b_1(\text{esc} - \overline{\text{esc}}) + b_2(\text{pl} - \overline{\text{pl}}) + e_{ijklmn}$$

Onde:

$Y_{ijklm}$  = escore médio de hiperqueratose, no i-ésimo parto, na j-ésima classe de estágio de lactação, na k-ésima cor dos tetos, no l-ésimo quarto mamário, de vaca pertencente ao m-ésimo rebanho

$\mu$  = média geral

$op_i$  = efeito da i-ésimo ordem de parto ( $i= 1, 2, 3, 4$  ou  $+$ )

$del_j$  = efeito da j-ésima classe de estágio de lactação, ( $j= 0-100, 101-200, 201-300, >300$  dias)

$cor_k$  = efeito da k-ésimo cor do teto ( $k=$  preto, branco e malhado)

$quarto_l$  = efeito do l-ésimo quarto mamário ( $l=$  anterior direito, anterior esquerdo, posterior direito e posterior esquerdo)

$cor^*quarto_{lm}$  = interação entre a cor do teto e o quarto mamário

$reb_m$  = efeito do m-ésimo rebanho

$esc$  = escore de células somáticas

$\overline{\text{esc}}$  = escore de células somáticas médio das vacas

$pl$  = produção de leite

$\overline{\text{pl}}$  = produção de leite médio das vacas

$b_1$  = coeficientes de regressão linear do efeito escore de células somáticas da vaca

$b_2$  = coeficientes de regressão linear do efeito da produção de leite da vaca

$e_{ijklmn}$  = erro experimental

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

## Resultados

A partir dos dados obtidos tornou-se possível caracterizar as unidades de produção leiteira quanto os aspectos relacionados à estrutura da propriedade, tipo de ordenha, manutenção dos equipamentos da ordenha, métodos preventivos contra mastite e aspectos relacionados com a saúde da glândula mamária.

Do total de 2.831 observações de 870 vacas, nas 16 propriedades leiteiras foram avaliadas as condições da extremidade dos tetos (em 11.168 tetos) após a retirada do conjunto de ordenha, sendo 648 vacas (74,5%) da raça Holandesa, 206 vacas (23,7%) Jersey e 16 vacas (1,8 %) Holandesa x Jersey, onde foi observado que o escore médio de hiperqueratose das 4 tetas de cada vaca  $\pm$  desvio-padrão da média (escala de 1 a 4) foi de  $2,41 \pm 0,73$ .

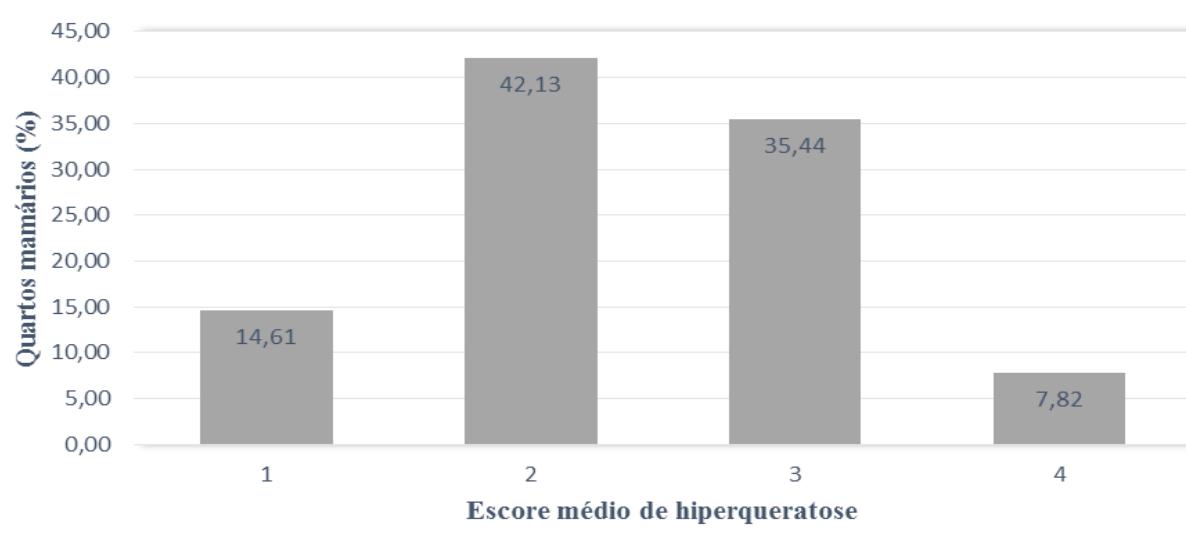
Quanto à infraestrutura para produção e obtenção do leite, a maioria dos produtores utiliza como locais de ordenha salas de ordenha com fosso (93,7%), sendo que os demais ordenham em estábulos de madeira com piso de concreto. Os produtores possuem, em média,  $71 \pm 35,67$  vacas em lactação (variando de 19 a 150). A produção de leite vaca/dia média de  $26,2 \pm 8,6$  litros (variando de 7,5 a 61,0 litros), sendo que apenas 18,7% das propriedades leiteiras avaliadas realizam três ordenhas diárias. Destaca-se ainda, que do total de propriedades estudadas, 50,0% possuem extrator automático de unidades de teteiras.

Quando perguntados sobre o desenvolvimento de algum método de combate contra a mastite dos animais, pode-se observar que todos os produtores faziam tratamento da vaca seca e 75,0% dos produtores realizam a aplicação de um selante intramamário associado com antibióticos de longa ação, logo após a interrupção da produção de leite em vacas pós-lactação. O critério de manutenção da ordenhadeira mecânica, assim como na troca dos insufladores ainda apresenta alguma variabilidade entre produtores, sendo que em média 75,0% das propriedades adotavam a manutenção periódica dos equipamentos de ordenha.

Do total de quartos mamários observados (Figura 1), 56,7% foram classificados como tetos sadios, ou seja, extremidade sem formação de anel rugoso e 43,3% com ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos (escores 3 e 4).

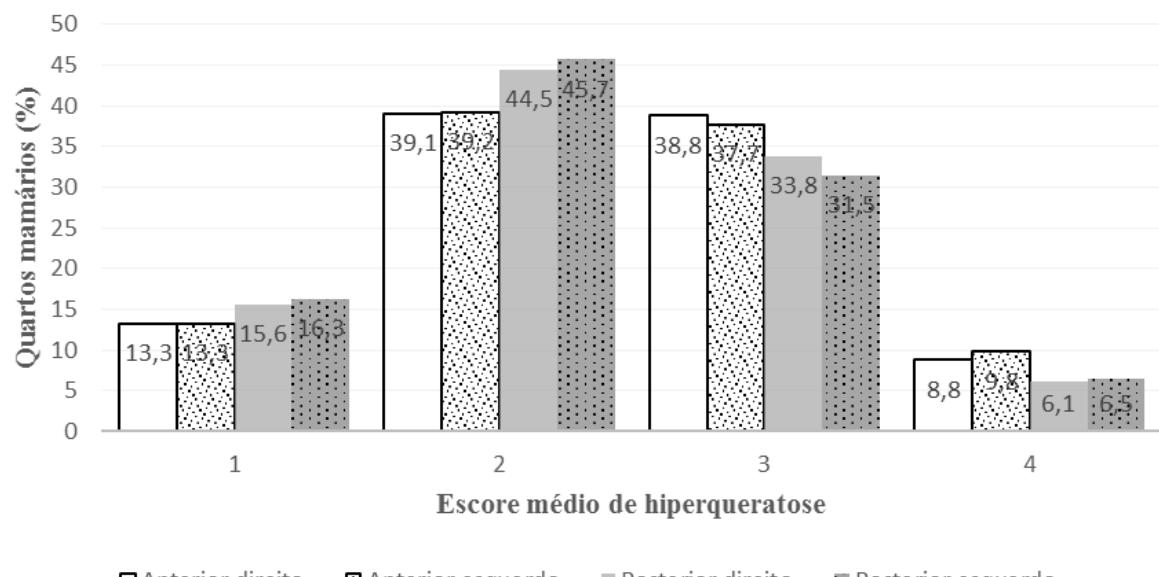
Em relação à posição dos tetos, foi observada maior ocorrência de hiperqueratose nos quartos posicionados na região anterior da glândula mamária (Tabela 1 e Figura 2; P= 0,006).

Figura 1 – Distribuição da frequência dos escores médios de hiperqueratose na extremidade dos tetos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Figura 2 – Distribuição da frequência dos escores médios de hiperqueratose na extremidade dos tetos nos diferentes quartos mamários.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

No presente trabalho, observou-se relação altamente significativa ( $P < 0,0001$ ) entre a utilização de extrator automático com a ocorrência de hiperqueratose. Vacas ordenhadas em propriedades que possuem equipamento de ordenha com extrator automático apresentaram menor hiperqueratose (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação entre fatores de riscos e a média do escore médio de hiperqueratose na extremidade dos tetos.

Variáveis explanatórias	Classe	Número de amostras	$\bar{X} \pm EP^{**}$
Extrator automático*	Não	921	$2,62 \pm 0,032^a$
	Sim	1.070	$2,33 \pm 0,025^b$
	<b>Total</b>	<b>1.991</b>	
Manutenção ordenhadeira	Eventual	517	$2,53 \pm 0,034^a$
	Periódica	1.474	$2,42 \pm 0,020^b$
	<b>Total</b>	<b>1.991</b>	
Sistema de produção	À pasta / semiconfinado	1.091	$2,44 \pm 0,026^a$
	Confinado	900	$2,51 \pm 0,031^a$
	<b>Total</b>	<b>1.991</b>	
Ordem de parto	1	797	$2,42 \pm 0,029^b$
	2	484	$2,57 \pm 0,035^a$
	3	271	$2,56 \pm 0,045^a$
	4 ou mais	435	$2,34 \pm 0,036^b$
	<b>Total</b>	<b>1.987</b>	
Estágio de lactação (dias)	0-100	592	$2,32 \pm 0,032^b$
	101-200	586	$2,48 \pm 0,032^a$
	201-300	501	$2,52 \pm 0,034^a$
	>300	308	$2,58 \pm 0,044^a$
	<b>Total</b>	<b>1.987</b>	
Cor dos tetos	Branco	1.876	$2,39 \pm 0,019^a$
	Malhado	300	$2,45 \pm 0,045^a$
	Preto	1.024	$2,43 \pm 0,025^a$
	<b>Total</b>	<b>3.200</b>	
Quarto mamário	Anterior direito	1.969	$2,35 \pm 0,025^a$
	Anterior esquerdo	1.963	$2,36 \pm 0,026^a$
	Posterior direito	1.964	$2,21 \pm 0,025^b$
	Posterior esquerdo	1.964	$2,19 \pm 0,025^b$
	<b>Total</b>	<b>3.193</b>	

\* Utilização de extrator automático na ordenhadeira mecânica.

\*\* Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Observou-se que a adoção de programa de manutenção dos equipamentos da ordenhadeira mecânica pelas propriedades leiteiras apresentou efeito significativo ( $P = 0,0048$ ), sendo que

propriedades que mantinham um esquema de manutenção periódico apresentaram menor escore médio de hiperqueratose na extremidade dos tetos (Tabela 1).

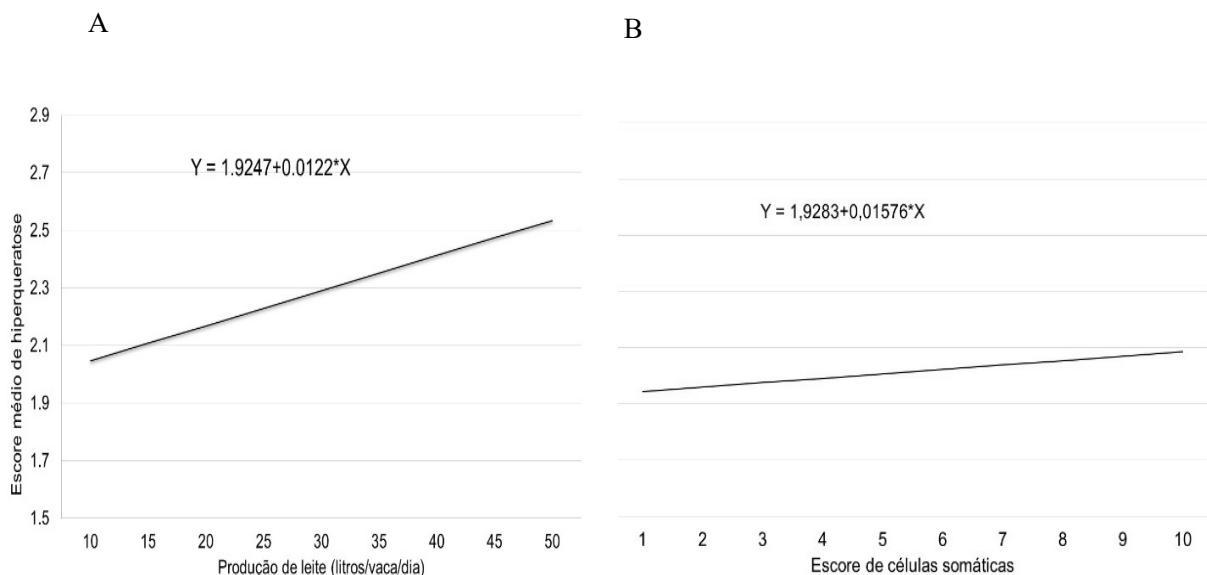
Observou-se que os diferentes tipos de sistemas de produção apresentaram uma tendência ( $P= 0,0641$ ) de maior ocorrência de hiperqueratose nas vacas alojadas em sistemas de confinamento (Tabela 1).

Foi observada relação altamente significativa ( $P < 0,0001$ ) entre a ordem de parto e o escore médio de hiperqueratose na extremidade dos tetos (Tabela 1), sendo que vacas com dois e três partos apresentaram escore médio de hiperqueratose mais alto do que vacas primíparas. Também foi observado que as vacas com quatro partos ou mais apresentaram decréscimo no escore desta lesão.

Observou-se que o estágio de lactação apresentou um efeito altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) sobre o escore médio de hiperqueratose, sendo que vacas a partir dos 101 dias de lactação apresentaram valores mais altos (Tabela 1).

A média geral da produção de leite das vacas, provenientes de 16 propriedades leiteiras foi de 26 litros, variando de 7,5 a 61,0 litros (Tabela 1). A produção de leite das vacas afetou linearmente ( $P < 0,0001$ ) o aparecimento de hiperqueratose com maior ocorrência em vacas com maior produção (Figura 3A). A contagem média da CCS foi de 459.104 células/mL. O escore médio de hiperqueratose foi afetado linearmente pelo aumento na produção de leite (Figura 3A;  $P < 0,0001$ ). De modo similar, o escore de hiperqueratose também esteve relacionado linearmente com o ECS (Figura 3B;  $P = 0,0344$ ).

Figura 3 – Relação entre o escore médio de hiperqueratose na extremidade dos tetos com a produção de leite (A) e o escore de células somáticas (ECS) em vacas leiteiras (B).



Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

## Discussão

A ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos é uma importante complicações nos rebanhos leiteiros, em especial, na população estudada. Neste trabalho foi possível observar que 43,3% das vacas apresentam hiperqueratose (escore três ou quatro) em pelo menos um teto (Figura 1). Outros trabalhos também têm relatado elevada ocorrência de hiperqueratose. Paduch et al. (2012), encontraram escore de hiperqueratose de 31,9% (escore 3) e 12,5% (escore 4). De Pinho Manzi et al. (2011) observaram que dos 1.931 tetos avaliados, 39,4% apresentaram algum grau de hiperqueratose. Em outras pesquisas foram encontradas frequências menores de lesões na extremidade dos tetos. Sandrucci et al. (2014), verificaram que apenas 12,9% dos tetos foram classificados como rugoso e 2,98% com muita rugosidade. Gleeson et al. (2004) encontraram valores inferiores a 0,5% de vacas com escore 4. De acordo com Mein et al. (2001), no máximo 20% das vacas podem apresentar um ou mais tetos com escore três ou quatro.

A extremidade dos tetos é a primeira linha de defesa contra a invasão de microrganismos patogênicos, sendo que mudanças ou danos a esta parte do úbere podem reduzir a eficácia na

prevenção de IIM (SIEBER e FARNSWORTH, 1981). No presente estudo existe observa-se pequena relação da ocorrência de hiperqueratose com ECS (Figura 3B). A relação entre a ocorrência de hiperqueratose e a IIM também é reportada por outros trabalhos (ASADPOUR et al., 2015; BIRTEN e ALAÇAM, 2015; GUARÍN et al., 2017). A presença desta lesão na extremidade dos tetos da glândula mamária reduz a efetividade na prevenção das IIM (GLEESON et al., 2004).

São várias as práticas de controle e monitoramento da saúde da glândula mamária que estão relacionadas com a presença de hiperqueratose. O controle rigoroso do manejo do equipamento de ordenha é um dos principais fatores associados na ocorrência de lesões na extremidade dos tetos. Neste trabalho a manutenção dos equipamentos de ordenha apresentou efeito significativo sobre a ocorrência de hiperqueratose (Tabela 1), sendo que as propriedades que não realizam a manutenção periódica dos equipamentos de ordenha apresentaram maiores proporções desta lesão. Em níveis altos de vácuo, o leite é extraído do úbere com muita força, aumentando a pressão local, o que pode resultar em pequenas lesões (RYSÁNEK et al., 2001). No intuito de responder à agressão repetitiva, os tetos apresentam hiperplasia do extrato córneo, que aumentam a produção de queratina pelo canal do teto (HILLERTON et al., 2001). Para Fonseca et al. (2016) deve-se realizar a manutenção dos equipamentos de ordenha em rebanhos com alta prevalência de hiperqueratose. Diversos são os fatores que contribuem com a utilização inadequada dos equipamentos para o aumento da hiperqueratose, dentre os quais, podemos destacar a sobreordenha (GLEESON et al., 2003). A prevenção da sobreordenha pode garantir a manutenção da integridade do esfíncter dos tetos das vacas. A utilização de sistema de extração automática das unidades de ordenha permite que estas saiam, imediatamente, após a detecção da diminuição na velocidade de fluxo de leite, evitando que ocorra sobreordenha durante períodos muito longos. A utilização do extrator automático é uma ferramenta que favorece a saúde da glândula mamária dos animais e melhora a eficiência da mão de obra na fazenda. Em vista disso foi observado que a utilização deste equipamento foi associada à redução do número de animais com hiperqueratose (Tabela 1). A hiperqueratose aparece em sistemas de ordenha como uma resposta ao tempo de ordenha e tendem a ser maiores em rebanhos com ordenhas mais lentas e de alto rendimento (SIEBER e FARNSWORTH, 1981).

Dentre as características relacionadas ao animal, que condicionam a ocorrência de hiperqueratose, observa-se que o número de dias em lactação é um importante fator de risco para

a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos. A medida em que avança a lactação, a vaca torna-se mais vulnerável a adquirir alterações na saúde da glândula mamária, principalmente devido às injúrias ocasionadas pela ordenhadeira mecânica. No presente trabalho foi possível observar o aumento da ocorrência de hiperqueratose com o avanço do estágio de lactação. Os resultados demonstram que as vacas com 101 dias de lactação apresentam maior oportunidade de desenvolver hiperqueratose (Tabela 1). Para Neijenhuis et al. (2000), a calosidade da extremidade dos tetos aumentou principalmente durante as primeiras 6 a 8 semanas de lactação. Gleeson et al. (2007) reportaram um aumento durante os 5 primeiros meses de lactação e uma diminuição depois disso. Com o passar dos dias em lactação, geralmente, os animais têm maior risco de lesões nos tetos, por terem sido submetidos ao atrito das teteiras durante maior número de ordenhas (FONSECA et al., 2016).

Também foi observada relação linear positiva da produção de leite com a presença de hiperqueratose (Figura 3A), concordando com os resultados observados por Mein et al. (1993) e Shearn e Hillerton (1996) e Gleeson et al. (2007). De acordo com alguns pesquisadores, o leite ao passar pelo canal do teto arrasta quantidades significativas de queratina e estimula o aumento da sua produção na extremidade dos tetos das vacas (HAMANN et al., 1994; MEIN et al., 2004).

Além disso, observou-se que o desenvolvimento da hiperqueratose aumentou até o segundo parto, diminuindo em vacas mais velhas (Tabela 1). Apesar de encontrarem diferentes resultados entre a relação do número de partos com a ocorrência de hiperqueratose (Shearn e Hillerton, 1996; Asadpour et al., 2015), os resultados entre os vários estudos não são completamente concordantes, de maneira que Neijenhuis et al. (2000) e Birten e Alaçam (2015) não observaram diferenças significativas entre o número de lactações e a lesão na extremidade dos tetos. Mitev et al., (2012) citam que as vacas mais velhas podem apresentar maior ocorrência de hiperqueratose em função do efeito mais pronunciado do número de ordenhas ou devido a maior duração de ordenha (NEIJENHUIS et al., 2001).

As características de conformação do animal podem ser responsáveis por uma parte considerável da variação observada na extremidade dos tetos (NEIJENHUIS et al., 2000). A posição dos tetos influenciou significativamente a hiperqueratose. Foi possível observar maior ocorrência de hiperqueratose nos quartos mamários anteriores (Tabela 1 – Figura 2). Sterrett et al. (2013) apresentaram resultados semelhantes com as afirmações mencionadas anteriormente, o que pode causar diferenças na espessura dos tetos nos quartos anteriores (RASMUSSEN e

MADSEN, 2000). A razão pela qual os tetos anteriores têm mais lesão que os tetos posteriores, deve-se ao fato de os quartos anteriores produzem menos leite, acabando primeiro a ordenha e consequentemente ficando expostos a períodos de sobreordenação maiores (Neijenhuis et al; 2000). Sterrett et al. (2013) concluíram que escores de hiperqueratose diminuiu após a instalação pulsação individual por quarto mamário com consequente redução da sobreordenação. A ordenha dos quartos mamários individualmente, em sistemas de ordenha robotizada, tem proporcionado redução na sobreordenação, em comparação com sistemas de ordenha convencional (HOGVEEN et al., 2001). A remoção antecipada do conjunto de teteiras diminui o tempo de sobreordenação com consequente melhora na sanidade dos tetos.

A coloração dos tetos das vacas pode variar dentro de um rebanho, de acordo com a raça, ou até mesmo dentro do próprio animal. Para Hillerton et al. (2002) existe uma variação da rugosidade da pele de acordo com a cor dos tetos. Segundo os autores os tetos com coloração preta apresentam mais rugosidade por apresentarem a superfície da pele mais seca. Por outro lado, (Hillerton, 2005) cita que os tetos pretos podem esconder mudanças na pigmentação dos tetos induzidos pela ordenhadeira mecânica ou qualquer hipersensibilidade em resposta a fatores externos. Já Kaiser (1975), descobriu que as vacas com pigmentação da pele dos tetos mais clara parecem ser mais suscetíveis à irritação às paredes das teteiras. Neste trabalho não houve relação significativa da presença de hiperqueratose nas diferentes cores da extremidade dos tetos (Tabela 1).

A atividade leiteira tem como uma de suas características a grande variabilidade dos sistemas de produção. Cada sistema possui diferentes fatores passíveis de afetar a saúde da glândula mamária e consequentemente a qualidade do leite, independentemente do tipo de manejo. Para Cerqueira (2013), os sistemas de produção são um importante fator nos problemas de saúde dos animais e em outros aspectos de bem-estar, em parte focados no tipo de equipamentos e, por outro lado, nas práticas de manejo adotadas. No presente estudo observou-se uma tendência dos diferentes sistemas de produção das propriedades estudadas com a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos (Tabela 1). Segundo Pereira (2000), as técnicas de produção estão ligadas à interação entre recursos econômicos e por isso existe uma grande variação entre os sistemas dentro de uma mesma região. Werncke et al. (2016), mencionam que os produtores que possuem maior poder econômico para aquisição de novas tecnologias e têm maior facilidade ao acesso às informações técnicas apresentam melhor eficiência do uso dos

fatores de produção. Para Dallapicola et al. (2010) existe uma relação da automação com a produtividade, sendo que quanto maior o grau de tecnificação existente no processo de ordenha, melhores são os indicadores da saúde da glândula mamária e a qualidade do leite.

### Conclusão

Vacas ordenhadas em equipamentos de ordenha com manutenção periódica, assim como, aqueles que possuem extrator automático das unidades de ordenha e não usam selante interno dos tetos apresentam menor ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos.

Vacas com estágio de lactação e idade avançados e com elevada produção individual de leite apresentam maior ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos.

Quartos mamários anteriores apresentam maior ocorrência de hiperqueratose. Porém, a profundidade do úbere e a cor dos tetos não afetam a ocorrência da hiperqueratose.

### Agradecimentos

A Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB) e aos produtores participantes da pesquisa pela cooperação e contribuição com dados deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelos recursos financeiros.

### Referências bibliográficas

- ALI, A. K. A.; SHOOK, G. E. An Optimum Transformation for Somatic Cell Concentration in Milk. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 3, p. 487–490, 1980.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil Clayton. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ASADPOUR, R.; BAGHERNIAEE, H.; HOUSHMANDZAD, M.; et al. Relationship between

teat end hyperkeratosis with intra mammary infection and somatic cell counts in lactating dairy cattle. **Revue de Medecine Veterinaire**, v. 166, n. 9–10, p. 266–270, 2015.

BHUTTO, A. L.; MURRAY, R. D.; WOLDEHIWET, Z. Udder shape and teat-end lesions as potential risk factors for high somatic cell counts and intra-mammary infections in dairy cows. **Veterinary Journal**, v. 183, n. 1, p. 63–67, 2010.

BIRTEN, E. M. R. E.; ALAÇAM, E. The Occurrence of Teat Hyperkeratosis in Cows and Its Effect on Milk Somatic Cell. **Turkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1–6, 2015.

BREEN, J. E.; GREEN, M. J.; BRADLEY, A. J. Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 6, p. 2551–61, 2009.

CARDOZO, L. L.; THALER NETO, A.; SOUZA, G. N.; et al. Risk factors for the occurrence of new and chronic cases of subclinical mastitis in dairy herds in southern Brazil. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 11, p. 7675–85, 2015.

CERQUEIRA, J. O. L. **Avaliação de bem-estar animal em bovinos de leite na região Norte de Portugal**, 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Universidade do Porto, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Porto, 2013.

CHEGINI, A.; HOSSEIN-ZADEH, N. G.; HOSSEINI-MOGHADAM, H.; SHADPARVAR, A. A. Estimation of genetic and environmental relationships between milk yield and different measures of mastitis and hyperkeratosis in Holstein cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 191, 2016.

COENTRÃO, C. M.; SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; et al. Fatores de risco para mastite subclínica em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 60, n. 2, p. 283–288, 2008.

DALLAPICOLA, T. K.; BALDAM, R. L.; SOUZA, M. A. V. F. Relações entre a automação de processos e a produção de leite - ordenha. In: XXX encontro nacional de engenharia de produção - Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP. **Anais....** p.1–11, 2010.

FONSECA, L. H. M.; CUNHA, A. F. DA; SARAIVA, L. H. G.; COELHO, K. S.; NUNES, M. F. Influência da sujidade e hiperqueratose de tetos na ocorrência de mastite subclínica bovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 3, p. 233–237, 2016.

GLEESON, D. E.; KILROY, D.; O'CALLAGHAN, E.; FITZPATRICK, E.; RATH, M. Effect of machine milking on bovine teat sinus injury and teat canal keratin. **Irish Veterinary Journal**, v. 56, p. 46–50, 2003.

GLEESON, D. E.; MEANEY, W. J.; O'CALLAGHAN, E. J.; RATH, M. V. Effect of teat hyperkeratosis on somatic cell counts of dairy cows. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v. 2, p. 115–122, 2004.

GLEESON, D. E.; O'BRIEN, B.; BOYLE, L.; EARLEY, B. Effect of milking frequency and nutritional level on aspects of the health and welfare of dairy cows. **Animal: an international journal of animal bioscience**, v. 1, n. 1, p. 125–32, 2007.

GUARÍN, J. F.; PAIXÃO, M. G.; RUEGG, P. L. Association of anatomical characteristics of teats with quarter-level somatic cell count. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 1, p. 643–652, 2017.

HAGNESTAM-NIELSEN, C.; ØSTERGAARD, S. Economic impact of clinical mastitis in a dairy herd assessed by stochastic simulation using different methods to model yield losses. **Animal**, v. 3, n. 2, p. 315–328, 2009.

HALASA, T.; HUIJPS, K.; ØSTERÅS, O.; HOGEVEEN, H. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. **Veterinary Quarterly**, v. 29, n. 1, p. 18–31, 2007.

HAMANN, J.; BURNEVICH, C.; MAYNTZ, M.; OSTTERAS, O.; HALDER, W. Machine induced changes in the status of the bovine teat with respect to the new infection risk. **Bulletin of the IDF**, v. 2, n. 297, p. 13–22, 1994.

HILLERTON, J. E. TEAT CONDITION SCORING - AN EFFECTIVE DIAGNOSTIC TOOL. In: Proceedings of the National Mastitis Council Reg. Meeting. **Anais....** p.37–43, 2005.

HILLERTON, J. E.; MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; et al. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: Environmental factors. In: Proceedings of the 2nd Panamerican Congress on Milk Quality and Mastitis Control. Ribeirão Preto, Brazil. **Anais....** p.6, 2002.

HILLERTON, J. E.; MORGAN, W. F.; FARNSWORTH, R.; et al. Evaluation of Bovine Teat Condition in Commercial Dairy Herds: 2. Infectious Factors and Infections. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. **Anais....** p. 352–356, 2001.

HOGEVEEN, H.; HUIJPS, K.; LAM, T. Economic aspects of mastitis: New developments. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 59, n. 1, p. 16–23, 2011.

HOGEVEEN, H.; OUWELTJES, W.; KONING, C. J. A. M. DE; STELWAGEN, K. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. **Livestock Production Science**, v. 72, n. 1–2, p. 157–167, 2001.

HUIJPS, K.; LAM, T. J.; HOGEVEEN, H. Costs of mastitis: facts and perception. **Journal of Dairy Research**, v. 75, n. 1, 2008.

KAISER, A. Rearing dairy beef calves by multiple suckling. 1. Effects of liveweight change, onset of oestrus and post-weaning milk production. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 15, n. 72, p. 17, 1975.

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

MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; MORGAN, W. F. F.; et al. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver. **Anais....** p.347–351, 2001.

MEIN, G. A.; THOMPSON, P. D. Milking the 30,000-Pound Herd. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 10, p. 3294–3300, 1993.

MEIN, G. A.; WILLIAMS, D. M. D.; REINEMANN, D. J. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: 1. Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. 42nd annual meeting of the National Mastitis Council. Texas. **Anais....** p.26–29, 2003.

MEIN, G.; REINEMANN, D.; SCHURING, N.; OHNSTAD, I.; SHURING, N. Milking machines and mastitis risk: a storm in a teatcup. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Charlotte. USA. **Anais....** p.176–188, 2004.

MITEV, J. E.; GERGOVSKA, Z. I.; MITEVA, T. M. Effect of teat end hyperkeratosis on milk somatic cell counts in bulgarian black-and-white dairy cattle. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 18, n. 3, p. 451–454, 2012.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 12, p. 2795–804, 2000.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 12, p. 2664–72, 2001.

NEIJENHUIS, F.; KONING, K.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H. The effects of machine milking on teat condition. In: A. Rosati; S. Mihina; C. Mosconi (Eds.); *Physiological and Technical Aspects of Machine Milking*. Rome, Italy: Icar Technical Series No. 7. **Anais....** v. 7, p.33–40, 2001.

- NICKERSON, S. C. Bovine Mammary Gland: structure and function; relationship to milk production and immunity to mastitis. **Agricultural Practice**, v. 15, n. 6, p. 8–18, 1994.
- OLDE RIEKERINK, R. G. M.; BARKEMA, H. W.; KELTON, D. F.; SCHOLL, D. T. Incidence Rate of Clinical Mastitis on Canadian Dairy Farms. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 4, p. 1366–1377, 2008.
- OVIEDO-BOYSO, J.; VALDEZ-ALARCÓN, J. J.; CAJERO-JUÁREZ, M.; et al. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. **Journal of Infection**, v. 54, n. 4, p. 399–409, 2007.
- PADUCH, J. H.; MOHR, E.; KRÖMKER, V. The association between teat end hyperkeratosis and teat canal microbial load in lactating dairy cattle. **Veterinary Microbiology**, v. 158, n. 3–4, p. 353–359, 2012.
- PANTOJA, J. C. F.; ALMEIDA, A. P.; SANTOS, B. DOS; ROSSI, R. S. An investigation of risk factors for two successive cases of clinical mastitis in the same lactation. **Livestock Science**, v. 194, n. October, p. 10–16, 2016.
- PEREIRA, J. C. **Vacas leiteiras: aspectos práticos da alimentação**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000.
- PICOLI, T.; ZANI, J. L.; SILVA BANDEIRA, F. DA; et al. Manejo de ordenha como fator de risco na ocorrência de micro-organismos em leite cru. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 35, n. 4, p. 2471–2480, 2014.
- PINHO MANZI, M. DE; NÓBREGA, D. B.; FACCIOLO, P. Y.; et al. Relationship between teat-end condition, udder cleanliness and bovine subclinical mastitis. **Research in Veterinary Science**, v. 93, n. 1, p. 1–5, 2011.
- RAMÍREZ, N. F.; KEEFE, G.; DOHOO, I.; et al. Herd- and cow-level risk factors associated

with subclinical mastitis in dairy farms from the High Plains of the northern Antioquia, Colombia. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, p. 4141–4150, 2014.

RASMUSSEN, M. D.; MADSEN, N. P. Effects of Milkline Vacuum, Pulsator Airline Vacuum, and Cluster Weight on Milk Yield, Teat Condition, and Udder Health. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 77–84, 2000.

REINEMANN, D. J. The smart position on teat condition. New Zealand Milk Quality Conference. Hamilton, New Zealand: Dairy NZ. **Anais....** p.124–131, 2012.

RUEGG, P. L.; ERSKINE, R. J. Mammary Gland Health. **Large Animal Internal Medicine**. 5a edição ed., St. Louis: Elsevier. p.1015–1044, 2015.

RUEGG, P.; PANTOJA, J. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 52, n. 2, p. 101–117, 2013.

RYSÁNEK, D.; OLEJNÍK, P.; BABÁK, V. Vacuum fluctuation in short milk tube during peak milk flow. Conference on Physiological and Technical Aspects of Machine Milking. Nitra, Slovak Republic: Icar Technical Series No. 7. **Anais....** p.125–130, 2001

SANDRUCCI, A.; BAVA, L.; ZUCALI, M.; TAMBURINI, A. Management factors and cow traits influencing milk somatic cell counts and teat hyperkeratosis during different seasons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 9, p. 505–511, 2014.

SEYKORA, A J.; McDANIEL, B. T. Udder and teat morphology related to mastitis resistance: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 8, p. 2087–93, 1985.

SHEARN, M. F.; HILLERTON, J. E. Hyperkeratosis of the teat duct orifice in the dairy cow.

**The Journal of Dairy Research**, v. 63, n. 4, p. 525–32, 1996.

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**, v. 178, n. 12, p. 1263–7, 1981.

STERRETT, A. E.; WOOD, C. L.; MCQUERRY, K. J.; BEWLEY, J. M. Changes in teat-end hyperkeratosis after installation of an individual quarter pulsation milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 4041–4046, 2013.

VALLOTO, A. A.; NETO, P. G. R. **Avaliação da conformação ideal das vacas leiteiras**. Curitiba, PR: Senar-PR, 2012.

WERNCKE, D.; GABBI, A. M.; ABREU, A. S.; et al. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: Abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 506–516, 2016.

WILLIAMS, D. M.; MEIN, G. A. The bovine teat canal: information from measurement of velocity of milk flow from the teat. **The Journal of dairy research**, v. 53, n. 2, p. 179–85, 1986.

ZUCALI, M.; REINEMANN, D. J.; TAMBURINI, A.; BADE, R. D. Effects of Liner Compression on Teat-End Hyperkeratosis. Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers. Providence, RI, USA. **Anais....** v. 29, 2008.

## 5 CAPÍTULO II

### 5.1 RELAÇÃO ENTRE A OCORRÊNCIA DE HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS COM A CONFORMAÇÃO DOS TETOS E A SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA EM VACAS LEITEIRAS

#### Resumo

O objetivo do trabalho foi investigar a relação da ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos com a conformação dos tetos e a saúde da glândula mamária nas vacas leiteiras. O estudo foi realizado em 10 propriedades leiteiras participantes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB), localizadas em nas mesorregiões do Meio-oeste e Serrana Catarinense. No período de julho a novembro de 2015 foram realizadas duas visitas, sendo avaliadas as extremidades dos tetos de todas as vacas em lactação para verificar as condições de hiperqueratose, utilizando-se uma escala de 1 a 4. Foram realizadas coletas de *swab* da extremidade dos tetos e de leite para análise de contagem de células somáticas (CCS) e cultura microbiológica, sendo feitas em dois quartos mamários no mesmo animal (com hiperqueratose vs. sem hiperqueratose). O *swab* foi realizado antes da colocação do conjunto de ordenha por uma haste flexível estéril, o qual foi feito esfregaço somente da extremidade do teto. As amostras de leite foram obtidas após a realização do *pre-dipping*. Visando obter normalidade dos resíduos, os dados de CCS foram transformados para escore de células somáticas (ECS) pela equação  $ECS = \log_2 (CCS/100.000) + 3$ . A avaliação dos dados de escore de hiperqueratose dos tetos avaliados de cada vaca em lactação em relação a conformação dos tetos e a saúde da glândula mamária foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS. Para determinar possíveis associações entre a presença de patógenos da mastite com a ocorrência de hiperqueratose nos quartos mamários os dados foram submetidos ao teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), sendo as classes comparadas duas a duas para fins de comparação de médias. A ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos não está relacionada à conformação dos tetos. Não há relação da hiperqueratose com a presença de agentes patogênicos no leite ou em amostras de *swab* de ponta de teto. Entretanto, na presença de hiperqueratose de extremidade dos tetos, tendem a predominar as contaminações do leite por agentes ambientais em relação aos contagiosos. Quartos mamários com diagnóstico positivo de identificação microbiológica e com presença de patógenos maiores nas análises de microbiológica de leite apresentam valores mais elevados de escore de células somáticas.

**Palavras chaves:** Canal do teto, Mastite, Patógenos, Rebanhos leiteiros

**RELATIONSHIP BETWEEN THE OCCURRENCE OF TEAT END  
HYPERKERATOSIS WITH THE TEAT CONFORMATION AND THE MAMMARY  
GLAND HEALTH IN DAIRY COWS**

**Abstract**

The objective of this study was to investigate the relationship between the occurrence of teat end hyperkeratosis with teat conformation and the mammary gland health in dairy cows. The study was carried out in 10 dairy farms participating in the Dairy Herd Improvement (DHI) test of the Santa Catarina Association of Cattle Breeders (ACCB), located in the mesoregions of the Midwest and Serrana Catarinense. From July 2015 to November two visits were made and evaluated the ends of the teats of all cows in lactation to verify the conditions of hyperkeratosis, using a scale from 1 to 4. Swab samples were taken from the teat end and milk for analysis of somatic cell counts (SCC) and microbiological culture, being done in two quarters mammary in the same animal (with hyperkeratosis vs. without hyperkeratosis). The swab was performed prior to attachment of the milking set by a flexible sterile stem, which was smeared only from the teat end. The milk samples were obtained after pre-dipping. Aiming to obtain normality of the residues, the SCC data were transformed to somatic cell score (SCS) by the equation  $SCS = \log_2(100,000 / SCC) + 3$ . The evaluation of the hyperkeratosis score data of the evaluated teat of each lactating cow and the mammary gland health were submitted to analysis of variance and regression, using the MIXED procedure of the statistical package SAS. To determine possible associations between the presence of mastitis pathogens and the occurrence of hyperkeratosis in the mammary quarters, the data were submitted to the Chi-square test ( $\chi^2$ ), and the classes were compared two to two for purposes of comparison of means. The occurrence of teat end hyperkeratosis is not related to the teat conformation. There is no relation of the hyperkeratosis with the presence of pathogens in milk or in the teat end swab samples. However, in the presence of hyperkeratosis of the teat end, the contaminations of the milk tend to predominate by environmental agents in relation to the contagious. Mammary quarters with a positive diagnosis of microbiological identification and presence of major pathogens in the microbiological analyzes of milk present higher values of somatic cell score.

**Key words:** Teat canal, Mastitis, Pathogens, Dairy herds

**Introdução**

A mastite bovina é a mais importante desordem nas propriedades leiteiras em todo mundo, sobretudo, em virtude aos prejuízos econômicos que acarreta (HALASA et al., 2007; HOGEVEEN et al., 2011; ASADPOUR et al., 2015). É uma inflamação desencadeada, principalmente, pela penetração e multiplicação de diferentes tipos de agentes patogênicos para o

interior da glândula mamária (GEARY et al., 2012; ROSE-MEIERHÖFER et al., 2014; JASHARI et al., 2016), caracterizando-se por alterações físico-químicas e organolépticas do leite, além das alterações no tecido glandular (RADOSTITS et al., 2006; SHARIF e MUHAMMAD, 2009). A mastite ocorre, geralmente, via canal do teto, principalmente após a ordenha, quando o esfíncter encontra-se aberto e o agente infeccioso consegue penetrar (ROSE-MEIERHÖFER et al., 2014; JASHARI et al., 2016). Esse agente, geralmente, é transmitido pela ordenhadeira mecânica, pelas mãos do ordenhador ou por contaminação do ambiente (SCHREINER e RUEGG, 2002). Portanto, a realização das práticas de ordenha recomendadas, e em especial, a manutenção e integridade da saúde da extremidade dos tetos, são fatores importantes para estabelecer o controle e prevenção desta infecção.

Existe uma série de mecanismos de defesa da glândula mamária contra os patógenos causadores de mastite, os quais envolvem mecanismos anatômicos e de defesa celular (OVIEDO-BOYSO et al., 2007). Os tetos das vacas são estruturas altamente especializadas na função de impedir a invasão de microrganismos patogênicos. A extremidade do teto é considerada a primeira linha de defesa da glândula mamária contra a invasão microrganismos causadores da mastite (CARNEIRO et al., 2009). As estruturas responsáveis por impedir a invasão dos microrganismos patogênicos são o músculo do esfíncter do teto que mantém o fechamento do canal do teto entre as ordenhas (OVIEDO-BOYSO et al., 2007) e o tampão de queratina que dificulta a entrada de bactérias por atuar como uma barreira, além da função bacteriostática, impedindo assim, a migração para a cisterna da glândula (SORDILLO, 2005; ALNAKIP et al., 2014).

Entre as diversas lesões que podem acometer a extremidade dos tetos tais como eversão, rachaduras, prolapsos entre outras, a hiperqueratose é a principal alteração que ocorre no teto. A hiperqueratose da extremidade do teto resulta de uma hiperplasia localizada no *Stratum corneum* e *Stratum granulosum* (NEIJENHUIS et al., 2004). Por essa razão, vários métodos foram descritos na avaliação das lesões na extremidade dos tetos (KIRK, 2005). Hiperqueratose ou a calosidade do teto é um termo utilizado para descrever o crescimento exagerado de queratina (MEIN et al., 2001), ou seja, é um espessamento ou extensão da pele que forma o canal do teto e circunda o exterior do orifício do teto (NEIJENHUIS et al., 2000).

Têm-se descrito a existência de associações entre a hiperqueratose ou alterações nas extremidades dos tetos com à ocorrência de infecções intramamárias (IIM) em rebanhos leiteiros

(BHUTTO et al., 2010; CARDOZO et al., 2015; CHEGINI et al., 2016; FONSECA et al., 2016) e outros ainda, mencionam a forte relação da introdução de microrganismos para dentro do canal do teto (BHUTTO et al., 2010; PADUCH et al., 2012; ZOCHE-GOLOB et al., 2015), o que pode ser explicado pela falta de proteção ao canal do teto em vacas com hiperqueratose. O aumento da colonização de agentes patogênicos é favorecido pela presença de hiperqueratose (NEIJENHUIS et al., 2000), ocasionadas pela perda de proteção da extremidade dos tetos (SIEBER e FARNSWORTH, 1981; GLEESON et al., 2004). Portanto, vacas com hiperqueratose na extremidade dos tetos, que permitam que o esfíncter permaneça por períodos mais longos dilatados, poderão ser mais susceptíveis a mastite.

Fatores como o formato da ponta do teto, a posição e o comprimento do teto, o nível da produção de leite, a taxa de pico de fluxo de leite, a duração da ordenha e sobreordena, o estágio da lactação, a interação entre o manejo de ordenha e o equipamento de ordenha, as condições climáticas, sazonais e ambientais e a genética das vacas individualmente podem afetar a hiperqueratose tetos (NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001; NEIJENHUIS e BARKEMA; et al., 2001; GLEESON et al., 2007; REINEMANN, 2012). Alguns estudos têm sugerido que algumas formas dos tetos atuam como fatores de risco para a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos (KRAMER et al., 2013; ROSE-MEIERHÖFER et al., 2014; BIRTEN e ALAÇAM, 2015; OKANO et al., 2015). O comprimento dos tetos está relacionado ao posicionamento dos mesmos nas teteiras, sendo a formação de hiperqueratose maior em tetos mais longos (WENDT et al., 2007), visto que tetos curtos ficam acima da região de colapso das teteiras, enquanto nos mais compridos a força de sobrepressão aplicada pelas teteiras colapsadas é maior (MEIN et al., 2003). O formato da extremidade dos tetos também pode afetar o desenvolvimento da hiperqueratose, sendo que tetos pontiagudos podem desenvolver calosidade no canal do teto mais cedo, e em conjunto com tetos redondos podem desenvolver níveis de hiperqueratose maiores que os tetos lisos e invertidos (NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001).

Neste tocante as lesões nas extremidades dos tetos têm sido relacionadas à ocorrência de IIM em rebanhos leiteiros. Entretanto, a relação ainda não está totalmente explicada. Desta maneira o objetivo do presente estudo foi investigar a relação da ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos com a conformação dos tetos e a saúde da glândula mamária em vacas leiteiras.

## **Material e métodos**

### **Rebanhos e dados**

O estudo foi realizado em 10 propriedades leiteiras participantes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB), localizadas em nas mesorregiões do Meio-oeste e Planalto Serrano no Estado de Santa Catarina. Os rebanhos eram constituídos por vacas das raças Holandês, Jersey e Holandês x Jersey, em diferentes estágios de lactação, ordenhadas duas ou três ordenhas/dia, em equipamentos de ordenha mecânica. As regiões em estudo apresentam clima subtropical, respectivamente dos tipos, temperado húmido com Verão quente (Cfa) e temperado húmido com Verão temperado (Cfb), segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013).

Antes do começo do estudo, todos os protocolos foram submetidos e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade de Santa Catarina, conforme protocolo 60.561.610.15. Foram realizadas duas visitas técnicas em cada propriedade leiteira selecionada, no período de julho a novembro de 2015, em intervalos aproximadamente trimestrais, para avaliação da hiperqueratose na extremidade dos tetos, conformação dos tetos, coletas de leite (análise microbiológica e CCS) e *swab* da extremidade dos tetos, totalizando 340 observações dos quartos mamários avaliados de 170 vacas.

### **Avaliação da hiperqueratose na extremidade dos tetos**

As condições da extremidade dos tetos foram avaliadas em todas as vacas em lactação, após o final da ordenha e antes da aplicação do desinfetante. Foi avaliada a severidade da hiperqueratose na extremidade dos tetos, por meio de escore visual, utilizando-se escala de 1 a 4 (1- extremidade sem formação de anel; 2- extremidade com pequena formação de anel; 3- extremidade com formação de anel rugoso; 4- extremidade com bastante anel rugoso), de acordo com metodologia descrita por Mein et al. (2001) (APÊNDICE B). A partir do escore de hiperqueratose individual de cada quarto mamário foram selecionadas as vacas para avaliação da conformação dos tetos, coletas de *swab* da extremidade dos tetos e de leite para análise de CCS (amostras de leite) e cultura microbiológica (amostras de leite e *swab* da extremidade dos tetos),

sendo feitas em dois quartos mamários contralaterais no mesmo animal, sendo sempre um quarto com hiperqueratose (escore 3 ou 4) e outro sem hiperqueratose (escore 1 ou 2).

### **Avaliação da conformação dos tetos**

A análise da conformação dos tetos foi avaliada antes da ordenha, sendo estimado o comprimento, formato, colocação dos tetos e distância entre tetos.

A medição do comprimento foi realizada na posição vertical, contra a parede do teto, utilizando uma fita métrica, compreendendo desde a base à sua ponta (APÊNDICE C). A distância entre tetos também foi utilizada fita métrica, sendo mensurado a distância do quarto mamário avaliado em relação ao quarto mamário do lado (APÊNDICE C). Na avaliação do formato dos tetos, estes foram divididos em: cilíndrico, cônicos, arredondados e pequenos, seguindo metodologia adaptada a partir do trabalho de Britt e Farnsworth (1996) (APÊNDICE D). Para determinar a colocação dos tetos através de classificação linear foi utilizado escala de 1 a 9 (1 – tetos localizados na periferia do quarto mamário, 5 – tetos localizados no centro do quarto mamário, 9 – tetos localizados próximos ao ligamento central), conforme descrito por Campos (2012) (APÊNDICE E).

### **Procedimento de amostragem do leite**

Nas duas visitas técnicas à cada propriedade foram coletadas amostras de *swab* da extremidade dos tetos e de leite para análise de CCS e cultura microbiológica.

As amostras dos *swabs* da extremidade dos tetos foram colhidas antes da colocação do conjunto de ordenha e após a realização do *pre-dipping*, com uma haste flexível estéril (*Swab 111C STUART-COPAN-PC®*), sendo feita fricção somente da extremidade do teto. Imediatamente após a amostragem, as pontas das hastes utilizadas no esfregaço da extremidade dos tetos foram transferidas para um tubo com meio de transporte estéril contendo meio de transporte semi-sólido Stuart. Posteriormente as amostras eram congeladas e encaminhadas ao Centro de Diagnóstico Microbiológico Animal - CEDIMA (CAV/UDESC), em Lages/SC

As amostras de leite dos quartos mamários selecionados para análise de CCS e cultura microbiológica foram realizadas de forma asséptica, de acordo com as normas estabelecidas pelo

National Mastitis Council (2004). Primeiramente foi realizada a higienização dos tetos com álcool a 70%, sendo feito posteriormente o descarte dos 3 primeiros jatos de leite. Após a coleta os frascos eram devidamente identificados, sendo feitas as identificações das amostras e acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo reciclável. As amostras também foram congeladas e posteriormente encaminhadas ao CEDIMA (CAV/UDESC), em Lages/SC. Logo após a coleta de leite para exame de cultura microbiológica foram realizadas coletas de leite para análises de contagem de células somáticas (CCS), nos mesmos quartos mamários. As amostras para análise da CCS foram acondicionadas em frascos-padrão para coleta contendo o conservante Bronopol®, (2-bromo- 2-nitropropano-1,3-diol), sendo encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Leite UNC/CIDAC, situado no município de Concórdia/SC.

### Análise do leite

O isolamento e a identificação bacteriana a partir de amostras de leite e do *swab* da extremidade dos tetos seguiram as recomendações conforme preconizado pelo NMC (2004) (NATIONAL MASTITIS COUNCIL) e complementadas quando necessário por Quinn et al. (2005). As amostras colhidas foram descongeladas em temperatura ambiente, homogeneizadas e realizada a semeadura de uma alíquota de 10 $\mu$ L do conteúdo (leite ou *swab*) de cada amostra, com alça descartável calibrada, em placas de Ágar-sangue de carneiro a 5%. Após a inoculação das amostras, as placas foram incubadas em estufa à 37 °C por 24 a 72 horas, e após incubação foram feitas as leituras a cada 24 horas quanto às características das colônias. Em seguida, as amostras que apresentavam crescimento foram transferidas para um subcultivo em meio BHI, a partir do qual foram realizados os esfregaços corados pelo método de Gram, para verificação da morfologia e coloração do microrganismo, após período mínimo de 18 horas de incubação. Posteriormente à coloração de Gram, os microrganismos foram identificados. Após feita a coloração de Gram, foram realizadas as provas bioquímicas para identificação das bactérias. As bactérias isoladas foram classificadas como patógenos maiores (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus* spp., *Streptococcus uberis*, *Serratia* spp., *Streptococcus bovis* e *Klebsiella* spp.) e patógenos menores (*Arcanobacterium pyogenes*, *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., *Enterobacter* spp. e *Staphylococcus coagulase-negativo (SCN)*) (NMC, 1999).

A análise de CCS foi realizada através da metodologia por absorção infravermelha em equipamento Bentley 2000<sup>TM</sup> (Bentley Instruments Inc. Chasca, MN, USA)

### **Analise estatística**

A avaliação dos dados de escore de hiperqueratose dos tetos avaliados de cada vaca em lactação em relação a conformação dos tetos e a saúde da glândula mamária foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC), sendo os dados previamente testados para a normalidade de resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os dados de CCS foram transformados para Escore de Células Somáticas (ECS) pela seguinte equação:  $ECS = ((\log_2 (CCS/100.000)) + 3)$ , conforme descrito por Ali e Shook (1980).

Para a avaliação do efeito da conformação dos tetos sobre o escore de hiperqueratose os dados foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo estatístico 1:

$$Y_{ijk} = \mu + reb_i + quarto_j + conformação (quarto)_k + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = escore de hiperqueratose individual por quarto mamário pertencente ao i-ésimo rebanho, no j-ésimo quarto mamário, na k-ésima classe de conformação de teto (formato, colocação)

$\mu$  = média geral

$reb_i$  = efeito do i-ésimo rebanho

$quarto_j$  = efeito do j-ésimo quarto mamário ( $l=$  anterior e posterior)

$conformação (quarto)_k$  = efeito do k-ésimo classe de conformação ( $k=$  formato dos tetos das vacas (cilíndrico, arredondado, pequeno e afunilado) ou colocação dos tetos das vacas (1,5 e 9) ou das variáveis contínuas comprimento médio dos tetos das vacas ou distância média entre tetos das vacas

$e_{ijk}$  = erro experimental

Para a avaliação da relação entre escore de células somáticas com os demais indicadores de saúde da glândula mamária (crescimento microbílico ou classificação dos patógenos) e com o escore de hiperqueratose os dados foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo estatístico 2:

$$Y_{ijkl} = \mu + reb_i + quarto_j + grupo_k + patógeno_l + patógeno * grupo + e_{ijkl}$$

Onde:

$Y_{ijkl}$  = escore de células somáticas por quarto mamário pertencente ao i-ésimo rebanho, no j-ésimo quarto mamário, no k-ésimo grupo, no l-ésima classe de patógenos (crescimento, classificação, de patógenos no leite e no *swab*)

$\mu$  = média geral

$reb_i$  = efeito do i-ésimo rebanho

$quarto_j$  = efeito do j-ésimo quarto mamário ( $j=$  anterior e posterior)

$grupo_k$  = efeito do k-ésimo grupo ( $k=$  com hiperqueratose e sem hiperqueratose)

$patógeno_l$  = efeito do l-ésimo tratamento ( $l=$  crescimento (negativo e positivo) ou classificação (maiores e menores))

$patógeno * grupo$  = efeito da interação entre patógeno e o grupo

$e_{ijkl}$  = erro experimental

A associação entre a presença de patógenos da mastite com a ocorrência de hiperqueratose nos quartos mamários foi analisada pelo teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) ao nível de 5% de significância, utilizando-se o procedimento FREQ do pacote estatístico SAS. Em todas as análises considerou-se como tendência as diferenças com nível de significância entre 5 e 10%.

## Resultados

### Conformação dos tetos

As médias  $\pm$  desvios-padrão do comprimento dos tetos foram  $6,05 \pm 1,23$  e  $4,87 \pm 1,06$  cm nos quartos mamários anterior e posterior, respectivamente e as distâncias entre os tetos

foram de  $12,73 \pm 4,02$  e  $5,67 \pm 3,36$  cm nos quartos mamários anterior e posterior. A distribuição da conformação dos tetos (formato e colocação) encontra-se na tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição da conformação dos tetos (número e percentual).

Conformação dos tetos	Classe	Posição			
		Quarto anterior		Quarto posterior	
		N	(%)	N	(%)
Formato	Afunilado	43	25,4	44	26,0
	Arredondado	10	5,9	17	10,0
	Cilíndrico	113	66,9	94	55,7
	Pequeno	10	1,8	14	8,3
Colocação	1	56	33,1	8	4,8
	5	89	52,7	45	26,9
	9	24	14,2	114	68,3

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Não foi observada relação do comprimento dos tetos ( $P= 0,3176$ ) e da distância entre tetos ( $P= 0,3798$ ) com a hiperqueratose na extremidade dos tetos. Também não foi observada relação da colocação dos tetos ( $P= 0,1468$ ) e do formato dos tetos ( $P= 0,5671$ ) com o escore de hiperqueratose (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias ± erros-padrão da média do escore de hiperqueratose na extremidade dos tetos de acordo com a conformação dos tetos.

Variáveis explanatórias	Classe	Número de amostras	X ± EP*
Colocação	1	64	$2,46 \pm 0,141^a$
	5	134	$2,55 \pm 0,068^a$
	9	138	$2,34 \pm 0,084^a$
	<b>Total</b>	<b>336</b>	
Formato	Afunilado	87	$2,41 \pm 0,081^a$
	Arredondado	27	$2,62 \pm 0,151^a$
	Cilíndrico	207	$2,43 \pm 0,052^a$
	Pequeno	17	$2,62 \pm 0,244^a$
<b>Total</b>		<b>338</b>	

\* Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa ( $P<0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

## Saúde da glândula mamária

Em 61,4% das amostras coletadas não houve crescimento bacteriológico, enquanto 15,3% das bactérias identificados foram classificados como patógenos contagiosos e 8,7% das amostras pertenciam ao grupo dos patógenos classificados como ambientais. Quanto ao grupo de patógenos analisados, observa-se que o *Staphylococcus aureus* foi o mais prevalente patógeno maior identificado nas amostras da cultura microbiológica do leite, totalizando 4,9% das amostras, enquanto que dentre os patógenos menores a maior prevalência foi de *Staphylococcus* coagulase-negativos (SCN), detectados em 9,8% do número total de quartos analisados (Tabela 3).

Tabela 3 – Percentual de patógenos isolados em amostras de cultura microbiológica no leite e no *swab* da extremidade dos tetos.

<b>Patógenos isolados no leite</b>	<b>Número de amostras (%)</b>	<b>Patógenos isolados no <i>swab</i></b>	<b>Número de amostras (%)</b>
<b>Patógenos contagiosos:</b>	28 (15,3)	<b>Patógenos contagiosos:</b>	19 (17,6)
SCP	13 (7,1)	SCP	8 (7,4)
<i>Staphylococcus aureus</i>	9 (4,9)	<i>Corynebacterium</i> spp.	8 (7,4)
<i>Corynebacterium</i> sp.	6 (3,3)	<i>Staphylococcus aureus</i>	3 (2,8)
<b>Patógenos ambientais:</b>	16 (8,7)	<b>Patógenos ambientais:</b>	16 (14,8)
<i>Bacillus</i> spp.	4 (2,2)	<i>Trueperella pyogenes</i>	4 (3,7)
<i>Nocardia</i> spp.	3 (1,6)	<i>Bacillus</i> spp.	4 (3,7)
<i>Streptococcus equi</i>	3 (1,6)	<i>Serratia</i> spp.	2 (1,9)
<i>Streptococcus</i> spp.	2 (1,1)	<i>Yersinia</i> spp.	2 (1,9)
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	1 (0,5)	<i>Nocardia</i> spp.	1 (0,9)
<i>Streptococcus bovis</i>	1 (0,5)	<i>Streptococcus uberis</i>	1 (0,9)
<i>Streptococcus uberis</i>	1 (0,5)	<i>Streptococcus equi</i>	1 (0,9)
<i>Yersinia</i> spp.	1 (0,5)	<i>Enterobacter</i> spp.	1 (0,9)
SCN	18 (9,8)	SCN	2 (1,9)
<b>Outros</b>	9 (4,9)	<b>Outros</b>	5 (4,6)
<b>Sem crescimento</b>	113 (61,4)	<b>Sem crescimento</b>	66 (61,1)

SCP - *Staphylococcus* coagulase positiva.

SCN - *Staphylococcus* coagulase-negativo.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Ao contrário do que foi encontrado nas análises microbiológicas de leite, encontrou-se maior porcentual de patógenos ambientais, com 14,8% das amostras analisadas em amostras de

cultura microbiológica no *swab* da extremidade dos tetos. Dentre todos os patógenos ambientais identificados encontrou-se maior percentual de *Trueperella* e *Bacillus* spp. com 3,7% para ambos nas amostras identificadas. Dos 17,6% de patógenos contagiosos isolados nas amostras de *swab* de extremidade dos tetos, 7,4% foram identificados como *Corynebacterium* spp., sendo classificado como patógeno menor (Tabela 3).

Para avaliar o efeito dos patógenos isolados em amostras de cultura microbiológica no leite e *swab* da extremidade dos tetos sobre a saúde da glândula mamária, foram utilizadas como variáveis explanatórias o crescimento, a classificação e a transmissão dos patógenos da mastite sobre a condição da extremidade dos tetos (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição de frequência de acordo com os patógenos isolados em amostras de cultura microbiológica no leite *swab* da extremidade dos tetos agrupados quanto ao crescimento, grupo de patógenos e forma de transmissão dos patógenos da mastite, em função da condição da extremidade do teto.

Origem das amostras	Variável explanatória	Categoria	Condição da extremidade dos tetos				P> $\chi^2$	
			Com hiperqueratose		Sem hiperqueratose			
			N	%	N	%		
Leite	Crescimento	Negativo	114	50,0	114	50,0	=1,0000	
		Positivo	56	50,0	56	50,0		
	Classificação	Patógenos maiores	27	55,1	22	44,9	=0,3835	
		Patógenos menores	29	46,8	33	53,2		
	Transmissão	Ambiental	39	59,1	27	40,9		
		Contagioso	9	34,6	17	65,4	=0,0778	
		Ambas*	8	42,1	11	57,9		
Swab	Crescimento	Negativo	66	49,6	67	50,4	=0,9542	
		Positivo	30	49,2	31	50,9		
	Classificação	Patógenos maiores	14	53,8	12	46,1	=0,5221	
		Patógenos menores	15	45,4	18	54,5		
	Transmissão	Ambas	4	33,3	8	66,7		
		Ambiental	15	53,6	13	46,4	=0,4625	
		Contagioso	10	52,6	9	47,4		

\* Crescimento de patógeno ambiental ou contagioso na mesma amostra.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Observou-se que a forma de transmissão dos patógenos causadores da mastite da análise do leite apresentou uma tendência ( $P=0,0778$ ) com maior presença de patógenos ambientais nos tetos com hiperqueratose. No entanto, observou-se que tanto as variáveis crescimento e classificação dos patógenos nas amostras de leite como crescimento, transmissão e classificação dos patógenos nas amostras de *swab* não apresentaram efeito significativo sobre a condição da extremidade dos tetos das vacas leiteiras (Tabela 4).

Observou-se relação significativa ( $P<0,0001$ ) entre o escore de células somáticas (ECS) e o crescimento de bactérias nas análises de microbiológica de leite, com quartos mamários com presença de microrganismos apresentando maior valor do ECS (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias ± erros-padrão da média do escore de células somáticas (ECS) em função das variáveis explanatórias relacionadas ao crescimento, classificação e transmissão dos patógenos da patógenos isolados em amostras de cultura microbiológica no leite *swab* da extremidade dos tetos.

<b>Origem das amostras</b>	<b>Variável explanatória</b>	<b>Classe</b>	<b>Número de amostras</b>	<b>X ± EP</b>
<i>Leite*</i>	Crescimento	Negativo	228	$2,27 \pm 0,191^b$
		Positivo	112	$4,24 \pm 0,273^a$
	Classificação	Patógenos maiores	49	$5,36 \pm 0,441^a$
		Patógenos menores	62	$3,86 \pm 0,385^b$
<i>Swab**</i>	Crescimento	Negativo	133	$3,06 \pm 0,254^b$
		Positivo	61	$3,98 \pm 0,435^a$
	Classificação	Patógenos maiores	26	$3,91 \pm 0,571^a$
		Patógenos menores	33	$3,70 \pm 0,516^a$

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa (\*  $P<0,05$  ou \*\*  $P<0,10$ )  
Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Observou-se que a classificação dos patógenos presentes nas análises microbiológicas do leite apresentou efeito significativo ( $P= 0,0132$ ), sendo que os quartos mamários com identificação de patógenos maiores apresentaram valores mais elevados de ECS (Tabela 5).

Quartos mamários com crescimento de microrganismos patogênicos nas análises de cultura microbiológica de *swab* de tetas extremidade dos tetos apresentaram tendência ( $P=0,0713$ ) de maior ECS em relação àqueles com cultura de *swab* negativas. Não foi observada relação significativa ( $P=0,7887$ ) da classificação dos patógenos com o ECS (Tabela 5).

Não foi observado relação significativa ( $P=0,09883$ ) entre o escore de células somáticas com o escore de hiperqueratose por quarto mamário. Vacas com tetos com hiperqueratose apresentaram médias  $\pm$  erros-padrão de  $3,26 \pm 0,227$  e as vacas com tetos sem hiperqueratose de  $3,26 \pm 0,228$ .

## Discussão

A adoção de estratégias para o controle e monitoramento da saúde da glândula mamária visa principalmente reduzir o número de novas infecções, eliminar infecções já estabelecidas e diminuir a duração das infecções por meio das técnicas recomendadas. A relação entre a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos e a saúde da glândula mamária, foi demonstrada em alguns estudos (DE PINHO MANZI et al., 2011; LAGE et al., 2014; BIRTEN e ALAÇAM, 2015), no entanto outros autores não obtiveram os mesmos resultados (GLEESON et al., 2004; MENDONÇA, 2008; ARAÚJO et al., 2012).

No atual contexto de produtividade com qualidade, é fundamental identificar e eliminar os fatores associados com a falta de saúde da glândula mamária, tanto com o ambiente e manejo, quanto os ligados às características individuais dos animais, dentre estes a conformação dos tetos das vacas. Segundo Caraviello et al. (2003) e Campos et al. (2012), as características de conformação dos tetos são usadas nos programas de melhoramento animal com intuito de maior vida produtiva e também estão relacionados a menores riscos de descarte à medida que as pontuações se aproximam do ideal. Assim, a conformação desfavorável dos tetos pode levar à ocorrência de mastite nas vacas (OKANO et al., 2015; GUARÍN et al., 2017). No presente trabalho não foi observado relação do formato dos tetos com a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos nos animais (Tabela 2). Semelhantes com outros trabalhos que avaliaram o formato dos tetos a forma cilíndrica foi a mais presente (Tabela 1) (CHRYSTAL et al., 1999; NEIJENHUIS; KONING; et al., 2001). Os dados deste trabalho discordam dos resultados encontrados por Birten; Alaçam (2015), os quais encontraram correlação altamente significativa

entre o formato da extremidade dos tetos e a hiperqueratose. Neste mesmo estudo os autores mencionam relação do comprimento dos tetos com a ocorrência de hiperqueratose, observando maior presença de hiperqueratose em tetos mais longos. Tetos mais longos são mais propensos a lesões devido a incompatibilidade com os equipamentos de ordenha mecânica (SEYKORA e MCDANIEL, 1985; WENDT et al., 2007) e são potencial fator de risco para ocorrência de mastite (SINGH et al., 2014). De acordo com a classificação de Britt e Farnsworth (1996); Singh et al. (2014) e Campos (2012) os valores médios do presente estudo os tetos dos quartos mamários anteriores são classificados com comprimento médio, enquanto que os posteriores são classificados como curtos. Entretanto, não há consenso na literatura sobre as relações entre a ocorrência de lesões na extremidade dos tetos com a conformação dos tetos. As diferentes entre raças, procedimentos de ordenha, ou até mesmo as diferentes posições dos tetos podem gerar uma série de confundimentos que podem explicar os diferentes resultados. Outro ponto importante é a evolução dos equipamentos de ordenha ao longo desses anos. A maneira de ordenhar as vacas nas propriedades leiteiras segue uma evolução constante, no sentido de manter a saúde da glândula mamária, e consequentemente, ganhar eficiência aumentando a lucratividade do produtor. Esta evolução é acompanhada pelo desenvolvimento de novas tecnologias dos equipamentos utilizados na ordenha, os quais podem permitir a adaptação à anatomia dos tetos. Fato este que pode ter explicado a não relação entre a ocorrência de hiperqueratose com a conformação dos tetos, neste trabalho.

Com relação à saúde da glândula mamária alguns trabalhos têm mencionado a relação positiva entre a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos com a incidência de infecções intramamárias (IIM) nas vacas (OVIEDO-BOYSO et al., 2007; CARDOZO et al., 2015; FONSECA et al., 2016; PANTOJA et al., 2016). Vacas com hiperqueratose nos tetos tem diminuição na capacidade de proteção contra a entrada de microrganismos patogênicos para o interior da glandula mamária., o que pode levar a ocorrência de IIM (SORDILLO, 2005; ALNAKIP et al., 2014; CHEGINI et al., 2016). No presente trabalho não se observou uma relação pronunciada entre a presença dos patógenos da mastite e a condição da extremidade dos tetos. Foi observado apenas uma tendência da forma de transmissão de patógenos ambientais sobre a ocorrência de hiperqueratose (Tabela 4), concordando com os dados de Pinho Manzi et al. (2011) e Asadpour et al. (2015) que mencionam não existir diferença entre os tipos de patógenos quando à hiperqueratose. Bhutto et al., (2010) relataram que há evidências de alguma associação

entre infecções por agentes patogênicos maiores e SCN e o tipo de lesão no teto, o que não foi encontrado neste estudo (Tabela 4). Como a extremidade do teto é a principal barreira contra a invasão de bactérias, espera-se que tetos com extremidade bastante rugosa serem mais predispostos a desenvolver IIM causada por agentes ambientais. Observou-se uma tendência de maior contaminação por agentes ambientais na presença de hiperqueratose (Tabela 3), o que pode ser devido ao fato da superfície rugosa da extremidade facilitar a adesão das bactérias, tornando a desinfecção dos tetos após a ordenha menos eficaz (NEIJENHUIS et al., 2000). Paduch et al. (2012) concluíram que os escores de hiperqueratose foram associadas com contagens de *E. coli* em amostras de *swab* do canal do teto, bem como com a detecção positiva deste patógeno ambiental. Em nosso estudo não houve relação da classificação dos patógenos com amostras de *swab* de ponta de teto, apenas com as amostras de leite (Tabela 5).

Ocorreu uma prevalência de patógenos ambientais de 14,8% nas amostras de cultura de *swab* de ponta de teto, especialmente *Trueperella* e *Bacillus* spp. com 3,7% de prevalência para ambos, demonstrando a importância de limpar e desinfetar os tetos antes da ordenha, para prevenir a mastite causada por agentes ambientais.

Asadpour et al. (2015) relataram que 12,8% dos microrganismos isolados eram agentes ambientais, sendo *Streptococcus dysgalactiae* a mais prevalente bactéria. No Brasil aproximadamente, 95% das IIM são causadas por *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* e Coliformes (BRITO e SALES, 2007; SANTOS et al., 2007). No presente trabalho *Staphylococcus aureus* foi o mais prevalente patógeno maior identificado nas amostras da cultura microbiológica do leite, totalizando 4,9% das amostras e o *Corynebacterium* sp. nas análises de *swab* de ponta de tetos (Tabela 3). Infecções causadas por patógenos maiores no início da lactação em vacas primíparas são associados com elevada contagem de células somáticas (PIEPERS et al., 2010; PASSCHYN et al., 2014).

Valores mais elevados de ECS foram observados tanto em quartos mamários com crescimento de microrganismos patogênicos no leite (( $P < 0,0001$ ) como de *swab* ( $P = 0,0713$ ) em relação aos negativos. Além disso, a presença de patógenos maiores no leite esteve relacionado a valores mais elevados de ECS em relação aos patógenos menores (Tabela 5). As infecções por patógenos menores normalmente induzem respostas menos intensas de CCS do que os agentes patogênicos maiores (BARKEMA et al., 1999; SCHUKKEN et al., 2003; RUEGG; PANTOJA,

2013). Patógenos menores induzem resultados com alto número de resultados falso negativos no diagnóstico das IIM (JASHARI et al., 2016).

### Conclusão

A ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos não está relacionada à conformação (comprimento, distância, formato e colocação) dos tetos.

Não há relação da hiperqueratose na extremidade dos tetos com a presença de agentes patogênicos no leite ou em amostras de *swab* de ponta de teto. Entretanto, na presença de hiperqueratose de extremidade dos tetos, tendem a predominar as contaminações do leite por agentes ambientais em relação aos contagiosos.

Quartos mamários com isolamento microbiológico de patógenos maiores apresentam valores mais elevados de escore de células somáticas.

### Agradecimentos

A Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB) e aos produtores participantes da pesquisa pela cooperação e contribuição com dados deste trabalho. À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelos recursos financeiros.

### Referências bibliográficas

- ALI, A. K. A.; SHOOK, G. E. An Optimum Transformation for Somatic Cell Concentration in Milk. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 3, p. 487–490, 1980.
- ALNAKIP, M. E.; QUINTELA-BALUJA, M.; BÖHME, K.; et al. The Immunology of Mammary Gland of Dairy Ruminants between Healthy and Inflammatory Conditions. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 2014, p. 1–31, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil Clayton. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ARAÚJO, V. M. M.; RANGEL, A. H. N. H. N.; MEDEIROS, H. R. R.; et al. Relação entre a hiperqueratose dos tetos e a ocorrência de mastite sub-clínica. **Archives of Veterinary Science**, v. 17, n. 2, p. 73–77, 2012.

ASADPOUR, R.; BAGHERNIAEE, H.; HOUSHMANDZAD, M.; et al. Relationship between teat end hyperkeratosis with intra mammary infection and somatic cell counts in lactating dairy cattle. **Revue De Medecine Veterinaire**, v. 166, n. 9–10, p. 266–270, 2015.

BARKEMA, H. W.; SCHUKKEN, Y. H.; LAM, T. J. G. M.; et al. Management Practices Associated with the Incidence Rate of Clinical Mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 8, p. 1643–1654, 1999.

BHUTTO, A. L.; MURRAY, R. D.; WOLDEHIWET, Z. Udder shape and teat-end lesions as potential risk factors for high somatic cell counts and intra-mammary infections in dairy cows. **Veterinary Journal**, v. 183, n. 1, p. 63–67, 2010.

BIRTEN, E. M. R. E.; ALAÇAM, E. The Occurrence of Teat Hyperkeratosis in Cows and Its Effect on Milk Somatic Cell. **Turkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1–6, 2015.

BRITO, J. R. F.; SALES, R. D. O. Health of the ubere. A revision. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 1, n. 1, p. 67–87, 2007.

BRITT, J. S.; FARNSWORTH, R. Here's a system for evaluating teat condition. **Hoard's Dairyman**, p. 570–571, 1996.

CAMPOS, R. V. **Parâmetros genéticos para características lineares de tipo e produtivas em vacas da raça holandesa no brasil.** 2012. 109 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Agronomia. Porto Alegre, RS, 2012.

CAMPOS, R. V.; COBUCI, J. A.; COSTA, C. N.; PADILHA, A. H.; KERN, E. Correlações genéticas entre características de tipo e produtivas em vacas da raça holandesa no Brasil. In: 49<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais....** p.21–23, 2012.

CARAVIELLO, D. Z.; WEIGEL, K. A.; GIANOLA, D. Analysis of the relationship between type traits, inbreeding, and functional survival in Jersey cattle using a Weibull proportional hazards model. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 9, p. 2984–9, 2003. Elsevier. Disponível em:

CARDOZO, L. L.; THALER NETO, A.; SOUZA, G. N.; et al. Risk factors for the occurrence of new and chronic cases of subclinical mastitis in dairy herds in southern Brazil. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 11, p. 7675–85, 2015.

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

CHEGINI, A.; HOSSEIN-ZADEH, N. G.; HOSSEINI-MOGHADAM, H.; SHADPARVAR, A. A. Estimation of genetic and environmental relationships between milk yield and different measures of mastitis and hyperkeratosis in Holstein cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 191, 2016.

CHRYSSTAL, M. A.; SEYKORA, A. J.; HANSEN, L. B. Heritabilities of Teat End Shape and Teat Diameter and Their Relationships with Somatic Cell Score. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 24, p. 2017–2022, 1999.

DE PINHO MANZI, M.; NÓBREGA, D. B.; FACCIOLO, P. Y.; et al. Relationship between teat-end condition, udder cleanliness and bovine subclinical mastitis. **Research in Veterinary Science**, v. 93, n. 1, p. 1–5, 2011.

FONSECA, L. H. M.; CUNHA, A. F. DA; SARAIVA, L. H. G.; COELHO, K. S.; NUNES, M. F. Influência da sujidade e hiperqueratose de tetos na ocorrência de mastite subclínica bovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 3, p. 233–237, 2016.

GEARY, U.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; BEGLEY, N.; et al. Estimating the effect of mastitis on the profitability of Irish dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 7, p. 3662–3673, 2012.

GLEESON, D. E.; MEANEY, W. J.; O'CALLAGHAN, E. J.; RATH, M. V. Effect of teat hyperkeratosis on somatic cell counts of dairy cows. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v. 2, p. 115–122, 2004.

GLEESON, D. E.; O'BRIEN, B.; BOYLE, L.; EARLEY, B. Effect of milking frequency and nutritional level on aspects of the health and welfare of dairy cows. **Animal: an international journal of animal bioscience**, v. 1, n. 1, p. 125–32, 2007.

GUARÍN, J. F.; PAIXÃO, M. G.; RUEGG, P. L. Association of anatomical characteristics of teats with quarter-level somatic cell count. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 1, p. 643–652, 2017.

HALASA, T.; HUIJPS, K.; ØSTERÅS, O.; HOGEVEEN, H. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. **Veterinary Quarterly**, v. 29, n. 1, p. 18–31, 2007.

HOGEVEEN, H.; HUIJPS, K.; LAM, T. J. G. M. Economic aspects of mastitis: new developments. **New Zealand veterinary journal**, v. 59, n. 1, p. 16–23, 2011.

JASHARI, R.; PIEPERS, S.; VLIEGHER, S. DE. Evaluation of the composite milk somatic cell count as a predictor of intramammary infection in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 11, p. 9271–9286, 2016.

KIRK, J. H. A System for Scoring Teat End Condition. Disponível em: <http://www.pdfbe.com/te/teat-canal-book3.pdf>. Acesso em: 12/02/2017.

KRAMER, M.; ERBE, M.; BAPST, B.; BIEBER, A.; SIMIANER, H. Estimation of genetic parameters for individual udder quarter milk content traits in Brown Swiss cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 9, p. 5965–76, 2013.

LAGE, P. G.; ARAÚJO, A. R.; TEIXEIRA, A. G.; PINOTTI, M.; FALEIROS, R. R. Dispositivo fotobiomodulador para prevenção e tratamento de hiperqueratose de teto em vacas leiteiras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 6, p. 515–522, 2014.

MASTITIS, C. (NMC) N. **Microbiological procedures for the diagnosis of bovine udder infection and determination of milk quality**. 4th ed. Verona: NMC, 2004.

MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; MORGAN, W. F. F.; et al. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver. **Anais....** p.347–351, 2001.

MEIN, G. A.; WILLIAMS, D. M. D.; REINEMANN, D. J. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: 1. Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. In: 42nd annual meeting of the National Mastitis Council. Texas. **Anais....** p.26–29, 2003.

MENDONÇA, L. C. **Viabilidade do controle da mastite contagiosa e da utilização do escore de sujidade de úbere e de lesões de esfíncter de tetos no monitoramento do risco de ocorrência da doença**, 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais: Escola de Veterinária. Belo Horizonte, MG, 2008.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL. **Current Concepts of Bovine Mastitis.** Madison: WI, NMC Inc., 4 ed., p. 1-64, 1999.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL. **Microbiological procedures for the diagnosis of bovine udder infection and determinacion of milk quality.** 4th ed ed. Verona, WI: The National Mastitis Council Inc., 2004.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 12, p. 2795–804, 2000.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 12, p. 2664–72, 2001.

NEIJENHUIS, F.; HILLERTON, J. E.; PAULRUD, C. O.; RASMUSSEN, M. D.; BAINES, J. R. Teat condition and mastitis. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Charlotte. USA. **Anais....** p.122–131, 2004.

NEIJENHUIS, F.; KONING, K.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H. The effects of machine milking on teat condition. In: A. Rosati; S. Mihina; C. Mosconi (Eds.); **Physiological and Technical Aspects of Machine Milking.** Rome, Italy: Icar Technical Series No. 7. **Anais....** v. 7, p.33–40, 2001.

OKANO, W.; JUNIOR, C. K.; BOGADO, A. L. G.; et al. Relationship between Shape of Teat and Teat Tip and Somatic Cell Count (SCC) in Dairy Cows. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 43, n. May, p. 1276, 2015.

OVIEDO-BOYSO, J.; VALDEZ-ALARCON, J. J.; CAJERO-JUÁREZ, M.; et al. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. **Journal of Infection**, v. 54, n. 4, p. 399–409, 2007.

PADUCH, J. H.; MOHR, E.; KRÖMKER, V. The association between teat end hyperkeratosis and teat canal microbial load in lactating dairy cattle. **Veterinary Microbiology**, v. 158, n. 3–4, p. 353–359, 2012.

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

PASSCHYN, P.; PIEPERS, S.; VLIEGHER, S. DE. Pathogen group-specific risk factors for intramammary infection in treated and untreated dairy heifers participating in a prepartum antimicrobial treatment trial. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 10, p. 6260–70, 2014.

PIEPERS, S.; OPSOMER, G.; BARKEMA, H. W.; KRUIF, A. DE; VLIEGHER, S. DE. Heifers infected with coagulase-negative staphylococci in early lactation have fewer cases of clinical mastitis and higher milk production in their first lactation than noninfected heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 5, p. 2014–2024, 2010.

QUINN, P. J. et al. *Microbiologia Veterinária e Doenças Infecciosas*. Porto Alegre: Artmed, 2005. 512 p.

RADOSTITS, O.; GAY, C.; HINCHCLIFF, K.; CONSTABLE, P. **A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 10 eds. Saunders Ltd., 2006.

REINEMANN, D. J. The smart position on teat condition. New Zealand Milk Quality Conference. Hamilton, New Zealand: Dairy NZ. **Anais....** p.124–131, 2012.

ROSE-MEIERHÖFER, S.; MÜLLER, A. B.; MITTMANN, L.; et al. Effects of quarter individual and conventional milking systems on teat condition. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 113, n. 4, p. 556–564, 2014.

RUEGG, P.; PANTOJA, J. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 52, n. 2, p. 101–117, 2013.

SANTOS, E. M. P.; BRITO, M. A. V. P.; LANGE, C.; BRITO, J. R. F.; CERQUEIRA, M. M. O. P. *Streptococcus* e gêneros relacionados como agentes etiológicos de mastite bovina Streptococcus and related genera as etiological agents of bovine mastitis. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 35, n. July 2006, p. 17–27, 2007.

SCHREINER, D. A.; RUEGG, P. L. Effects of tail docking on milk quality and cow cleanliness. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 10, p. 2503–2511, 2002.

SCHUKKEN, Y. H.; WILSON, D. J.; WELCOME, F.; GARRISON-TIKOFSKY, L.; GONZALEZ, R. N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Veterinary research**, v. 34, n. 5, p. 579–96, 2003.

SEYKORA, A J.; McDANIEL, B. T. Udder and teat morphology related to mastitis resistance: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 8, p. 2087–93, 1985.

SHARIF, A.; MUHAMMAD, G. Mastitis control in dairy animals. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 29, n. 3, p. 145–148, 2009.

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**, v. 178, n. 12, p. 1263–7, 1981.

SINGH, R. S.; BANSAL, B. K.; GUPTA, D. K. Udder health in relation to udder and teat morphometry in Holstein Friesian × Sahiwal crossbred dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 1, p. 93–8, 2014.

SORDILLO, L. M. Factors affecting mammary gland immunity and mastitis susceptibility. **Livestock Production Science**, v. 98, n. 1–2, p. 89–99, 2005.

WENDT, K.; SASS, D.; SPASOVSKI, S.; PILTZ, E. Einflussfaktoren auf die hämatogene Mikrozirkulation an der Zitze des Milchrindes. **Züchtungskunde**, v. 79, n. 2, p. 119–127, 2007.

ZOCHE-GOLOB, V.; HAVERKAMP, H.; PADUCH, J.-H.; et al. Longitudinal study of the effects of teat condition on the risk of new intramammary infections in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 2, p. 910–7, 2015.



## 6 CAPÍTULO III

### 6.1 ESTUDO LONGITUDINAL DA DINÂMICA DA HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS EM VACAS LEITEIRAS ENTRE UMA LACTAÇÃO E A SUBSEQUENTE

#### Resumo

O objetivo avaliar o desenvolvimento longitudinal da dinâmica da hiperqueratose na extremidade dos tetos de vacas leiteiras entre uma lactação e a subsequente. O estudo foi desenvolvido em uma população alvo composta por 36 unidades produtoras de leite participantes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB), localizadas nas mesorregiões Oeste, Meio-oeste, Sul e Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil. Um estudo longitudinal foi realizado para examinar a ocorrência de hiperqueratose na extremidade do teto das vacas leiteiras, sendo que para o presente estudo foram utilizados dados de dois períodos, sendo um período entre março a dezembro de 2012 e outro de junho de 2015 a março de 2016. Para estes períodos foram avaliadas as condições da extremidade dos tetos de todas as vacas em lactação utilizando-se uma escala de 1 a 4. A partir do escore de hiperqueratose de cada teto, foi calculada a dinâmica de hiperqueratose, definida como sendo a diferença entre o escore de hiperqueratose antes do parto e o escore de hiperqueratose depois do parto. Para analisar o desenvolvimento da hiperqueratose os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o pacote estatístico SAS. Do total de 844 observações, em média, a dinâmica da hiperqueratose foi de 0,094, representando uma pequena melhora na hiperqueratose entre o término de uma lactação e o início da lactação seguinte. No presente estudo observou-se relação significativa ( $P= 0,0112$ ) entre a ordem de parto e a dinâmica de hiperqueratose dos tetos, assim como, vacas com produção de leite mais elevada no início da lactação apresentaram valores mais baixos de redução nos escores de hiperqueratose ( $P= 0,0076$ ). Também se observou relação altamente significativa entre o escore de hiperqueratose ao final da lactação com a dinâmica de hiperqueratose ( $P< 0,0001$ ). Não ocorre resolução da hiperqueratose na extremidade dos tetos entre uma lactação e a subsequente. Entretanto, especialmente tetos com elevada hiperqueratose apresentam diminuição do escore de hiperqueratose, sendo esta melhora menos pronunciada em vacas de alta produção.

**Palavras chaves:** Esfincter, Período seco, Propriedades leiteiras, Mastite.

## **LONGITUDINAL STUDY OF TEAT END HYPERKERATOSIS DYNAMICS IN DAIRY COWS BETWEEN ONE LACTATION AND SUBSEQUENT LACTATION**

### **Abstract**

The objective of this study was to evaluate the longitudinal development of teat end hyperkeratosis dynamics of dairy cows between one lactation and subsequent lactation. The study was carried out in a target population composed of 36 milk producing units participants of the Dairy Herd Improvement (DHI) test of the Santa Catarina Association of Cattle Breeders (ACCB), located in the mesoregions of the State of West, Midwest, South and Serrano Of Santa Catarina, southern region of Brazil. A longitudinal study was conducted to examine the occurrence of teat end hyperkeratosis of the dairy cows, and for the present study, data from two periods were used, from March to December 2012 and from June 2015 to March 2016. For these periods, the conditions of teat end of all lactating cows were evaluated using a scale of 1 to 4. From the hyperkeratosis score of each teat, the hyperkeratosis dynamics, defined as the difference between the hyperkeratosis score before calving, and the hyperkeratosis score after calving. To analyze the development of hyperkeratosis, the data were submitted to analysis of variance and regression, using the statistical package SAS. From the total of 844 observations, on average, the dynamics of hyperkeratosis was 0.094, representing a small improvement in hyperkeratosis between the end of one lactation and the beginning of the next lactation. In the present study, a significant relationship ( $P = 0.0112$ ) between the order of calving and the teat end hyperkeratosis dynamics was observed, as well as cows with higher milk yield at the onset of lactation had lower values of reduction in the scores of hyperkeratosis ( $P = 0.0076$ ). We also observed a highly significant relationship between the hyperkeratosis score at the end of lactation and the hyperkeratosis dynamics ( $P < 0.0001$ ). No resolution occurs of teat end hyperkeratosis between one lactation and subsequent lactation. However, especially teat with high hyperkeratosis present a decrease in the hyperkeratosis score, and this improvement is less pronounced in high production cows.

**Key words:** Sphincter, Dry period, Dairy properties, Mastitis.

### **Introdução**

O canal e o esfínter do teto são importantes barreiras físicas contra a entrada de patógenos para o interior da glândula mamária (MEIN et al., 2001; GLEESON et al., 2004; RAINARD; RIOLLET, 2006; MITEV et al., 2012). A extremidade do teto, quando íntegra, é um dos principais fatores de resistência as infecções intramamárias (IIM). Várias pesquisas relacionadas ao controle e prevenção de mastite vêm sendo desenvolvidas, com a finalidade da manutenção da saúde do animal e consequente qualidade do leite (SOUZA e BRITO, 2011;

CICCONI-HOGAN et al., 2013; CARDOZO et al., 2015; PANTOJA et al., 2016). Dentre esses indicadores, a manutenção da saúde da extremidade dos tetos tem recebido uma atenção especial no monitoramento de ocorrência de mastites (OVIEDO-BOYSO et al., 2007; FONSECA et al., 2016; CHEGINI et al., 2016). As lesões nas extremidades dos tetos podem ter causas diversas, tais como funcionamento inadequado do equipamento da ordenha, uso de desinfetantes que causem irritação na pele dos tetos, ou até mesmo, pode aumentar com o tempo de lactação, a produção de leite e o tempo de ordenha (NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001; NEIJENHUIS et al., 2001; GLEESON et al., 2007a; REINEMANN, 2012).

A hiperqueratose é uma das principais alterações de longa duração na extremidade dos tetos, caractereizando-se pela formação de um anel esbranquiçado e ligeiramente elevado ao redor da extremidade do teto (BREEN et al., 2009). Ocorre o crescimento anormal de queratina, ou seja, há um espessamento da pele que forma o canal do teto e circunda o exterior do orifício do teto (NEIJENHUIS et al., 2000; MEIN et al., 2001). A hiperqueratose resulta de uma hiperplasia do extrato córneo das camadas epiteliais da extremidade do teto (NEIJENHUIS et al., 2004), frente a uma resposta fisiológica às forças aplicadas à pele do teto durante a ordenha ou pelo fechamento inadequado da teteira de um equipamento de ordenha (BREEN et al., 2009; CERQUEIRA et al., 2011).

O canal do teto possui estrutura altamente especializada, a qual é composta por musculatura lisa que envolve o canal e o esfíncter do teto, sendo responsável por mantê-lo fechado (OVIEDO-BOYSO et al., 2007). Tem função vital na prevenção de novos casos de mastites, e por isso, a presença de lesões ao nível do teto compromete o seu mecanismo de defesa (BLOWEY e EDMONDSON, 2010). Com a ocorrência de hiperqueratose, a porção externa do canal do teto pode não se fechar completamente e o teto perde sua integridade (MEIN et al., 2004; NEIJENHUIS, 2004). As bactérias ficam alojadas nas ranhuras e lesões no teto e os desinfetantes não conseguem atuar adequadamente nesses locais e eliminar esses microrganismos (ZUCALI et al., 2008). No momento da ordenha essas bactérias podem ser transmitidas de um animal para outro e podem penetrar na glândula mamária, levando a ocorrência de mastite (PADUCH et al., 2012).

São vários os fatores intrínsecos ao animal que influenciam a ocorrência de hiperqueratose, dentre os quais, encontra-se o estágio de lactação. Ao longo do período de lactação da vaca pode ocorrer uma variação nos escores desta lesão, sendo que a frequência de

tetos com hiperqueratose pode ser mais baixa ao parto, normalmente aumentam durante os primeiros meses da lactação (NEIJENHUIS et al., 2000). Sandrucci et al. (2014) observaram maior porcentagem de vacas com pelo menos um teto com classificação rugosa ou bastante rugosidade acima dos 200 dias em lactação. Gleeson et al. (2007) reportaram aumento dos escores de hiperqueratose nos 5 primeiros meses de lactação e uma diminuição depois disso. Shearn e Hillerton (1996) observaram aumento dos escores de hiperqueratose durante 3 a 4 meses após o parto e diminuição no início do período do seco. De acordo com Neijenhuis et al. (2000) é durante o período seco que poderá ocorrer uma diminuição significativa dos escores de hiperqueratose de extremidade dos tetos. Entretanto, estes estudos não apresentam dados consistentes sobre uma possível diminuição dos escores de hiperqueratose entre o final da lactação e o início da lactação subsequente.

Desta maneira, o estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento longitudinal da dinâmica da hiperqueratose na extremidade dos tetos de vacas leiteiras entre uma lactação e a subsequente.

## **Material e métodos**

### **Rebanhos**

A pesquisa foi desenvolvida em uma população alvo composta por 36 unidades produtoras de leite (UPL) participantes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB), localizadas nas mesorregiões Oeste, Meio-oeste, Sul e Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil. O clima das regiões Meio-oeste, Oeste e Planalto Serrano são caracterizados, de acordo com a classificação de Köppen, como Cfb (clima subtropical úmido), com invernos frios e verões amenos, apresentando as quatro estações bem definidas. A região Sul apresenta clima tipo Cfa (clima subtropical úmido com verões quentes) (ALVARES et al., 2013).

As regiões em estudo foram aquelas com maior número de rebanhos sob controle leiteiro mensal. Os rebanhos eram constituídos por vacas das raças Holandês, Jersey e Holandês x Jersey, com duas ou três ordenhas/dia, em equipamentos de ordenha mecânica, sendo o leite armazenado em tanques de expansão direta.

### **Desenho do estudo**

Um estudo longitudinal foi realizado para examinar a ocorrência de hiperqueratose na extremidade do teto das vacas leiteiras, sendo que para o presente estudo foram utilizados dados de dois períodos. Para as avaliações do primeiro período do estudo foram realizadas três visitas técnicas em cada propriedade leiteira selecionada, no período de março a dezembro de 2012. Já para as avaliações do segundo período do estudo foram realizadas quatro visitas técnicas em cada propriedade leiteira selecionada, no período de junho de 2015 a março de 2016, também com intervalos aproximadamente trimestrais, para as avaliações da hiperqueratose na extremidade dos tetos. Para ambos períodos foram utilizados dados de controle leiteiro mensal com informações referentes à raça, ordem de parto, estágio de lactação, produção de leite, CCS, data do parto e do controle leiteiro mensal.

### **Determinação da hiperqueratose na extremidade dos tetos**

Em cada visita técnica às propriedades leiteiras foram avaliadas as condições da extremidade dos tetos em todas as vacas em lactação, após o final da ordenha e antes da aplicação do desinfetante vacas, as quais foram avaliadas ao final da lactação, na última visita antes da secagem, e ao início da lactação seguinte, na primeira visita após o parto. Foi avaliada a severidade da hiperqueratose, por meio de escore visual, utilizando-se escala de 1 a 4 (1-extremidade sem formação de anel; 2- extremidade com pequena formação de anel; 3-extremidade com formação de anel rugoso; 4- extremidade com presença de anel rugoso), de acordo com metodologia descrita por Mein et al. (2001) (APÊNDICE B). Para tal, este estudo avaliou a hiperqueratose individual de cada quarto mamário. A partir do escore de hiperqueratose de cada teto, foi calculada a dinâmica de hiperqueratose, definida como sendo a diferença entre o escore de hiperqueratose antes do parto e o escore de hiperqueratose depois do parto, conforme segue:

Dinâmica de Hiperqueratose = escore de hiperqueratose antes - escore de hiperqueratose depois

## Análise estatística

Os dados de dinâmica de hiperqueratose, assim como do escore de hiperqueratose ao início da lactação, de todos os tetos de cada vaca em lactação foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC), sendo os dados previamente testados para a normalidade de resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Foram excluídos os dados de vacas sem controle leiteiro, com mais de 90 dias em lactação na primeira visita após o parto, resultando em 844 observações de 211 vacas.

Os dados foram analisados de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + op_i + quarto_j + hiperqant_k + reb_l + b_1(pl - \bar{pl}) + e_{ijkl}$$

Onde:

$Y_{ijkl}$  = dinâmica hiperqueratose ou escore de hiperqueratose ao início da lactação no i-ésimo parto, no j-ésimo quarto mamário, com o k-ésimo escore de hiperqueratose anterior, de vaca pertencente ao l-ésimo rebanho

$\mu$  = média geral

$op_i$  = efeito da i-ésimo ordem de parto ( $i= 1, 2, 3, 4$  ou +)

$quarto_j$  = efeito do j-ésimo quarto mamário ( $l=$  anterior direito, anterior esquerdo, posterior direito e posterior esquerdo)

$hiperqant_k$  = efeito do k-ésimo hiperqueratose anterior ( $k= 1$ - extremidade sem formação de anel; 2- extremidade com pequena formação de anel; 3- extremidade com formação de anel rugoso; 4- extremidade com presença de anel rugoso)

$reb_l$  = efeito do k-ésimo rebanho

$pl$  = produção de leite

$\bar{pl}$  = produção de leite média das vacas

$b_1$  = coeficientes de regressão linear do efeito da produção de leite da vaca

$e_{ijkl}$  = erro experimental

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade do Estado de Santa Catarina, protocolo 60.561.610.15.

## Resultados

Em média, a dinâmica da hiperqueratose foi de 0,094, representando uma pequena melhora na hiperqueratose entre o término de uma lactação e o início da lactação seguinte. Os animais apresentavam, em média,  $41,5 \pm 23,1$  dias em lactação.

Observou-se relação significativa ( $P= 0,0112$ ) entre a ordem de parto e a dinâmica de hiperqueratose na extremidade dos tetos (Tabela 1), sendo que houve uma maior queda nos escores de hiperqueratose em vacas com três e quatros partos em relação de segundo parto.

Tabela 1 – Relação entre as variáveis explanatórias e a dinâmica de hiperqueratose na extremidade dos tetos em vacas leiteiras.

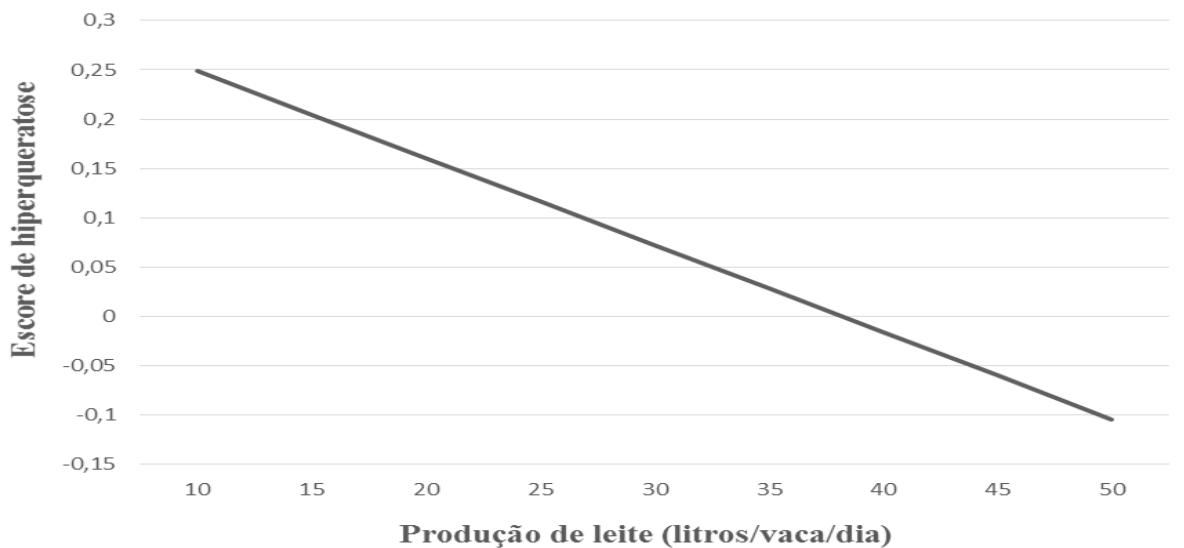
Variáveis explanatórias	Classe	Número de amostras	$\bar{X} \pm EP^*$
Ordem de parto	2	244	$-0,018 \pm 0,054^b$
	3	236	$0,067 \pm 0,057^{ab}$
	4 ou mais	368	$0,174 \pm 0,051^a$
<b>Total</b>		<b>848</b>	
Escore de hiperqueratose anterior	1	131	$-0,937 \pm 0,067^d$
	2	397	$-0,378 \pm 0,045^c$
	3	253	$0,322 \pm 0,053^b$
	4	61	$1,292 \pm 0,096^a$
<b>Total</b>		<b>842</b>	
Quarto mamário	Anterior direito	212	$0,020 \pm 0,056^a$
	Anterior esquerdo	212	$0,022 \pm 0,056^a$
	Posterior direito	212	$0,131 \pm 0,056^a$
	Posterior esquerdo	212	$0,124 \pm 0,056^a$
<b>Total</b>		<b>848</b>	

\* Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa ( $P<0,05$ ).  
Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Vacas com produção de leite mais elevada no início da lactação apresentaram valores mais baixos de redução nos escores de hiperqueratose ( $P= 0,0076$ ). Observa-se na figura 1 que, para vacas com produções elevadas ao início da lactação pode-se esperar piora no escore de hiperqueratose entre uma lactação e a subsequente.

Não houve diferença quanto à posição dos quartos mamários dos animais ( $P= 0,4325$ ) com a dinâmica da hiperqueratose (Tabela 1).

Figura 1 – Relação entre o escore de hiperqueratose na extremidade dos tetos ao final da lactação com a produção de leite em vacas leiteiras.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

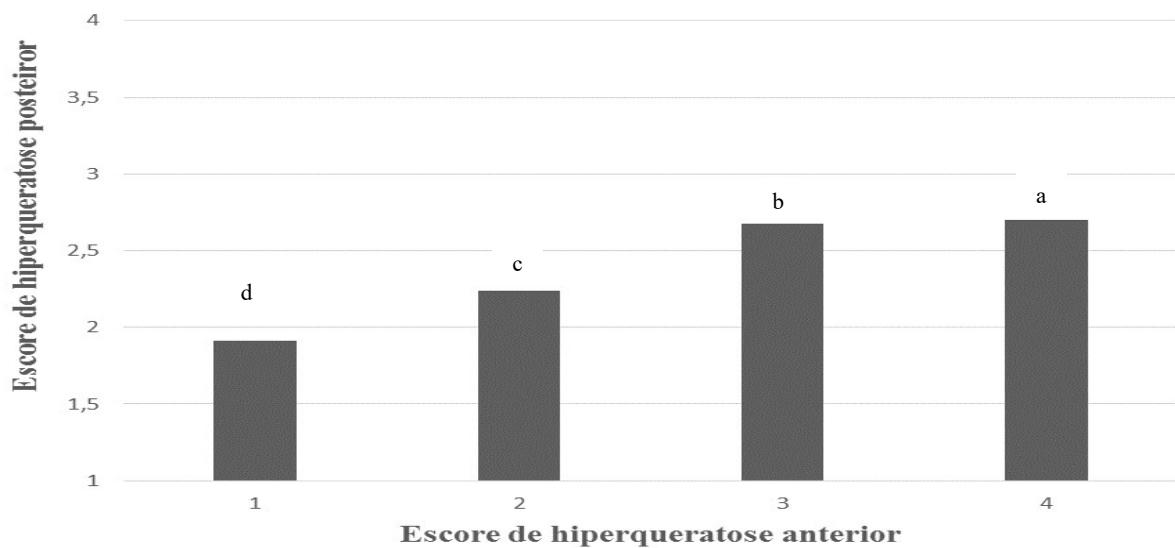
Do total de quartos mamários observados (Tabela 2) entre o final de uma lactação e o inicio da lactação subsequente, observou-se que os quartos mamários com escore hiperqueratose na extremidade dos tetos 3 e 4 apresentaram maior diminuição dos valores desta lesão.

Tabela 2 – Distribuição da frequência dos escores de hiperqueratose na extremidade dos tetos ao final da lactação e no início da lactação subsequente.

Escore de hiperqueratose anterior	Escore de hiperqueratose posterior								
	1	1		2		3		4	
		N	%	N	%	N	%	N	%
1	43	32,8		68	51,9	19	14,5	1	0,8
2	54	13,7		197	49,9	130	32,9	14	3,5
3	13	5,2		91	36,2	125	49,8	22	8,8
4	5	8,2		14	22,9	31	50,8	11	18,0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Figura 2 – Relação entre o escore hiperqueratose na extremidade dos tetos ao final da lactação e no início da lactação subsequente.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Observou-se relação altamente significativa entre o escore de hiperqueratose ao final da lactação com a dinâmica de hiperqueratose ( $P < 0,0001$ ), havendo piora para as vacas sadias (com escores 1 e 2) e diminuição nas vacas com hiperqueratose (escores 3 e 4) (Tabela 1). Tetos com hiperqueratose (escore 3 ou 4) ao final da lactação apresentaram escores menores no início da lactação subsequente, enquanto os tetos sem lesão pronunciada de hiperqueratose (escores 1 e 2) apresentaram aumento no escore médio de hiperqueratose na lactação subsequente (Tabela 2; Figura 2).

## Discussão

Os resultados deste estudo revelam informações inovadoras sobre a importância da ocorrência da dinâmica da hiperqueratose na extremidade dos tetos em vacas leiteiras entre ao final da lactação e no início da lactação subsequente. Embora algum grau de hiperqueratose seja uma resposta provavelmente natural à ordenha, entretanto, alguns passos podem ser seguidos para reduzir essa condição, sendo necessária a busca por medidas que possam promover a resolução desta lesão.

Diversos mecanismos e causas têm sido levantados como responsáveis por esta alteração fisiológica na extremidade dos tetos nas vacas leiteiras. A importância dessa lesão dá-se devido ao fato de que é exatamente na extremidade do teto onde se encontra a principal barreira de defesa da vaca contra a entrada de microrganismos causadores de mastites (CARNEIRO et al., 2009; PADUCH et al., 2012).

Ao longo do período de lactação das vacas podem ocorrer variações consideráveis nos escores de hiperqueratose (GLEESON et al., 2007; SANDRUCCI et al. 2014), sendo que para alguns autores citam que durante o período seco as vacas poderão apresentar diminuição nos escores de hiperqueratose nos tetos em relação ao final da lactação (SHEARN e HILLERTON, 1996; NEIJENHUIS et al. 2000). Por outro lado, diversos autores mencionam a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos já no início do período de lactação (GLEESON et al., 2007; STERRETT et al., 2013; SANDRUCCI et al., 2014), no entanto, não avaliaram a diminuição dos escores de hiperqueratose durante o período seco das vacas, ou seja, a melhora na hiperqueratose entre o final de uma lactação e o início da lactação subsequente. No presente estudo observou-se que há uma pequena diminuição dos escores de hiperqueratose na extremidade dos tetos, entre uma lactação e a subsequente, sendo esta mais pronunciada nos tetos com hiperqueratose elevada ao final da lactação (Tabela 1 e 2). Entretanto, as vacas com lesão de hiperqueratose (escores 3 e 4) ao final de lactação, apresentaram uma média próxima a 2,7 para escore de hiperqueratose. Assim sendo, apesar da diminuição, as vacas com hiperqueratose na lactação anterior, continuavam com escores superiores a 2 na lactação seguinte (Figura 2), demonstrando que geralmente ocorre uma gradual resolução dos quadros de hiperqueratose durante o período seco.

De acordo com Neijenhuis et al., (2000) e Reinemann (2012) são várias as características do animal que se relacionam com a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em vacas leiteiras. Dentre essas características, observa-se que o número de partos é um importante fator na ocorrência de hiperqueratose. As vacas mais velhas podem apresentar maior ocorrência de hiperqueratose em função do efeito mais pronunciado do número de ordenhas durante a vida (MITEV et al., 2012; FONSECA et al., 2016). Os resultados deste estudo mostraram que vacas mais velhas apresentaram maior diminuição nos escores de hiperqueratose em relação as vacas de segunda lactação. Entretanto, as diferenças na dinâmica de hiperqueratose entre duas lactações

em vacas jovens e velhas (Tabela 1) são pouco relevantes para a saúde das extremidades das tetas.

Outro fator associado à ocorrência de hiperqueratose nos tetos é a produção de leite das vacas. Ocorre o aumento de quantidades significativas da produção de queratina em função de maior estímulo ocasionado pelo aumento do fluxo de leite que a arrasta através do canal do teto (MEIN et al., 2004). Observou-se que vacas com produção de leite mais elevada tendem a ter uma menor diminuição dos escores de hiperqueratose na subsequente lactação (Figura 1). As vacas com produção elevada ao início da lactação geralmente apresentam maior duração de ordenha (NEIJENHUIS et al., 2000). Ordenhas mais prolongadas tendem a afetar negativamente a saúde das extremidades dos tetos (GLEESON et al., 2007; BIRTEN e ALACAM, 2015; CÓRDOVA, 2016), o quais podem ser ocasionadas pelo maior colapso das teteiras maiores forças lineares aumentando a ocorrência de hiperqueratose (ZUCALI et al., 2008). Desta maneira, quanto mais longa é a duração de ordenha diária maior pode ser a probabilidade da presença de rugosidade na extremidade dos tetos em vacas leiteiras (BESIER et al., 2015).

## Conclusão

Ocorre resolução da hiperqueratose na extremidade dos tetos entre uma lactação e a subsequente. Entretanto, especialmente tetos com elevada hiperqueratose apresentam diminuição do escore de hiperqueratose, sendo esta melhora menos pronunciada em vacas de alta produção.

## Agradecimentos

A Associação Catarinense de Criadores de Bovinos (ACCB) e aos produtores participantes da pesquisa pela cooperação e contribuição com dados deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelos recursos financeiros.

### Referências bibliográficas

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil Clayton. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BESIER, J.; LIND, O.; BRUCKMAIER, R. M. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health – a literature review. **Journal of Applied Animal Research**, v. 2119, n. April, p. 1–10, 2015.
- BIRTEN, E. M. R. E.; ALAÇAM, E. The Occurrence of Teat Hyperkeratosis in Cows and Its Effect on Milk Somatic Cell. **Turkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1–6, 2015.
- BLOWEY, R.; EDMONDSON, P. **Mastitis Control in Dairy Herds**. 2 ed. ed. London: CAB international, 2010.
- BRADLEY, A.; GREEN, M. Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. **In Practice**, v. 27, n. 6, p. 310–315, 2005.
- BREEN, J. E.; GREEN, M. J.; BRADLEY, A. J. Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 6, p. 2551–61, 2009.
- CARDOZO, L. L.; THALER NETO, A.; SOUZA, G. N.; et al. Risk factors for the occurrence of new and chronic cases of subclinical mastitis in dairy herds in southern Brazil. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 11, p. 7675–85, 2015.
- CARNEIRO, D. M. V. F.; DOMINGUES, P. F.; VAZ, A. K. Imunidade inata da glândula mamária bovina: resposta à infecção. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1934–1943, 2009.

CERQUEIRA, J. L.; ARAÚJO, J. P.; SORENSEN, J. T.; NIZA-RIBEIRO, J. Alguns indicadores de avaliação de bem-estar em vacas leiteiras – revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 106, n. 351, p. 5–19, 2011.

CICCONI-HOGAN, K. M.; GAMROTH, M.; RICHERT, R.; et al. Associations of risk factors with somatic cell count in bulk tank milk on organic and conventional dairy farms in the United States. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 3689–3702, 2013.

CÓRDOVA, Helder de Arruda. **Produção e qualidade do leite, frequência de ordenha, profundidade de úbere e comportamento de vacas da raça holandesa em ordenha robótica**. 2016. 142 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), Lages, SC, 2016.

AFONSECA, L. H. M.; CUNHA, A. F. DA; SARAIVA, L. H. G.; COELHO, K. S.; NUNES, M. F. Influência da sujidade e hiperqueratose de tetos na ocorrência de mastite subclínica bovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 3, p. 233–237, 2016.

GLEESON, D. E.; MEANEY, W. J.; O'CALLAGHAN, E. J.; RATH, M. V. Effect of teat hyperkeratosis on somatic cell counts of dairy cows. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v. 2, p. 115–122, 2004.

GLEESON, D. E.; O'BRIEN, B.; BOYLE, L.; EARLEY, B. Effect of milking frequency and nutritional level on aspects of the health and welfare of dairy cows. **Animal: an international journal of animal bioscience**, v. 1, n. 1, p. 125–32, 2007a.

GLEESON, D. E.; O'BRIEN, B.; BOYLE, L.; EARLEY, B. Effect of milking frequency and nutritional level on aspects of the health and welfare of dairy cows. **Animal: an international journal of animal bioscience**, v. 1, n. 1, p. 125–32, 2007b.

MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; MORGAN, W. F. F.; et al. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver. *Anais....* p.347–351, 2001.

MEIN, G. A.; THOMPSON, P. D. Milking the 30,000-Pound Herd. *Journal of Dairy Science*, v. 76, n. 10, p. 3294–3300, 1993.

MEIN, G.; REINEMANN, D.; SCHURING, N.; OHNSTAD, I.; SHURING, N. Milking machines and mastitis risk: a storm in a teatcup. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Charlotte. USA. *Anais....* p.176–188, 2004.

MITEV, J. E.; GERGOVSKA, Z. I.; MITEVA, T. M. Effect of teat end hyperkeratosis on milk somatic cell counts in bulgarian black-and-white dairy cattle. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, v. 18, n. 3, p. 451–454, 2012.

NEIJENHUIS, F. **Teat condition in dairy cows.** 2004.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 83, n. 12, p. 2795–804, 2000.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, v. 84, n. 12, p. 2664–72, 2001.

NEIJENHUIS, F.; HILLERTON, J. E.; PAULRUD, C. O.; RASMUSSEN, M. D.; BAINES, J. R. Teat condition and mastitis. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Charlotte. USA. *Anais....* p.122–131, 2004.

OVIEDO-BOYSO, J.; VALDEZ-ALARCÓN, J. J.; CAJERO-JUÁREZ, M.; et al. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. *Journal of Infection*, v. 54, n. 4, p. 399–409, 2007.

PADUCH, J. H.; MOHR, E.; KRÖMKER, V. The association between teat end hyperkeratosis and teat canal microbial load in lactating dairy cattle. **Veterinary Microbiology**, v. 158, n. 3–4, p. 353–359, 2012.

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

RAINARD, P.; RIOLLET, C. Innate immunity of the bovine mammary gland Pascal. **Veterinary Research**, v. 37, p. 369–400, 2006.

REINEMANN, D. J. The smart position on teat condition. New Zealand Milk Quality Conference. Hamilton, New Zealand: Dairy NZ. **Anais....** p.124–131, 2012.

SANDRUCCI, A.; BAVA, L.; ZUCALI, M.; TAMBURINI, A. Management factors and cow traits influencing milk somatic cell counts and teat hyperkeratosis during different seasons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 9, p. 505–511, 2014.

SCHUKKEN, Y. H.; WILSON, D. J.; WELCOME, F.; GARRISON-TIKOFSKY, L.; GONZALEZ, R. N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Veterinary research**, v. 34, n. 5, p. 579–96, 2003.

SHEARN, M. F.; HILLERTON, J. E. Hyperkeratosis of the teat duct orifice in the dairy cow. **The Journal of Dairy Research**, v. 63, n. 4, p. 525–32, 1996.

ZUCALI, M.; REINEMANN, D. J.; TAMBURINI, A.; BADE, R. D. Effects of Liner Compression on Teat-End Hyperkeratosis. Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers. Providence, RI, USA. **Anais....** v. 29, 2008.



## 7 CAPÍTULO IV

### 7.1 RELAÇÃO DA HIPERQUERATOSE NA EXTREMIDADE DOS TETOS COM A SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA: ASPECTOS RELACIONADOS AOS ANIMAIS E INERENTES AO SISTEMA DE ORDENHA ROBOTIZADA

#### Resumo

Objetivou-se avaliar a relação da ocorrência da hiperqueratose na extremidade dos tetos com fatores relacionados à ordenha, aspectos fisiológicos das vacas, saúde da glândula mamária e profundidade do úbere em sistema de ordenha robotizada (SOR). O experimento foi realizado de março a junho de 2014, em Castro, Estado do Paraná, com vacas confinadas e ordenhadas automaticamente. Foram realizados dois estudos, sendo um para avaliar a relação da ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos com fatores relacionados à ordenha, e, especialmente com a saúde da glândula mamária e outro para avaliar a relação de fatores relacionados à ordenha, fatores fisiológicos das vacas, da saúde da glândula mamária e da profundidade do úbere com a ocorrência de hiperqueratose em SOR. Nestes estudos, foi avaliada a extremidade dos tetos das vacas em lactação para verificar as condições dos tetos, utilizando-se uma escala de 1 a 4. Para tal, um estudo avaliou a hiperqueratose individual de cada quarto mamário, enquanto que o outro estudo avaliou a relação da hiperqueratose média dos quartos do úbere. Para o primeiro estudo foram utilizados dados de 72 vacas Holandesas alojadas em sistema *free-stall*. Antes da coleta de dados, as vacas foram divididas em 4 grupos com base na condutividade elétrica (CE):  $\leq 4,6$ ,  $4,7\text{-}5,5$ ,  $5,6\text{-}6,4$  e  $\geq 6,5$  miliSiemens/cm (mS/cm). A CE, dias em leite (DEL), ordem de parto, duração e número de ordenhas, produção de leite e os dados de fluxo de leite foram obtidos eletronicamente durante a ordenha e a taxa entre quartos mamários (TEQ) foi calculada dividindo a CE do quarto mamário com a maior leitura pela média dos dois quartos mamários com a CE mais baixa. No segundo estudo foram colhidos dados de 20 vacas da raça Holandesa, por cada visita técnica. A profundidade do úbere em relação ao jarrete foi classificada em 1 - úbere profundo a 4 - raso. Os dados foram avaliados através de técnicas de análise multivariada, utilizando-se o pacote estatístico SAS. Na análise multivariada foi observada que a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos nas vacas apresenta relação positiva com o aumento da CE e com a TEQ, além da presença de patógenos. Vacas com duração de ordenha mais longa e com maior número de ordenhas diárias apresentam maior escore de hiperqueratose. Vacas com úberes mais profundos apresentam menores escore médio de hiperqueratose e intervalos de ordenha maiores.

**Palavras chaves:** Condutividade elétrica, Mastite, Sistema de ordenha voluntária, Saúde da glândula mamária.

**RELATIONSHIP OF TEAT END HYPERKERATOSIS WITH MAMMARY GLAND  
HEALTH: ASPECTS RELATED TO THE ANIMALS AND INHERENT TO THE  
AUTOMATIC MILKING SYSTEM**

**Abstract**

The objective of this study was to evaluate the relationship between the occurrence of teat end hyperkeratosis with factors related to milking, physiological aspects of cows, mammary gland health and udder depth in a automatic milking system (AMS). The experiment was carried out from March to June 2014, in Castro, State of Parana, with cows confined and milked automatically. Two studies were carried out, one of which was to evaluate the relationship between the occurrence of teat end hyperkeratosis with factors related to milking, and especially the mammary gland health and another to evaluate the relation of factors related to milking, physiological factors of cows, mammary gland health and the udder depth with the occurrence of hyperkeratosis in AMS. In these studies, the teat end of all lactating cows were evaluated to assess the condition of the teat using a scale of 1 to 4. For this purpose, one study evaluated the individual hyperkeratosis of each mammary quarters, while the other study evaluated the relationship of the mean hyperkeratosis of the udder quarters. For the first study, data from 72 Holstein cows housed in a free-stall system were used. Before data collection, the cows were divided into 4 groups based on the electrical conductivity (EC):  $\leq 4.6$ , 4.7-5.5, 5.6-6.4 and  $\geq 6.5$  milliSiemens /cm (mS/cm). The EC, days in milk (DEL), parity, duration and number of milking, milk production and milk flow data were obtained electronically during milking and the inter-quarter ratio (IQR) was calculated by dividing the EC of the mammary quarters with the highest average reading of the two mammary quarters s with the lowest EC. In the second study, data were collected from 20 Holstein cows for each technical visit. The udder depth relative to the hock was classified as 1 - udder deep to 4 - shallow. The data were evaluated using multivariate analysis techniques, using the statistical package SAS. In the multivariate analysis it was observed that the occurrence of teat end hyperkeratosis in the cows presented a positive relation with the increase of EC and with the IQR, in addition to the presence of pathogens. Cows with longer milking duration and higher daily milking had a higher hyperkeratosis score. Cows with deeper udders had lower mean score of hyperkeratosis and larger milking intervals.

**Key words:** Electrical conductivity, Mastitis, Automatic milking system, Mammary gland health.

**Introdução**

A manutenção da integridade dos tetos é uma condição importante para o sucesso no controle das infecções intramamárias (IIM), já que a extremidade dos tetos é considerada a primeira barreira para impedir a ocorrência de novas IIM (GLEESON et al., 2004; MITEV et al., 2012). A ocorrência de hiperqueratose é uma das principais alterações na extremidade dos tetos, a

qual é caracterizada por uma hiperplasia do extrato córneo do esfínter do teto. Entre alguns fatores que podem estar associados à ocorrência de hiperqueratose estão a duração da lactação, a falta de manutenção e regulagem dos equipamentos de ordenha, a produção de leite, o tempo de ordenha e o fluxo de leite e a sobreordenha (EDWARDS et al., 2013; STERRETT et al., 2013; ROSE-MEIERHÖFER et al., 2014).

A introdução de sistemas de ordenha robótica (SOR) nas propriedades leiteiras vêm aumentando em diversos países (de KONING, 2010). Os fatores citados na utilização da ordenha robótica incluem o incremento da produtividade (SPERONI et al., 2006; SVENNERSTEN-SJAUNJA e PETTERSSON, 2008; STEENEVELD et al., 2015), principalmente, devido ao aumento da frequência diária de ordenha. Tópicos sobre a influência do SOR no bem-estar animal também têm sido relatados por alguns autores (PIRLO et al., 2005; JACOBS e SIEGFORD, 2012). Cerqueira et al. (2011) reportaram a utilização de indicadores comportamentais, de saúde e do manejo dos animais, em SOR, como ferramenta muito valiosa para o manejo dos rebanhos. A detecção eletrônica do número de passos do animal durante a ordenha fornece informações gráficas que permitem identificar as mudanças comportamentais dos animais (PASTELL et al., 2006). Vacas com claudicações reduzem o número voluntário de ordenhas por dia (KLAAS et al., 2003; MIGUEL-PACHECO et al., 2014).

Entretanto, mudanças no manejo, incluindo a frequência e os intervalos entre ordenhas muito curtos, podem afetar as condições da saúde da glândula mamária, aumentando a probabilidade de IIM (KONING et al., 2009; HOVINEN e PYÖRÄLÄ, 2011). Pouco se sabe, ainda, das respostas das vacas e dos tetos ao SOR ou dos efeitos de transição de ordenha convencional para ordenha robótica (JACOBS e SIEGFORD, 2012). Alguns sistemas prevêem a possibilidade de pulsação para cada quarto mamário, o que pode representar uma oportunidade para determinar as configurações adequadas para quartos individualmente (RASMUSSEN, 1993; HOGEVEEN et al., 2000). Esta possibilidade pode reduzir o tempo de ordenha e a pulsação para cada quarto mamário, especialmente, no final da ordenha quando o fluxo de leite é reduzido, aumentando a manutenção da condição adequada dos tetos (NEIJENHUIS ET AL., 2000).

O SOR pode apresentar efeitos benéficos para boa condição dos tetos, mas podem existir riscos desconhecidos e o nível destes riscos podem variar com as condições de funcionamento do sistema de ordenha e da gestão do rebanho (NEIJENHUIS e HILLERTON, 2002). Berglund et al. (2002) citam que ordenhar 4 vezes/dia afeta negativamente a condição dos tetos, pois o curto

período de tempo afeta a recuperação dos tetos em relação a ordenha anterior. Para Zecconi et al. (2004), a ordenha no SOR poderia diminuir alguns dos possíveis efeitos negativos da ordenha convencional como a sobreordenha. No entanto, o aumento da frequência de ordenha e, portanto, a exposição mais frequente do teto ao equipamento de ordenha poderia ter efeitos negativos sobre a pele dos tetos.

Por outro lado, a uniformidade da conformação do úbere é uma característica importante para um bom funcionamento do SOR. Enquanto a maioria dos fatores associados com o manejo do rebanho são abordados através da introdução de boas medidas de gestão, faz-se necessária a seleção de vacas leiteiras com boa conformação do úbere (NASH et al., 2003). A classificação da conformação para profundidade do úbere nas propriedades leiteiras permite quantificar a distância do piso do úbere, e consequentemente a extremidade dos tetos, ao chão (CAMPOS, 2012). Para as vacas ordenhadas em sistemas automáticos de ordenha, características como a forma e o tamanho do úbere e a colocação dos tetos são características muito importantes (CARLSTRÖM, 2014). Vacas com úberes pendulosos podem apresentar tetos mais sujos devido à proximidade com o piso (DEVRIES et al., 2012), o que pode levar ao aumento das IIM (SLETTBAKK et al., 1990).

Contudo, estes são alguns assuntos ainda em discussão e que necessitam de estudos mais aprofundados. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação da ocorrência da hiperqueratose na extremidade dos tetos com fatores relacionados à ordenha, aspectos fisiológicos das vacas, saúde da glândula mamária e profundidade do úbere em sistema de ordenha robotizada.

## **Material e métodos**

O experimento foi desenvolvido em uma propriedade com sistema de ordenha robotizada (SOR) localizada no município de Castro, Estado do Paraná, Sul do Brasil ( $24^{\circ}47'10''$  de latitude sul e  $49^{\circ}50'57''$  de longitude oeste e 988 m de altitude), no período de março a junho de 2014, totalizando quatro avaliações.

Foram realizados dois estudos, sendo um para avaliar a relação da ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos com fatores relacionados à ordenha, e, especialmente com a saúde da glândula mamária. O outro estudo visou avaliar a relação de fatores relacionados

à ordenha, fatores fisiológicos das vacas, da saúde da glândula mamária e da profundidade do úbere com a ocorrência de hiperqueratose em SOR. Para tal, o primeiro estudo avaliou a hiperqueratose individual de cada quarto mamário e suas consequências sobre a saúde da glândula mamária, enquanto que o segundo estudo avaliou a relação da hiperqueratose média dos quartos do úbere com os atributos das vacas.

No estudo em quartos individuais as vacas foram agrupadas de acordo com a condutividade elétrica (CE) sendo coletados dados de 72 vacas da raça Holandesa, 22 primíparas e 50 multíparas, alojadas em sistema *free-stall* e ordenhas automaticamente. Os dados foram coletados de 18 vacas a cada mês em um quarto mamário por vaca.

Primeiramente as vacas foram divididas em quatro grupos baseados na CE do quarto mamário avaliado (CE:  $\leq 4,6$ ; 4,7-5,5; 5,6-6,4; e  $\geq 6,5$  mS/cm), no estágio de lactação e na ordem de parto. As escolhas das vacas e quartos mamários foram baseadas em dados da ordenha anterior, incluindo ordem de lactação, dias em leite (DEL) e CE, que foram registradas no software de gerenciamento (DelPro<sup>TM</sup>, DeLaval, Tumba, Suécia) do *Voluntary Milking System* (VMST<sup>TM</sup>, DeLaval, Tumba, Suécia). Para diminuir o efeito da vaca, a partir dos quartos mamários não avaliados, pelo menos um quarto mamário deveria apresentar CE diferente do grupo para o qual a vaca foi classificada. No momento das avaliações, as vacas tinham uma média de  $2,1 \pm 1,1$  lactações, tinham  $138,2 \pm 99,3$  dias no leite, foram ordenadas  $2,3 \pm 0,7$  vezes por dia e produziram  $32,0 \pm 12,4$  kg de leite por dia.

A CE, DEL, ordem de parto, duração e número de ordenhas, produção de leite e os dados de fluxo de leite foram obtidos eletronicamente durante a ordenha, usando sensores incorporados na linha do leite. A taxa entre quartos mamários (TEQ) foi calculada dividindo a CE do quarto mamário com a maior leitura pela média dos dois quartos mamários com a CE mais baixa (FERNANDO et al., 1982). Esses dados foram processados pelo *DelPro<sup>TM</sup>* e armazenados digitalmente.

Amostras de leite foram coletadas de todos os quartos mamários que exibiram  $CE > 4,6$  mS/cm antes da ordenha, e pontuação no *California Mastitis Test* (CMT) maior do que uma cruz (+) em quartos mamários com CE abaixo de 4,6 mS/cm, para cultura microbiana e contagem de células somáticas (CCS). O CMT foi realizado antes da coleta de leite para cultivo microbiológico, descartando os primeiros três jatos de leite. Para a determinação da CCS, foram coletadas amostras de leite composto (início, meio e final da ordenha) dos quartos mamários

selecionados. As coletas de leite para análise de CCS foram realizadas interrompendo as atividades da ordenha robótica, com a finalidade de obter amostra mais representativa. Após as coletas estas amostras foram acondicionadas em frascos-padrão para coleta contendo o conservante Bronopol®, sendo encaminhadas ao Laboratório da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), Curitiba, Paraná, para análise através de metodologia por citometria de fluxo em equipamento Bentley 2000™ (Bentley Instruments Inc. Chasca, MN, USA), seguindo as recomendações da *International Dairy Federation* (IDF) 141 C.

A avaliação da hiperqueratose foi feita conforme a metodologia desenvolvida por Mein et al. (2001) com escores variando de 1 (extremidade do teto sem anel) a 4 (extremidade do teto com bastante anel rugoso). Para este estudo foi considerado como unidade experimental o valor do escore de apenas um quarto mamário.

A cultura microbiológica foi realizada pelo laboratório Labvet, no município de Carambeí, Paraná, de acordo com as normas estabelecidas pelo *National Mastitis Council* (2004) para amostragem e análise microbiológica do leite. O leite para análise microbiológica foi coletado em frascos estéreis, sendo os primeiros três jatos descartados antes da coleta. A desinfecção da extremidade dos tetos foi realizada com álcool 70%. Após a coleta os frascos eram devidamente identificados, sendo armazenadas em caixa térmicas com gelo reciclável. Para cada amostra, foram espalhados 10 µL numa placa de ágar sangue esterilizado com uma alça, depois incubados durante 24-72 horas a 36 °C. As bactérias Gram-positivas (G<sup>+</sup>) e Gram-negativas (G<sup>-</sup>) foram distinguidas através de hidróxido de potássio a 3%. O método de coloração de Gram foi utilizado para determinar a morfologia das colônias e identificar os microrganismos. A identificação dos cocos G<sup>+</sup> foi baseada na morfologia das colônias, no teste da catalase, na coagulase, nos padrões de hemólise, na reação da esculina, hipurato de sódio e no crescimento do caldo de infusão cardíaca cerebral (BHI). A identificação de patógenos G<sup>-</sup> baseou-se em características das colônias e reação de lactose, utilização de citrato, desenvolvimento de motilidade, reação de oxidase e a reação de inclinação tripla de ferro.

No estudo com escore médio de hiperqueratose as vacas foram agrupadas de acordo com a profundidade do úbere. Foram colhidos dados de 80 vacas da raça Holandesa, sendo 20 em cada visita técnica, 8 primíparas e 12 multíparas, alojadas em sistema *free-stall* e ordenhadas automaticamente, as quais foram distribuídas em quatro blocos de cinco animais (2 primíparas e 3 multíparas) de acordo com a profundidade do úbere em relação ao jarrete (1 - úbere profundo, 2

- normal, 3 - pequeno e 4 - raso) e dias em lactação. Informações de paridade e DEL para a formação dos blocos foram obtidos do software de gerenciamento DelPro™, do sistema de ordenha voluntária. A profundidade do piso do úbere em relação ao jarrete foi avaliada antes da ordenha, conforme metodologia descrita por Klaas et al. (2005), sendo úbere raso aquele com piso do úbere acima da metade da distância entre o nível do jarrete e a prega do flanco; pequeno aquele acima do jarrete e abaixo da metade da distância entre a prega do flanco e o jarrete; intermediário aquele com altura ao nível do jarrete e profundo abaixo do nível do jarrete.

Foi avaliada a severidade da hiperqueratose, por meio de escore visual, de acordo com metodologia descrita por Mein et al. (2001). A partir do escore de hiperqueratose, foi calculado o escore médio de hiperqueratose dos quatro tetos de cada vaca.

No início das avaliações as vacas apresentavam em média  $1,7 \pm 0,65$  partos, estavam com DEL de  $131,6 \pm 63,42$  dias, foram ordenhadas  $2,4 \pm 0,44$  vezes ao dia e produziam  $38,8 \pm 9,69$  kg de leite/dia. Na coleta de dados foram consideradas as médias de sete dias para as variáveis produção de leite e número de ordenhas diárias registradas pelo *software* de gerenciamento DelPro™ e colhidos mensalmente, por quatro meses, na semana da realização do controle leiteiro oficial. Os dados referentes à CCS do leite foram obtidos a partir de relatórios do controle leiteiro oficial.

Em ambos os estudos os dados foram avaliados através de técnicas de análise multivariada (análise fatorial), utilizando-se o pacote estatístico SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC), sendo previamente padronizados pelo procedimento STANDARD. Os dados de CCS foram transformados em escore de células somáticas ( $ECS = \log_2( CCS / 100 ) + 3$ ) (ALI e SHOOK, 1980). A análise fatorial foi utilizada para avaliar a relação entre as variáveis, visando reduzir o conjunto original de variáveis em um número menor de fatores, compondo cada fator pelas variáveis mais relacionadas entre si. A análise fatorial foi realizada pelo procedimento FACTOR, sendo a adequacidade do modelo utilizou-se a medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin. As variáveis foram selecionadas para compor cada fator, pelas suas comunidades que representam as proporções da variação das variáveis originais que são explicadas pelo fator comum. O número de fatores foi definido pelo autovalor, sendo considerados todos os fatores com autovalores superiores a um. As cargas fatoriais foram consideradas significativas a partir de 0,4 e foi utilizada a rotação Promax.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina, conforme protocolo 1.64.13.

## Resultados

Os valores médios e a dispersão dos indicadores de produção e os parâmetros utilizados para avaliar a saúde da glândula mamária (CE, CCS, ECS, CMT, TEQ e Cultura microbiológica) e hiperqueratose são mostrados na Tabela 1. Em relação a condição da extremidade dos tetos observou-se que 42,8% dos quartos mamários apresentaram algum grau de hiperqueratose (escore 3 ou 4).

Tabela 1 – Análise descritiva da produção e composição do leite e indicadores de saúde da glândula mamária.

Variável explanatória	Unidade	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Produção de leite	Kg/dia	32,00	12,40	7,80	68,31
Fluxo de leite	Kg/min	1,70	0,67	0,48	3,07
Ordem de parto	Escore	2,10	1,08	1,00	6,00
Duração da ordenha	Segundos	450,38	85,55	279,00	739,00
Número de ordenhas	Dia	2,48	0,72	1,00	5,00
Intervalo entre ordenhas	Minutos	610,20	96,15	384,00	810,00
CE <sup>(1)</sup>	mS/cm	5,60	0,98	4,20	8,10
ECS <sup>(2)</sup>	Log2	4,31	3,50	-1,06	9,57
TEQ <sup>(3)</sup>	Escore	1,14	0,12	1,01	1,60
Cultura microbiológica <sup>(4)</sup>	Escore	0,50	0,50	0,00	1,00
Escore de hiperqueratose <sup>(5)</sup>	Escore	2,27	1,10	1,00	4,00
Número de coices	Escore	0,10	0,12	0,00	0,64
Profundidade do úbere <sup>(6)</sup>	Escore	2,50	1,12	1,00	4,00

<sup>(1)</sup>Condutividade elétrica.

<sup>(2)</sup>Escore de células somáticas = log2 (contagem de células somáticas / 100) + 3.

<sup>(3)</sup> Taxa entre quartos mamários = quarto mamário com a CE mais alta dividido pela média dos dois quartos com a menor CE.

<sup>(4)</sup> 0 – Crescimento positivo de patógenos e 1 – Crescimento negativo de patógenos.

<sup>(5)</sup> 1 – Extremidade sem formação de anel; 2 – Extremidade com pequena formação de anel; 3 – Extremidade com formação de anel rugoso; 4 – Extremidade com presença de anel rugoso.

<sup>(6)</sup> 1 – Úbere profundo, 2 – Normal, 3 – Pequeno e 4 – Raso.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Na análise fatorial referente ao estudo com a relação da hiperqueratose com a saúde dos quartos mamários individuais os três principais fatores envolvendo as variáveis de produção de

leite, fluxo de leite, indicadores de mastite, resultados da análise microbiológica para identificação de patógenos e o escore de hiperqueratose explicaram 53,4% da variabilidade nos dados (Tabela 2).

Tabela 2 – Cargas fatoriais, communalidades e percentual de variância referentes a produção de leite, indicadores da saúde da glândula mamária, características da ordenha e cultura microbiológica.

<b>Variáveis explanatórias</b>	<b>Fatores *</b>			<b>Comunalidades</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
CE (mS/cm) <sup>(1)</sup>	<b>0,82237</b>	0,19193	-0,08717	77,1
TEQ <sup>(2)</sup>	<b>0,78949</b>	-0,35602	-0,02669	67,7
Cultura microbiológica <sup>(3)</sup>	<b>0,78698</b>	0,02922	-0,14532	65,6
Número de partos	0,16866	<b>0,85498</b>	0,09746	78,0
Fluxo de leite (Kg/min)	-0,22037	<b>0,75806</b>	-0,29188	72,6
Duração da ordenha (seg)	-0,25753	-0,00214	<b>0,71379</b>	59,0
Número de ordenhas (dia)	-0,0092	-0,13705	<b>0,66912</b>	49,0
Escore de hiperqueratose <sup>(4)</sup>	<b>0,44943</b>	0,28307	<b>0,45474</b>	47,0
<b>% Variância</b>	<b>23,0</b>	<b>16,7</b>	<b>13,7</b>	

\* Fatores: 1 – Indicadores da saúde da glândula mamária; 2 – Produção de leite; 3 – Características da ordenha.

<sup>(1)</sup> Condutividade elétrica.

<sup>(2)</sup> Taxa entre quartos mamários = quarto mamário com a CE mais alta dividido pela média dos dois quartos com a menor CE.

<sup>(3)</sup> 0 – Cultura negativa e 1 – Cultura positiva.

<sup>(4)</sup> 1 – Extremidade sem formação de anel; 2 – Extremidade com pequena formação de anel; 3 – Extremidade com formação de anel rugoso; 4 – Extremidade com presença de anel rugoso.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O fator 1 é representado pela relação positiva entre as variáveis explanatórias relacionados aos indicadores de saúde da glândula mamária (CE, TEQ e Escore de hiperqueratose) e cultura microbiológica, explicando 23% da variação na análise factorial (Tabela 2). Neste caso, o escore de hiperqueratose dos tetos foi associado com todos os indicadores da saúde da glândula mamária e com o resultado positivo da cultura microbiológica.

O fator 2 explicou 16,7% da variação na análise factorial (Tabela 2), e foi associado apenas com as características de produção de leite (número de partos e fluxo de leite). Desta forma, os animais com idade mais avançada tendem a apresentarem maior produção de leite e, consequentemente, maior fluxo de leite.

O fator 3, denominado características de ordenha, explicou 13,7% da variação na análise factorial (Tabela 2), relacionou positivamente as variáveis explanatórias duração da ordenha,

número de ordenhas e escore de hiperqueratose. Portanto, os animais que apresentaram maior duração e frequência diária de ordenha apresentaram escore de hiperqueratose mais elevado.

Em 59,2% das amostras colhidas houve crescimento bacteriano. Em 74,2% destes casos, os patógenos maiores foram implicados destacando-se o *Bacillus* spp. com 22,6%, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae* e *Streptococcus* spp. ambos com 12,9% e *Escherichia coli* com 6,45% do total de quartos mamários infectados. Com relação aos patógenos menores, houve alta prevalência de *Staphylococcus* coagulase-negativos (SCN), que foram detectados em 16,1% do número total de quartos infectados.

Na análise fatorial do estudo com o escore médio de hiperqueratose e sua relação com a profundidade do úbere, os três principais fatores envolvendo as variáveis explanatórias referentes as características da ordenha, aos indicadores da saúde glândula mamária e as características dos animais explicaram 53,7% da variabilidade nos dados (Tabela 3).

Tabela 3 – Cargas fatoriais, communalidades e percentual de variância referentes a produção de leite, características da ordenha, indicadores da saúde da glândula mamária e profundidade do úbere.

Variáveis explanatórias	Fator*			Comunalidades
	1	2	3	
Duração da ordenha (seg)	<b>0.74427</b>	-0.04689	0.36287	67,3
Número de coices <sup>(1)</sup>	<b>0.67295</b>	0.07186	-0.24363	52,4
Fluxo de leite (Kg/min)	<b>-0.79266</b>	0.00989	0.03690	63,2
ECS <sup>(2)</sup>	0.38575	<b>0.77615</b>	0.02492	72,8
CE (mS/cm) <sup>(3)</sup>	-0.01756	<b>0.74680</b>	-0.32204	66,1
Ordem de parto	-0.28815	<b>0.68456</b>	0.21708	61,9
Profundidade do úbere <sup>(4)</sup>	-0.04477	0.34919	<b>0.74483</b>	68,4
EMH <sup>(5)</sup>	0.20186	-0.30681	<b>0.40308</b>	29,6
Intervalo entre ordenhas	0.07228	0.18111	<b>-0.72120</b>	56,0
<b>% Variância</b>	<b>19,4</b>	<b>18,8</b>	<b>15,5</b>	

\* Fator: 1 – Características da ordenha; 2 – Indicadores da saúde glândula mamária; 3 – Características dos animais.

<sup>(1)</sup> Número de coices efetuados durante a ordenha; <sup>(2)</sup> Escore de células somáticas = log2 (contagem de células somáticas / 100) + 3; <sup>(3)</sup> Condutividade elétrica; <sup>(4)</sup> 1 – Úbere profundo, 2 – Normal, 3 – Pequeno e 4 – Raso; <sup>(5)</sup> Escore médio de hiperqueratose.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O fator 1 explicou 19,4% da análise factorial e corresponde às características de ordenha e o número de coices. Observou-se uma relação positiva entre as variáveis número de coices e duração da ordenha, sendo estas contrárias ao fluxo de leite. Desta forma, os animais com fluxos menores de leite possuem duração de ordenha mais prolongada com maiores números de coices. O fator 2 envolveu variáveis relacionadas com os indicadores da saúde da glândula mamária e explicou 18,8% da variação da análise factorial. Observou-se relação positiva entre as variáveis explanatórias ECS, ordem de parto e CE. Neste caso os animais com idade mais avançada possuem valores mais elevados tanto do ECS como também da CE. Já o fator 3 explicou 16,1% da variação da análise, sendo formado pelas variáveis explanatórias intervalo entre ordenhas, profundidade do úbere e o EMH. Neste fator foi possível observar uma relação positiva entre o EMH e a profundidade, sendo estas contrárias ao intervalo de ordenhas. Assim, as vacas que com úberes mais rasos possuem escore médio de hiperqueratose na extremidade dos tetos maiores com menor intervalo entre as ordenhas (Tabela 3).

## Discussão

A relação entre as variáveis do fator 1 (Tabela 2) mostra que houve uma relação positiva entre a ocorrência de hiperqueratose e os indicadores de saúde da glândula mamária. Em geral, os resultados do presente estudo mostram que os tetos com maiores escores de hiperqueratose foram relacionados com a presença de patógenos detectados via cultura microbiológica (Tabela 2), concordando com as afirmações de Bhutto et al. (2010). A presença de lesões nos tetos é também considerada como fator de risco importante para a ocorrência de IIM (CHEGINI et al., 2016; FONSECA et al., 2016), assim como pelos resultados do presente trabalho. Desta maneira, a adequada condição da extremidade dos tetos favorece a prevenção das IIM (CARDOZO et al., 2015), visto que, a presença de uma maior rugosidade na extremidade dos tetos aumenta o alojamento das bactérias nas estruturas de queratina e reduz a eficiência da desinfecção dos tetos (NEIJENHUIS et al., 2001). O aumento da colonização de agentes patogênicos é favorecido pela presença de hiperqueratose (NEIJENHUIS et al., 2000), ocasionadas pela perda de proteção da extremidade dos tetos (SIEBER e FARNSWORTH, 1981; GLEESON et al., 2004). O escore de hiperqueratose na extremidade dos tetos das vacas influenciam o risco de mastite por alguns

patógenos causadores de infecções intramamárias, especialmente por *Escherichia coli* em comparação com o *Streptococcus uberis* (BREEN et al., 2009; PADUCH et al., 2012).

A CE é um dos mais utilizados indicadores de IIM nos SOR (HOVINEN, 2009). A CE do leite é um indicador que dependente de muitos fatores relacionados, tanto com as vacas como com os rebanhos (HAMANN e ZECCONI, 1998). No presente trabalho foi possível observar a relação entre a CE com a ordem de parto e o ECS (Tabela 3). De acordo com Riekerink et al. (2007), fatores como a ordem de parto são determinantes para a ocorrência de IIM. Esse aumento pode ser explicado parcialmente pelo fato de que vacas com idade mais avançada têm maior oportunidade de exposição a agentes causadores de mastite. Além disto, animais com número de parto mais elevado tendem a sofrer lesões mais permanentes na glândula mamária ao longo das lactações, o que resulta em infecções mais prolongadas e maior prejuízo para os tecidos (COLDEBELLA et al., 2004). Dentre outros indicadores de saúde da glândula mamária, a taxa entre quartos mamários (TEQ) também tem sido utilizada como estratégia para identificar os quartos mamários infectados em SOR (NIELEN et al., 1992). No presente trabalho foi possível observar uma relação altamente positiva entre a TEQ com a CE e com a cultura microbiológica (Tabela 2), assim como mencionado por Norberg et al., (2004), os quais demonstraram que a TEQ pode ser um grande indicador para IIM. Para Hamann e Zecconi (1998), este indicador possibilita eliminar a variação da raça e paridade da vaca, do intervalo de ordenha e estágio de lactação, além da composição do leite.

A presença de patógenos, conforme o resultado da cultura microbiológica, no presente estudo foi associada com a condutividade elétrica (Tabela 2). Pyörälä (2003) relatou que os quartos mamários infectados com *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus dysgalactiae* possuem valores de CE inferiores aos dos quartos infectados com estreptococos ambientais. Infecções causadas por patógenos menores, normalmente, induzem respostas de CCS menos intensas do que os agentes patogênicos maiores (BARKEMA et al., 1999; SCHUKKEN et al., 2003). Patógenos menores induzem resultados com alto número de resultados falso negativos (JASHARI et al., 2016). No presente estudo, foi observado que em 74,2% dos resultados de cultura microbiológica houve o crescimento de patógenos maiores. Dentre os quartos mamários infectados, os principais patógenos maiores isolados em amostras de leite coletadas foram *S. aureus*, *S. dysgalactiae* e *Streptococcus* spp. Menores patógenos foram definidos como SCN, *Bacillus* spp., e *Corynebacterium bovis*. Para Norberg (2005), podem ocorrer uma série de

mudanças no aumento na CE de acordo com diferentes agentes patogênicos. Quartos mamários com mastite subclínica infectados com *S. aureus* apresentaram valores aumentados de CE reportado por Woolford et al. (1998).

O fator 2 (Tabela 2) foi formado por apenas duas variáveis explanatórias relacionadas as características dos animais, onde as vacas com maior número de partos apresentaram maiores valores de fluxo de leite. Strapák et al. (2009) também observaram maior taxa de fluxo de leite na ordenha em vacas com idade mais avançada, principalmente, como resultado da maior produção de leite, relacionada ao crescimento mamário (REECE, 2007) e também em função da maior capacidade corporal, resultando numa maior ingestão de alimentos (MATTOS, 2004).

O escore de hiperqueratose na extremidade dos tetos poderá estar diretamente relacionado com práticas específicas de ordenha. No fator 3 (Tabela 2) foi possível observar uma relação bastante evidente entre a ocorrência de hiperqueratose com o número e duração de ordenha. De acordo com Berglund et al. (2002), o aumento do número de ordenhas pode influenciar a qualidade da extremidade dos tetos. Há uma maior ocorrência de lesões no teto em função do tempo total da ordenha, em função da maior exposição dos tetos frente a ordenhadeira (MEIN e THOMPSON, 1993). Hamali et al. (2008) reportaram que o aumento na frequência de ordenha aumentou o escore de hiperqueratose. Ainda no mesmo fator, foi observado a relação da hiperqueratose com a duração de ordenha. Gleeson et al. (2007), sugerem que prolongadas ordenhas podem resultar em tetos mais susceptíveis a ocorrência de hiperqueratose. Alguns sistemas prevêem a possibilidade de pulsação para cada quarto mamário o que pode representar uma oportunidade para determinar as configurações adequadas para quartos individualmente (HOVINEN, 2009).

Por outro lado, curtos intervalos de ordenha levam à queda de taxa de fluxo do leite ocasionado maior duração da ordenha (HOGEEVEEN et al., 2001). O tempo total de ordenha pode influenciar a saúde do úbere, ocasionando dano de teto e risco de invasão bacteriana durante e depois da ordenha (MOLLENHORST et al., 2011). Ordenhas com intervalos reduzidos deixam menos tempo para a recuperação dos tecidos dos tetos (RASMUSSEN et al., 2001), o que leva ao acúmulo de dano, especialmente, com curto intervalos de ordenhas em SOR (NEIJENHUIS et al., 2001), concordando com os dados do presente estudo, com diminuição do EMH em função do aumento de intervalo de ordenhas (Fator 3, Tabela 3). Conforme Løvendahl e Chagunda (2011) pode-se, parcialmente, atribuir a grande variação observada nos intervalos de ordenha, em

ordenhas robotizadas, a fatores como os efeitos individuais de cada vaca e o estágio de lactação. No presente trabalho, observou-se que com o avanço do período de lactação ocorre o aumento do intervalo entre as ordenhas (Fator 3, Tabela 3). Quando a produção de leite é baixa, como no final da lactação, o intervalo desde o início da estimulação do teto até o início da ejeção do leite é maior em comparação quando a produção é alta (Bruckmaier e Hilger, 2001), levando a intervalos de ordenha mais longos em estágio de lactação mais avançado.

Outro indicador importante refere-se ao comportamento das vacas leiteiras durante a ordenha como resposta à manipulação. Rousing et al. (2004) reportaram que uma elevada quantidade de coices efetuados durante o processo de ordenha pode resultar da dor ou desconforto causado por lesões nos tetos. A frequência de coices de uma vaca pode ser usado para avaliar o bem-estar animal (PASTELL et al., 2006). As frequências de coices são mais altas em SOR principalmente no final da ordenha, quando os insufladores são desacoplados (JACOBS e SIEGFORD, 2012b). Isto, provavelmente, ocorre pelo desconforto devido ao baixo fluxo de leite e pressão do sistema de vácuo, conforme reportado por Cerqueira (2013). No presente estudo foi observado que o aumento na frequência de coices relacionou-se a ordenhas com duração mais longa e com baixo fluxo de leite (Fator 2, Tabela 3).

Uma das variáveis explanatórias que afetam a oportunidade de contaminação dos tetos das vacas é a conformação da glândula mamária, a qual aumenta, consideravelmente, a ocorrência de IIM, como demonstrado por diversos autores (Nash et al., 2000, 2003), assim como pelos resultados do presente trabalho (Fator 1, Tabela 3). Vacas com úberes mais profundos apresentam risco mais elevado de novas IIM e de infecções crônicas (CARDOZO et al., 2015). No SOR a conformação da glândula mamária da vaca, em especial a profundidade do úbere são fundamentais, pois poderá haver dificuldade na colocação das teteiras em vacas com úberes profundos (CARLSTRÖM, 2014). De acordo com esses autores, os resultados demonstraram que o aumento na duração da ordenha está geneticamente associada ao formato do úbere, ou seja, úberes rasos, tendem a ter maior velocidade de ordenha. Vacas com conformação de úbere inadequada tendem a dificultar a entrada na estação de ordenha (Gygax et al. 2007), o que poderia levar ao aumento no intervalo de ordenha. A seleção de úberes mais altos em relação ao jarrete ajuda a reduzir ou eliminar respostas indesejáveis, correlacionadas com o trabalho de ordenha e mastite, quando associada com a seleção para aumento na produção de leite (ROGERS, 1993). Por outro lado, foi observado que úberes mais profundos apresentaram menor

escore médio de hiperqueratose na extremidade do teto (Fator 3, Tabela 3). As características individuais anatômicas da conformação do úbere podem explicar em parte as características de condição dos tetos. Provavelmente, por que vacas com úberes rasos podem representar menor potencial para a produção de leite.

### Conclusão

Em sistemas de ordenha robótica a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos das vacas está relacionada com aumento da ocorrência de infecções intramamárias, indicadas tanto por elevação na condutividade elétrica (CE), como pela taxa entre quartos mamários (TEQ), e pela presença de bactérias patogênicas.

Vacas com duração de ordenha mais longa e com maior número de ordenhas diárias apresentam maior escore de hiperqueratose.

Vacas com úberes mais profundos apresentam maiores valores de CE e de escore de células somáticas, assim como, com maior número de partos.

Vacas com úberes mais profundos apresentam menores escore médio de hiperqueratose e intervalos de ordenha maiores.

### Referências bibliográficas

ALI, A. K. A.; SHOOK, G. E. An Optimum Transformation for Somatic Cell Concentration in Milk. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 3, p. 487–490, 1980.

BAKKEN, G. Relationships between Udder and Teat Morphology, Mastitis and Milk Production in Norwegian Red Cattle. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 31, n. 4, p. 438–444, 1981.

BARKEMA, H. W.; DELUYKER, H. A.; SCHUKKEN, Y. H.; LAM, T. J. G. M. Quarter-milk somatic cell count at calving and at the first six milkings after calving. **Preventive veterinary medicine**, v. 38, p. 1–9, 1999.

BARKEMA, H. W.; SCHUKKEN, Y. H.; LAM, T. J.; et al. Management practices associated with low, medium, and high somatic cell counts in bulk milk. **Journal of dairy science**, v. 81, n. 7, p. 1917–1927, 1998.

BERGLUND, I.; PETTERSSON, G.; SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. Automatic milking: Effects on somatic cell count and teat end-quality. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 2, p. 115–124, 2002.

BHUTTO, A. L.; MURRAY, R. D.; WOLDEHIWET, Z. Udder shape and teat-end lesions as potential risk factors for high somatic cell counts and intra-mammary infections in dairy cows. **Veterinary Journal**, v. 183, n. 1, p. 63–67, 2010.

BREEN, J. E.; GREEN, M. J.; BRADLEY, A. J. Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 6, p. 2551–61, 2009.

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

CAMPOS, R. V. **Parâmetros genéticos para características lineares de tipo e produtivas em vacas da raça holandesa no brasil**. 2012. 109 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Agronomia. Porto Alegre, RS, 2012.

CARDOZO, L. L.; THALER NETO, A.; SOUZA, G. N.; et al. Risk factors for the occurrence of new and chronic cases of subclinical mastitis in dairy herds in southern Brazil. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 11, p. 7675–85, 2015.

CARLSTRÖM, C. Genetic variation of in-line recorded milkability traits and associations with udder conformation and health in swedish dairy cattle. 2014. 55 p. Thesis (Doctorate) - Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2014.

CERQUEIRA, J. L.; ARAÚJO, J. P.; SORENSEN, J. T.; NIZA-RIBEIRO, J. Alguns indicadores de avaliação de bem-estar em vacas leiteiras – revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 106, n. 351, p. 5–19, 2011.

CERQUEIRA, J. O. L. **Avaliação de bem-estar animal em bovinos de leite na região Norte de Portugal**, 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Universidade do Porto, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Porto, 2013.

CHEGINI, A.; HOSSEIN-ZADEH, N. G.; HOSSEINI-MOGHADAM, H.; SHADPARVAR, A. A. Estimation of genetic and environmental relationships between milk yield and different measures of mastitis and hyperkeratosis in Holstein cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 191, 2016.

COLDEBELLA, A.; MACHADO, P. F.; GARCIA, C.; et al. Contagem de Células Somáticas e Produção de Leite em Vacas Holandesas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 623–634, 2004.

DEVRIES, T.; AARNOUDSE, M.; BARKEMA, H.; LESLIE, K.; KEYSERLINGK, M. VON. Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 10, p. 5730–5739, 2012.

EDWARDS, J. P.; O'BRIEN, B.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; JAGO, J. G. Overmilking causes deterioration in teat-end condition of dairy cows in late lactation. **Journal of Dairy Research**, v. 80, n. 3, p. 344–348, 2013.

FERNANDO, R. S.; RINDSIG, R. B.; SPAHR, S. L. Electrical Conductivity of Milk for Detection of Mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 4, p. 659–664, 1982.

FONSECA, L. H. M.; CUNHA, A. F. DA; SARAIVA, L. H. G.; COELHO, K. S.; NUNES, M. F. Influência da sujidade e hiperqueratose de tetos na ocorrência de mastite subclínica bovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 3, p. 233–237, 2016.

GLEESON, D. E.; MEANEY, W. J.; O'CALLAGHAN, E. J.; RATH, M. V. Effect of teat hyperkeratosis on somatic cell counts of dairy cows. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v. 2, p. 115–122, 2004.

GLEESON, D. E.; O'BRIEN, B.; BOYLE, L.; EARLEY, B. Effect of milking frequency and nutritional level on aspects of the health and welfare of dairy cows. **Animal : an international journal of animal bioscience**, v. 1, n. 1, p. 125–32, 2007.

GYGAX, L.; NEUFFER, I.; KAUFMANN, C.; HAUSER, R.; WECHSLER, B. Comparison of Functional Aspects in Two Automatic Milking Systems and Auto-Tandem Milking Parlors. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 9, p. 4265–4274, 2007.

HAMALI, H.; MOSAFERY, S.; MOHAMMADI, A. A Survey of Teat End Hyperkeratosis Prevalence in the Tabriz Dairy Herds. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 7, p. 949–952, 2008.

HAMANN, J.; ZECCONI, A. Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. **Bulletin of the IDF**, v. 334, p. 5–22, 1998.

HOGEVEN, H.; MILTENBURG, J. D.; HOLLANDER, S. DEN; FRANKENA, K. No Title. Proc. Int Symp. on Robotic Milking, Lelystad,. Netherlands: Wageningen Pers. **Anais... .** p.297–298, 2000.

HOGEVEN, H.; OUWELTJES, W.; KONING, C. J. A. M. DE; STELWAGEN, K. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. **Livestock Production Science**, v. 72, n. 1–2, p. 157–167, 2001.

HOPSTER, H.; BRUCKMAIER, R. M.; WERF, J. T. N. VAN DER; et al. Stress Responses during Milking; Comparing Conventional and Automatic Milking in Primiparous Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 12, p. 3206–3216, 2002.

HOVINEN, M. **Udder health of dairy cows in automatic milking**, 2009. Faculty of Veterinary

Medicine of the University of Helsinki.

HOVINEN, M.; PYÖRÄLÄ, S. Invited review: udder health of dairy cows in automatic milking. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 2, p. 547–562, 2011.

IPEMA, A. H.; BENDERS, E. Production, duration of machine-milking and teat quality of dairy cows milked 2, 3, or 4 times daily with variable intervals. In: Proceedings of the International Symposium on Prospects for automatic milking. Wageningen: EAAP Publication. **Anais....** p.244, 1992.

JACOBS, J. A.; SIEGFORD, J. M. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 5, p. 2227–2247, 2012a.

JACOBS, J. A.; SIEGFORD, J. M. Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1575–1584, 2012b.

JASHARI, R.; PIEPERS, S.; VLIEGHER, S. DE. Evaluation of the composite milk somatic cell count as a predictor of intramammary infection in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 11, p. 9271–9286, 2016.

KLAAS, I. C. C.; ENEVOLDSEN, C.; ERSBØLL, A. K. K.; TÖLLE, U. Cow-related risk factors for milk leakage. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 1, p. 128–36, 2005.

KLAAS, I. C.; ROUSING, T.; FOSSING, C.; HINDHEDE, J.; SØRENSEN, J. T. Is lameness a welfare problem in dairy farms with automatic milking systems? **Animal Welfare**, v. 12, n. 4, p. 599–603, 2003.

KONING, C. J. A. M. (KEES) DE. Automatic Milking – Common Practice on Dairy Farms. The First North American Conference on Precision Dairy Management. Toronto, Canada: Omnipress. **Anais...** p.16, 2010.

KONING, K. DE; SLAGHUIS, B.; VORST, Y. VAN DER. Robotic milking and milk quality: effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing point and free fatty acids. **Italian Journal of Animal Science**, v. 2, n. 4, p. 291–299, 2009.

LØVENDAHL, P.; CHAGUNDA, M. G. G. Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 11, p. 5381–5392, 2011.

MATTOS, W. R. S. Limites da eficiência alimentar em bovinos leiteiros. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 41. Campo Grande: SBZ. **Anais...** p.239–247, 2004.

MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; MORGAN, W. F. F.; et al. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver. **Anais...** p.347–351, 2001.

MEIN, G. A.; THOMPSON, P. D. Milking the 30,000-Pound Herd. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 10, p. 3294–3300, 1993.

MIGUEL-PACHECO, G. G.; KALER, J.; REMNANT, J.; et al. Behavioural changes in dairy cows with lameness in an automatic milking system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 150, p. 1–8, 2014.

MITEV, J. E.; GERGOVSKA, Z. I.; MITEVA, T. M. Effect of teat end hyperkeratosis on milk somatic cell counts in bulgarian black-and-white dairy cattle. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 18, n. 3, p. 451–454, 2012.

MOLLENHORST, H.; HIDAYAT, M. M.; BROEK, J. VAN DEN; NEIJENHUIS, F.; HOGEVEEN, H. The relationship between milking interval and somatic cell count in automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 9, p. 4531–4537, 2011.

NASH, D. L.; ROGERS, G. W.; COOPER, J. B.; et al. Heritability of clinical mastitis incidence and relationships with sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits,

productive life, and protein yield. **Journal of dairy science**, v. 83, n. 10, p. 2350–60, 2000.

NASH, D. L.; ROGERS, G. W.; COOPER, J. B.; HARGROVE, G. L.; KEOWN, J. F.

Heritability of intramammary infections at first parturition and relationships with sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 8, p. 2684–95, 2003.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL. **Microbiological procedures for the diagnosis of bovine udder infection and determinacion of milk quality**. 4th ed. Verona, WI: The National Mastitis Council Inc., 2004.

NEIJENHUIS, F.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H.; NOORDHUIZEN, J. P. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 12, p. 2795–804, 2000.

NEIJENHUIS, F.; HILLERTON, J. E. Review of potential effects of automatic milking conditions on the teat. **Health of dairy cows milked by an automatic milking system**. p.24, 2002.

NEIJENHUIS, F.; KLUNGEL, G. H.; HOGEVEEN, H. Recovery of Cow Teats after Milking as Determined by Ultrasonographic Scanning. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 12, p. 2599–2606, 2001.

NEIJENHUIS, F.; KONING, K.; BARKEMA, H. W.; HOGEVEEN, H. The effects of machine milking on teat condition. In: A. Rosati; S. Mihina; C. Mosconi (Eds.); **Physiological and Technical Aspects of Machine Milking**. Rome, Italy: Icar Technical Series No. 7. **Anais...** v. 7, p.33–40, 2001.

NIELEN, M.; DELUYKER, H.; SCHUKKEN, Y. H.; BRAND, A. Electrical Conductivity of Milk: Measurement, Modifiers, and Meta Analysis of Mastitis Detection Performance. **Journal of Dairy Research**, v. 75, n. 2, p. 606–614, 1992.

NORBERG, E.; HOGEVEEN, H.; KORSGAARD, I. R.; et al. Electrical Conductivity of Milk : Ability to Predict Mastitis Status. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 4, p. 1099–1107, 2004.

PADUCH, J. H.; MOHR, E.; KRÖMKER, V. The association between teat end hyperkeratosis and teat canal microbial load in lactating dairy cattle. **Veterinary Microbiology**, v. 158, n. 3–4, p. 353–359, 2012.

PASTELL, M.; TAKKO, H.; GRÖHN, H.; et al. Assessing Cows' Welfare: weighing the Cow in a Milking Robot. **Biosystems Engineering**, v. 93, n. 1, p. 81–87, 2006.

PIRLO, G.; ABENI, F.; CAPELLETTI, M.; MIGLIORATI, L.; SPERONI, M. Automation in dairy cattle milking: experimental results and considerations. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. 3, p. 17–25, 2005.

RASMUSSEN, M. D. Influence of switch level of automatic cluster removers on milking performance and udder health. **The Journal of dairy research**, v. 60, n. 3, p. 287–97, 1993.

RASMUSSEN, M. D.; BLOM, J. Y. DE; NIELSEN, L. A. H.; JUSTESEN, P. The impact of automatic milking on udder health. Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver: NMC/AABP. **Anais...** p.397–400, 2001.

REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 12 ed. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan S.A, 2007.

RIEKERINK, R. G. M. O.; BARKEMA, H. W.; STRYHN, H.; et al. The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1704–15, 2007.

ROGERS, G. W. Index Selection Using Milk Yield, Somatic Cell Score, Udder Depth, Teat Placement, and Foot Angle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 2, p. 664–670, 1993.

ROSE-MEIERHÖFER, S.; MÜLLER, A. B.; MITTMANN, L.; et al. Effects of quarter individual and conventional milking systems on teat condition. **Preventive Veterinary**

**Medicine**, v. 113, n. 4, p. 556–564, 2014.

ROUSING, T.; BONDE, M.; BADSBERG, J. H.; SØRENSEN, J. T. Stepping and kicking behaviour during milking in relation to response in human-animal interaction test and clinical health in loose housed dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 88, n. 1–2, p. 1–8, 2004.

SCHUKKEN, Y. H.; WILSON, D. J.; WELCOME, F.; GARRISON-TIKOFSKY, L.; GONZALEZ, R. N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Veterinary research**, v. 34, n. 5, p. 579–96, 2003.

SEYKORA, A J.; McDANIEL, B. T. Udder and teat morphology related to mastitis resistance: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 8, p. 2087–93, 1985.

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**, v. 178, n. 12, p. 1263–7, 1981.

SLETTBAKK, T.; JØRSTAD, A.; FARVER, T. T. B.; HIRD, D. W. D. Impact of milking characteristics and teat morphology on somatic cell counts in first-lactation Norwegian cattle. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 8, n. 4, p. 253–267, 1990.

SPERONI, M.; PIRLO, G.; LOLLI, S. Effect of Automatic Milking Systems on Milk Yield in a Hot Environment. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 12, p. 4687–4693, 2006.

STEENEVELD, W.; VERNOOIJ, J. C. M.; HOGEVEEN, H. Effect of sensor systems for cow management on milk production, somatic cell count, and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 6, p. 3896–3905, 2015.

STERRETT, A. E.; WOOD, C. L.; MCQUERRY, K. J.; BEWLEY, J. M. Changes in teat-end hyperkeratosis after installation of an individual quarter pulsation milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 4041–4046, 2013.

STRAPÁK, P.; SÚKENÍKOVÁ, Z.; ANTALÍK, P. MILKABILITY IN HOLSTEIN COWS. **Journal Central European Agriculture**, v. 10, n. 3, p. 207–210, 2009.

SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. M.; PETTERSSON, G. Pros and cons of automatic milking in Europe. **Journal of animal science**, v. 86, n. 13 Suppl, p. 37–46, 2008.

TANČIN, V.; IPEMA, B.; HOGEWERF, P.; MAČUHOVÁ, J. Sources of Variation in Milk Flow Characteristics at Udder and Quarter Levels. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 978–988, 2006.

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**, v. 65, n. 2, p. 129–139, 1998.

ZECCONI, A.; PICCININI, R.; GIOVANNINI, G. Clinical mastitis detection by on-line measurements of milk yield, electrical conductivity and milking duration in commercial dairy farms. **Milchwissenschaft**, v. 59, n. 5/6, p. 240–244, 2004.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstram que a hiperqueratose da extremidade dos tetos é um problema presente em muitas das propriedades leiteiras avaliadas, verificando-se que estão presentes muitos dos fatores de risco associados na ocorrência deste problema.

A relação dos problemas resultantes da hiperqueratose mostra que os quartos mamários com níveis maiores de hiperqueratose apresentam maior ocorrência de infecções intramamárias, entretanto, a relação entre a hiperqueratose e os patógenos causadores de mastite, não é completamente clara pois ainda se desconhece muito sobre a sua forma de invasão do úbere, necessitando compreender melhor sobre como se da a invasão destes patógenos para o interior da glândula mamária, especialmente em quartos com hiperqueratose. Pretendemos ainda avaliar a similaridade entre os patógenos presentes nas amostras de cultura microbiológica do leite com o swab da extremidade dos tetos.

Os resultados deste estudo fornecem informações inovadoras sobre a ocorrência da hiperqueratose na extremidade dos tetos entre ao final da lactação e no início da lactação subsequente. Embora não ocorra resolução da hiperqueratose durante o período seco da vaca, faz-se necessário a busca por estudos mais aprofundados sobre a resolução desta lesão. Deste modo, a hiperqueratose demonstra que é um fator importante para a saúde da glândula mamária e a sua avaliação é uma ferramenta fundamental nos programas de prevenção de infecções intramamárias.



## **9 APÊNDICES**

### **APÊNDICE A - Questionário estruturado utilizado na pesquisa**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

#### **Questionário de Pesquisa**

**Proprietário:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Município:** \_\_\_\_\_ **Telefone:** \_\_\_\_\_

#### ***1 DADOS DA PROPRIEDADE***

**1.1 Área total da propriedade:** \_\_\_\_\_ ha.

**1.2 Qual a área destinada à atividade leiteira?** \_\_\_\_\_ ha.

**1.3 Destinado para que:**

\_\_\_\_\_ pastagem      \_\_\_\_\_ silagem

#### **1.4 Sistema de produção (vacas em lactação)**

- (  ) Baseado em pastagem (  ) Pastagem + silagem/feno \_\_\_\_\_  
 (  ) Confinado \_\_\_\_\_

#### **1.5 Recebe assistência técnica de alguma entidade?**

- (  ) Não      (  ) Sim

**1.6 Se recebe assistência técnica, de qual (is) entidades?**

- ( ) Laticínio ( ) EPAGRI/CIDASC ( ) Prefeitura  
 ( ) Particular ( ) Outra

***2 MANEJO DA ORDENHA*****2.1 Como é efetuada a ordenha?**

- ( ) Ordenha manual  
 ( ) Ordenhadeira mecânica “balde ao pé”  
 ( ) Ordenhadeira mecânica “canalizada”

**Detalhar equipamento:**


---



---

**2.2 Quais são as condições do local onde é feita a ordenha?**

- ( ) Sala de ordenha com fosso  
 ( ) Estábulo de madeira com piso de concreto  
 ( ) Estábulo de alvenaria com piso de concreto  
 ( ) Outro

**2.3 Como você faz o processo de ordenha:**

- ( ) lava/ limpa os tetos.  
 ( ) Utiliza pré-imersão (pré-dipping).  
 ( ) Seca os tetos.  
 ( ) Elimina os primeiros jatos no caneco de fundo preto.  
 ( ) Coloca Teteiras (Processo de Ordenha)  
 ( ) Desinfeta as tetas após a ordenha (pós-dipping).

**2.4 Fornece alimentação no momento da ordenha: ( ) Sim ( ) Não**

Quando: \_\_\_\_\_

- 2.5 Faz o Teste da Raquete (CMT):** ( ) Sim: ( ) Não  
 ( ) Diariamente ( ) Semanalmente ( ) Mensalmente ( ) Depende da necessidade

**2.6 Na ordenha colocam as vacas em alguma ordem em relação à mastite:**

- ( ) Sempre ( ) As vezes ( ) Nunca

**2.7 O produtor troca as borrachas das teteiras de acordo com qual critério:**

- ( ) A cada \_\_\_\_\_ ( ) Quando acha necessário ( ) Quando arrebentam  
 ( ) Quando ressecam ( ) Nunca troca ( ) Não tenho critério

**2.8 Manutenção de equipamento de ordenha**

- ( ) Periódica: \_\_\_\_\_ ( ) Eventual/quando há problema  
 ( ) Não faz ( ) Outro

**2.7 A coleta do leite é realizada:**

- ( ) Diariamente;  
 ( ) A cada 2 dias;  
 ( ) Duas vezes por semana  
 Outro: \_\_\_\_\_

**3 DADOS DOS ANIMAIS E PRODUÇÃO**

**3.1 O rebanho é predominantemente de qual raça?**

- ( ) Holandês ( ) Jersey ( ) Mestiça ( ) Holandês/Jersey

**3.2 Número total de vacas em lactação:** \_\_\_\_\_

**3.3 Número de vacas Secas:** \_\_\_\_\_

**3.4 Número de bezerras e novilhas:** \_\_\_\_\_

**3.5 Produção de leite diária/atual:** 1/dia.

### **3.6 Manejo das vacas secas**

---

---

### **3.7 Recebe bonificação do laticínio por qualidade do leite?**



### **3.8 Qual incentivo?**

- ( ) Volume ( ) % gordura ( ) % proteína  
( ) CCS ( ) CBT ( ) outro \_\_\_\_\_

4 DADOS DO MANEJO ESPECÍFICO PARA MASTITE

**4.1 Faz tratamento preventivo de mastite nas vacas secas? ( ) Sim ( ) Não ( ) As vezes**

---

Digitized by srujanika@gmail.com

#### **4.2 Critérios para tratamento de mastite clínica:**

- Alterações no leite (grumos)     Sinais clínicos     Nenhum     Produção de leite  
 Outros

#### **4.3 Critérios para tratamento de mastite subclínica:**

- ( ) Sim      ( ) Não

#### **4.4 Critérios para escolha do antibiótico**

- Médico veterinário       Rodízio     Antibiograma     Balconista  
 Nenhuma ( Outros: \_\_\_\_\_)

**4.5 Vacinação para mastite**

Sim       Não

**4.6 Critérios para realiza o descarte de animais por mastite**

Mastite crônica       Produção de leite  
 Idade       Outros: \_\_\_\_\_

**5 DADOS DA ORDENHADEIRA MECÂNICA****5.1 Quantas massagens por minuto as teteiras devem realizar para retirar o leite**

Não soube  60 vezes/minuto  Abaixo de 60 vezes/minuto   
 Acima de 60 vezes/minuto

**5.2 A cada quantas ordenhas é recomendado a troca das teteiras de borracha**

Não sabe  2.500 ordenhas  Abaixo de 2.500 ordenhas  Acima de 2.500 ordenhas  
 Até 6 meses  Abaixo de 6 meses  Acima de 6 meses

**5.3 Qual tempo que deve ser realizado a troca das mangueiras que tem contato com o leite**

Não sabe  Até 6 meses  Abaixo de 6 meses  Acima de 6 meses

**5.4 Qual tempo que deve ser realizado a troca das mangueiras de vácuo**

Não sabe  Até 1 ano  Abaixo de 1 ano  Acima de ano

**5.5 Qual a temperatura da água recomendada para a lavagem da ordenhadeira em detergente alcalino**

Não sabe  Entre 70 e 80°C  Abaixo de 70°C  Acima de 80°C

**5.6 Sabe o que é sobreordena**

Não  Sim

**5.7 Como sabe o momento exato de retirar as teteiras**

Não sabe ( ) Pelo copo coletor ( ) Esgotamento do úbere ( ) Extrator automático ( )

**5.8 Na sua opinião a sua ordenhadeira está funcionando bem**

Não ( ) Sim ( )

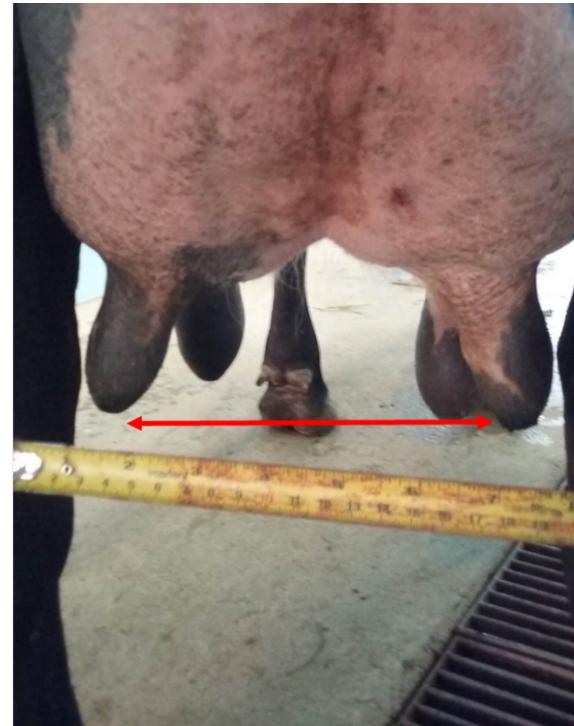
**APÊNDICE B - Sistema de classificação da hiperqueratose dos tetos****Escore 1- Sem formação de anel****Escore 2 - Pequena formação de anel****Escore 3 - Formação de anel rugoso****Escore 4 - Presença de anel rugoso**

Fonte: produção do próprio autor, 2016

**APÊNDICE C - Sistema de classificação do comprimento dos tetos e distância entre tetos**



**Comprimento dos tetos**



**Distância entre tetos**

Fonte: produção do próprio autor, 2016

**APÊNDICE D - Sistema de classificação do formato dos tetos****Pequeno****Cilíndrico****Cônicos****Arredondado**

Fonte: produção do próprio autor, 2016

**APÊNDICE E - Sistema de classificação da colocação dos tetos**



**9 - Base dos tetos junto  
ao ligamento centra**

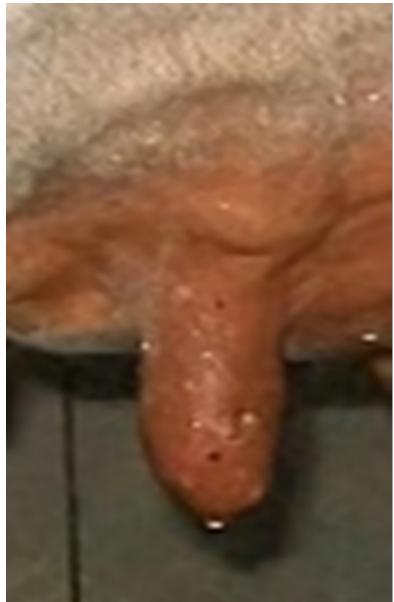
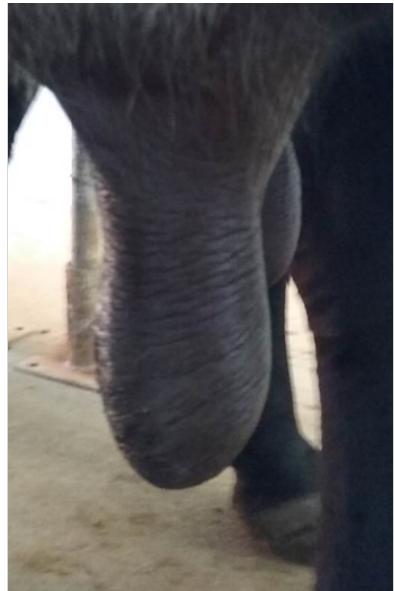


**5 - Base dos tetos no  
centro dos quartos**



**1 - Base dos tetos na  
periferia externa**

Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/10484307/>, 2016.

**APÊNDICE F - Sistema de classificação da cor dos tetos****Branco****Preto****Malhado**

Fonte: produção do próprio autor, 2016