

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Carolina dos Santos Sousa Fogaça

**CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DOS TETOS DE VACAS LEITEIRAS
MANTIDAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN***

Buri

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Carolina dos Santos Sousa Fogaça

**CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DOS TETOS DE VACAS LEITEIRAS
MANTIDAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos
na Universidade Federal de São Carlos.

Orientação: Prof. Natan de Jesus Pimentel
Filho

Coorientação: Prof. Naaman Francisco
Nogueira Silva

Buri

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Fogaça, Carolina dos Santos Sousa

Contaminação microbiológica dos tetos de vacas leiteiras mantidas em sistema de confinamento Compost Barn / Carolina dos Santos Sousa Fogaça -- 2021. 34f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri
Orientador (a): Natan de Jesus Pimentel Filho
Banca Examinadora: Naaman Francisco Nogueira Silva, Patrícia Érica Fernandes
Bibliografia

1. Vacas leiteiras. 2. Mastite. 3. Microbiota contaminante. I. Fogaça, Carolina dos Santos Sousa. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

FOLHA DE APROVAÇÃO

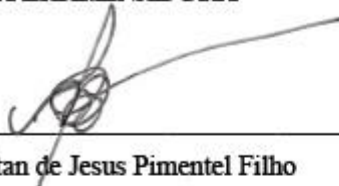
CAROLINA DOS SANTOS SOUSA FOGAÇA

CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DOS TETOS DE VACAS LEITEIRAS
MANTIDAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 08/11/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Natan de Jesus Pimentel Filho

(Orientador)

Universidade Federal de São Carlos



Prof. Dr. Naaman Francisco Nogueira Silva

(Co-orientador)

Universidade Federal de São Carlos



Profa. Dra. Patrícia Érica Fernandes

Instituto Federal de Alagoas

DEDICATÓRIA

É com muita gratidão que dedico este trabalho a Deus, pois sem Ele nada disso seria possível. Aos meus pais Roseli e José Celso, os dois maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos, dedico este trabalho pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis dessa minha trajetória acadêmica. Aos meus avós paternos Francisco (*in memoriam*) e Maria Joana (*in memoriam*) e maternos Isabel e Gentil (*in memoriam*). Assim como também dedico a todos os meus familiares que sempre estão ou estiveram ao meu lado durante todos esses anos (tios, tias, primos e primas). E por fim, a todos os meus amigos e colegas que convivi durante esses longos anos de graduação, que me proporcionaram momentos de descobertas, aprendizados e companheirismo.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) pela grande oportunidade de realização da graduação em Engenharia de Alimentos.

Ao meu orientador Natan e coorientador Naaman pela oportunidade, confiança e apoio nos acompanhamentos das atividades durante a realização desse projeto.

À minha amiga de estudos e pesquisa Maria Luiza Cardoso, por todo companheirismo, paciência e ajuda com as análises.

Aos alunos da Engenharia Agrônômica, Leandro e Guilherme, que ajudaram durante a coleta dos materiais na fazenda.

Ao Ricardo Vilkas proprietário da Fazenda Estância Santa Felicidade, por nos conceder o local de estudo desse projeto.

Aos meus amigos Kaio, Maria Luiza, Maysa, Kelly e Beatriz por todo companheirismo nos trabalhos realizados durante esses anos, por dividirem os momentos de alegria e pelo apoio durante os momentos de dificuldade.

A todos os professores, técnicos e funcionários da UFSCar *campus* Lagoa do Sino.

Aos meus pais Roseli e José Celso, por todo amor, incentivo e apoio incondicional em mais uma etapa de minha vida.

E a Deus por ter me dado saúde e força para superar todos os obstáculos.

EPÍGRAFE

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

FOGAÇA, Carolina dos Santos Sousa. **Contaminação microbiológica dos tetos de vacas leiteiras mantidas em sistema de confinamento *Compost Barn***. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2021.

A saúde do úbere das vacas está estritamente correlacionada à ausência de processos inflamatórios que podem acometer a glândula mamária, como a mastite, que é considerada a enfermidade de maior impacto sob os aspectos econômicos e produtivos na pecuária leiteira a nível mundial. Face às altas incidências desta doença em gados leiteiros, foi desenvolvido um sistema alternativo ao modelo *Free-Stall*, chamado de *Compost Barn*. Portanto, esse projeto buscou estabelecer a relação entre um sistema de confinamento do tipo *Compost Barn* e a microbiota contaminante dos tetos das vacas. Em uma propriedade rural no município de Angatuba – SP, foram realizadas mensalmente coletas de materiais em 10 % do rebanho de vacas, dividido em três lotes, e em pontos específicos da cama de compostagem utilizada no celeiro de confinamento. Para as vacas, foram coletadas amostras com auxílio de *swabs* na parte externa do esfíncter de cada teto e para a cama de compostagem, foram utilizados sacos plásticos para coleta e mistura das amostras. Posteriormente, alíquotas de diluições decimais foram transferidas em placas de Petri com meio de cultivo para análise de coliformes totais e *Staphylococcus* spp. do úbere e para análise de coliformes totais da cama. A contagem média de coliformes por úbere foi de 2,8 Log₁₀ UFC/úbere para o lote 1, 2,7 Log₁₀ UFC/úbere para o lote 2, e 3,0 Log₁₀ UFC/úbere para o lote 3, com nível de 2,84 ± 0,55 Log₁₀ UFC/úbere (SE médio; N = 33), com CV = 19,30 %. Para *Staphylococcus* spp., a contagem média do lote 1 foi de 5,3 Log₁₀ UFC/úbere, do lote 2 foi de 5,5 Log₁₀ UFC/úbere e do lote 3 foi de 5,3 Log₁₀ UFC/úbere, com nível de 5,35 ± 0,45 Log₁₀ UFC/úbere (média SE; N = 33), com CV de 8,48 %. Conforme a metodologia, a cama de compostagem do sistema de confinamento também foi analisada quanto à concentração de coliformes totais, sendo que a média das contagens por cama de cada lote foi de 5,7 Log₁₀ UFC/g de amostra do lote 1, enquanto nas camas dos lotes 2 e 3 foram de 5,5 Log₁₀ UFC/g, com nível de coliformes em 5,55 ± 0,50 Log₁₀ UFC/g (SE médio; N = 36), com CV = 9,03 %. Por meio dos resultados obtidos, constata-se que o sistema de confinamento *Compost Barn* tem se mostrado eficaz com relação à baixa contagem de *Staphylococcus* spp. e de coliformes totais no úbere e cama de compostagem do celeiro.

Palavras-chave: Vacas leiteiras. Mastite. Microbiota contaminante.

ABSTRACT

FOGAÇA, Carolina dos Santos Sousa. **Microbiological contamination of dairy cow teats kept in a Compost Barn feedlot system**. 2021. Course Completion Paper – Federal University of São Carlos, Lagoa do Sino campus, Buri, 2021.

The health of the udder of cows is strictly correlated to the absence of inflammatory processes that can affect the mammary gland, such as mastitis, which is considered the disease with the greatest impact on economic and productive aspects in dairy farming worldwide. Due to the high incidence of this disease in dairy cattle, an alternative system to the Free-Stall model, called Compost Barn, was developed. Therefore, this project aimed to establish the relationship between a Compost Barn confinement system and the contaminating microbiota of cow teats. In a rural property in the city of Angatuba - SP, monthly collections of materials were carried out in 10 % of the herd of cows, divided into three lots, and in specific points of the compost bed used in the confinement barn. For the cows, samples were collected with the aid of swabs on the outside of the sphincter of each teat and for the compost bed, plastic bags were used to collect and mix the samples. Subsequently, aliquots of decimal dilutions were transferred to Petri dishes with culture medium for analysis of total coliforms and *Staphylococcus* spp. of the udder and for analysis of total coliforms in the bed. The average coliform count per udder was 2.8 Log₁₀ CFU/udder for lot 1, 2.7 Log₁₀ CFU/udder for lot 2, and 3.0 Log₁₀ CFU/udder for lot 3, with a level of 2.84 ± 0.55 Log₁₀ CFU/udder (mean SE; N = 33), with CV = 19.30 %. For *Staphylococcus* spp., the mean count of lot 1 was 5.3 Log₁₀ CFU/udder, of lot 2 it was 5.5 Log₁₀ CFU/udder and of lot 3 it was 5.3 Log₁₀ CFU/udder, with level of 5.35 ± 0.45 Log₁₀ CFU/udder (mean SE; N = 33), with CV of 8.48 %. According to the methodology, the compost bed of the confinement system was also analyzed for the concentration of total coliforms, with the average counts per bed of each batch being 5.7 Log₁₀ CFU/g of sample from batch 1, while in the beds of lots 2 and 3 were 5.5 Log₁₀ CFU/g, with coliform level at 5.55 ± 0.50 Log₁₀ CFU/g (mean SE; N = 36), with CV = 9.03 %. Through the obtained results, it appears that the Compost Barn confinement system has been shown to be effective in relation to the low count of *Staphylococcus* spp. and total coliforms in the udder and barn compost bed.

Keywords: Dairy cows. Mastitis. Contaminant microbiota.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Sistema *Compost Barn*. Vacas confinadas em pavilhão coberto divididas por lotes (A). Amostragem da contaminação microbiana da parte externa do esfíncter dos tetos (B). 23
- Figura 2.** Contaminação de úberes por coliformes totais. As contagens médias [Log(UFC/úbere)] e as barras de erro são apresentadas por lote ao longo período amostral. Lote 1: primíparas (barras pretas); Lote 2: multíparas de alta produtividade (barras brancas); Lote 3: multíparas de baixa produtividade (barras cinzas). 24
- Figura 3.** Contaminação de úberes por *Staphylococcus* spp.. As contagens médias [Log(UFC/úbere)] e as barras de erro são apresentadas por lote ao longo período amostral. Lote 1: primíparas (barras pretas); Lote 2: multíparas de alta produtividade (barras brancas); Lote 3: multíparas de baixa produtividade (barras cinzas). 26
- Figura 4.** Contagem de coliformes totais na cama de compostagem. As contagens médias [Log(UFC/g)] e as barras de erro são apresentadas por cama dos três lotes de animais ao longo período amostral. 27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1. MASTITE	14
2.1.1. Tipos de mastite e caracterização.....	14
2.1.2. Microrganismos relacionados.....	15
2.2. IMPACTOS ECONÔMICOS NA SAÚDE ANIMAL E NA QUALIDADE DO LEITE	16
2.3. <i>COMPOST BARN</i>	17
2.3.1. Caracterização do sistema de confinamento	17
2.3.2. Benefícios aos animais.....	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3.1. DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE ONDE FOI REALIZADO O ESTUDO	19
3.2. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	20
3.2.1. Coliformes.....	21
3.2.2. <i>Staphylococcus spp.</i>	21
3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A saúde do úbere das vacas está estritamente correlacionada à ausência de processos inflamatórios que podem acometer a glândula mamária, como a mastite. A mastite é considerada a enfermidade de maior impacto na pecuária leiteira a nível mundial sob os aspectos econômicos e produtivos. Essa enfermidade pode ser definida como a inflamação do parênquima da glândula mamária, seguida de alterações físico-químicas do leite e modificações patológicas no tecido glandular.

A mastite é uma doença multifatorial complexa e sua intensidade varia de acordo com as interações com ambiente, animal, microrganismos e o homem. Os fatores ligados ao seu desenvolvimento podem ter origem fisiológica, traumática, alérgica, metabólica, hormonal e principalmente microbiana. Normalmente, a mastite é classificada quanto à sua forma de manifestação (clínica ou subclínica) ou à origem da infecção (contagiosa e ambiental).

Face às altas incidências de mastite em gados leiteiros e muitos outros problemas relacionados com a produção de leite e saúde animal, um sistema de confinamento alternativo ao modelo *Free-Stall*, surgiu na década de 80 no estado de Virginia nos Estados Unidos, chamado de *Compost Barn* ou *Compost Bedded Pack*. Trata-se de um estábulo de compostagem, no qual as vacas permanecem livres sobre uma cama de material vegetal, sendo separadas do acesso à alimentação e água por uma pista pavimentada, denominada pista (ou corredor) de alimentação.

No confinamento em *Compost Barn*, a ocorrência adequada da compostagem é essencial ao funcionamento do sistema. A compostagem pode ser definida como um processo de decomposição biológica em condições aeróbias, no qual microrganismos reduzem a matéria orgânica em compostos estáveis, liberando calor, vapor de água e dióxido de carbono. A microbiota responsável pela compostagem é complexa e dependente da temperatura e umidade da cama. Normalmente, microrganismos pertencentes ao grupo dos coliformes e aos gêneros *Streptococcus*, *Staphylococcus* e *Bacillus* são encontrados em elevadas proporções.

Dessa forma, a saúde do úbere pode ser comprometida devido às condições higiênico-sanitárias oferecida por este sistema de confinamento, levando a ocorrência de mastite e trazendo impactos como: diminuição da produção e da qualidade do leite, aumento dos custos de produção devido aos tratamentos clínicos, descarte involuntário, diminuição do valor e da longevidade do animal, bem como prejuízos

industriais ocasionados pela redução dos teores de componentes do leite.

Portanto, este trabalho objetivou caracterizar o nível de contaminação por coliformes totais e *Staphylococcus* spp. nos tetos de vacas confinadas em sistema *Compost Barn* e a contaminação da cama de compostagem desse celeiro por coliformes totais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. MASTITE

Conceituada como doença infecciosa aguda ou crônica no úbere, principalmente, das vacas leiteiras, a mastite é causada por microrganismos e é caracterizada por processo inflamatório da glândula mamária que causam alterações físicas, químicas e bacteriológicas no leite, bem como a redução da produção do mesmo (LADEIRA, 2001).

A mastite ocorre principalmente por invasão de microrganismos pelo canal do teto, ascendendo à cisterna da glândula. Este processo ocorre geralmente durante a ordenha, que deixa o canal do teto aberto durante 1 a 2 horas após o final de todo procedimento, propiciando a penetração de microrganismos na glândula mamária (AIRES, 2010).

O encadeamento infeccioso da mastite bovina pode ser dividido em três fases, 1) invasão: microrganismos penetram no canal do teto; 2) infecção: microrganismos se multiplicam e colonizam o tecido secretor da cisterna da glândula e 3) inflamação: a infecção segue e representa o início do episódio da mastite, trazendo como consequência inúmeros graus de alterações no úbere e no leite produzido (SÁ *et al.*, 2018).

2.1.1. Tipos de mastite e caracterização

A mastite pode ser classificada em dois tipos: clínica e subclínica. A mastite clínica faz com que vários sinais sejam presentes, como a secreção do leite com grumos, úbere e tetos duros, inchados, doloridos, quentes e com vermelhidão anormal. As vacas ainda podem apresentar sintomas como febre e perda de apetite, chegando até a perder o teto infectado (BRITO; NOBRE; FONSECA, 2009). A mastite clínica é diagnosticada pelo teste da caneca telada de fundo escuro, retirando-se os três primeiros jatos de leite de cada teto da vaca para posterior observação do aspecto, que identifica esse tipo de mastite quando há presença de grumos, pus amarelo ou aquoso.

Por outro lado, na mastite subclínica, a maioria dos sinais são observados apenas com o auxílio de meios diagnósticos. O *California Mastitis Test* (CMT) é um teste que pode ser realizado no campo, muito prático, porém deve ser executado por profissional treinado. O mesmo é realizado em uma bandeja que contém quatro compartimentos em que é colhido, aproximadamente, 2 mL de leite de cada teto e posterior adição de um

detergente na mesma quantidade. Após realizar movimentos circulares verifica-se a possível formação de um gel em algum dos compartimentos, resultando em positivo para mastite subclínica naquele determinado teto (CARVALHO *et al.*, 2002). A contagem de células somáticas (CCS) é outro exame também utilizado para identificar a mastite subclínica. Amostras de leite devem ser coletadas e enviadas a um dos laboratórios de qualidade do leite credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Vacas cujo leite apresente CCS superior a 200.000 células por mL são consideradas portadoras de mastite subclínica (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Segundo Melo (2020), a doença pode ser subdividida em duas grandes categorias, de acordo com o agente infeccioso e modos transmissão, sendo: contagiosa e ambiental. A mastite contagiosa é aquela em que a glândula mamária infectada é fonte de contaminação para outra saudável, sendo capaz a transmissão pelo equipamento de ordenha mecânica, mãos do ordenhador e bezerro ao mamar. Alguns patógenos podem ser responsáveis por esse tipo de contaminação e acabam se adaptando a sobreviver no hospedeiro, podendo estar na glândula mamária tanto dos animais doentes como nos saudáveis, sendo este o motivo por causarem na maioria das vezes mastite subclínica, que tendem a se tornar crônicas.

Já a mastite ambiental acontece quando os microrganismos não estão adaptados ao animal, atuando assim como microrganismo oportunista da glândula mamária, que normalmente desenvolve a doença classificada como clínica. Este tipo de mastite é causada, geralmente, por bactérias ubíquitas, que nada mais são do que aquelas encontradas nas fezes, cama, água, solo e em equipamentos de ordenha (MELO, 2020).

2.1.2. Microrganismos relacionados

Uma grande diversidade de microrganismos tem sido reportada à mastite bovina, que incluem leveduras, bactérias e fungos filamentosos. Porém, cerca de 80 % dos casos de mastite em vacas estão relacionadas a bactérias, das quais as mais frequentes são: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Corynebacterium bovis*, *Mycoplasma*, e também os coliformes (MARTINS, 2012).

Dentre as citadas, *Staphylococcus aureus* se destaca como um dos patógenos mais frequentes em casos de infecções intra-mamárias de bovinos em todo mundo. O mesmo possui alto potencial de desenvolvimento de fatores de resistência a quase todos os agentes antimicrobianos sintéticos, sendo essa uma das principais razões da baixa

taxa de cura desta doença. É altamente contagioso, estando relacionado diretamente à mastite subclínica, principalmente durante o período de lactação (SOARES, 2019).

Sendo uma das principais causas em mastite caprina, *Streptococcus agalactiae* também se faz presente em mastite bovina. É um agente que sobrevive durante pouco tempo no ambiente, porém pode permanecer na glândula mamária por longos períodos. O mesmo é considerado um patógeno com alto potencial de contaminação e apresenta, na maioria dos casos, manifestações do tipo subclínica (MACHADO *et al.*, 2018).

A mastite ocasionada por coliformes é a classificada como ambiental, resultando em consideráveis prejuízos econômicos ao sistema de produção pela intensidade do quadro clínico, podendo resultar em casos de morte do animal afetado. São denominados coliformes causadores de mastite alguns microrganismos Gram-negativos, tais como: *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* e *Serratia* sp.. Infecções intra-mamárias por bactérias coliformes são mais comuns nos três primeiros meses e, especialmente, no primeiro mês de lactação (PERES NETO; ZAPPA, 2011).

2.2. IMPACTOS ECONÔMICOS NA SAÚDE ANIMAL E NA QUALIDADE DO LEITE

A mastite bovina é uma das doenças de maior impacto para a bovinocultura no Brasil, pois esta enfermidade gera inúmeras consequências para produtores, indústria e consumidores. Os produtores são afetados pela redução da produção e qualidade do leite, diminuição do valor dos animais e, quando a doença não leva à morte, despesas com medicamentos, gastos com mão de obra veterinária, entre outros. Além de que, a doença também pode atrapalhar o ciclo de fertilidade das vacas, causando problemas com a reprodução (TOZZETTI; BATAIER; ALMEIDA, 2008).

Os prejuízos na indústria são decorrentes das principais alterações no leite, sendo elas: o aumento da contagem de células somáticas (CCS), aumento dos teores de cloro, sódio e proteínas séricas, e diminuição do percentual de caseína, gordura e lactose (RODRIGUES, 2009).

Evidencia-se a importância da mastite no que se refere à saúde pública, pois o envolvimento de bactérias patogênicas pode colocar em risco a saúde humana. Além disso, existe a possibilidade dos antibióticos, utilizados durante o tratamento da doença, deixar resíduos no leite, prejudicando assim os tratamentos tecnológicos do mesmo na indústria (HENRICH *et al.*, 2017).

Também vale ressaltar que, de acordo com a legislação vigente de produtos lácteos, a cadeia produtiva deve ter comprometimento em alcançar e sustentar padrões de qualidade e inocuidade dos produtos, desde a matéria-prima até o consumidor final. Assim, tais resíduos também podem causar problemas em nível de saúde pública envolvendo reações alérgicas e seleção de cepas bacterianas resistentes (VESCO *et al.*, 2017).

2.3. COMPOST BARN

Devido aos fatores econômicos relacionados à produção leiteira, fomentou-se a necessidade de investigar maneiras de melhorar o conforto e bem-estar dos animais, e conseqüentemente, melhorar os índices produtivos. Com isso, em meados da década de 80, produtores de Virgínia (EUA) desenvolveram o *Compost Barn* ou *Compost Bedded Pack*, um sistema de confinamento alternativo ao modelo *Free Stall*. No entanto, o mesmo passou a ser mais explorado somente em 2001, quando o primeiro sistema foi de fato construído no estado de Minnesota nos EUA e, posteriormente, difundido para outros estados do país (BEWLEY; ROBERTSON; ECKELKAMP, 2017; BARBERG *et al.*, 2007; SILANO; SANTOS, 2012).

O *Compost Barn* é um sistema de confinamento que propicia conforto às vacas, aumento da longevidade e principalmente, a redução na incidência de mastite. No entanto, apenas em 2001 esse sistema começou a ganhar adeptos em maior escala. Já no Brasil, o sistema ainda está afluindo e existem poucos estudos a respeito do assunto (BRIGATTI, 2015).

O sistema de instalação *Compost Barn* visa a redução de custos de implantação e manutenção, melhoria dos índices produtivos e sanitários dos animais e possibilita o uso correto de dejetos orgânicos (GUIMARÃES, 2018).

2.3.1. Caracterização do sistema de confinamento

Diferentemente do *Free Stall*, método de criação de gado leiteiro no qual as vacas confinadas possuem uma área livre para caminhadas e recebem o alimento em cochos, além de cada animal possuir uma baia individual para descanso, que geralmente são forradas com areia e borracha (GALL, 2019), o *Compost Barn* oferece uma área de descanso aberta e livre de divisórias para os animais, onde muitas vezes são rodeados apenas por uma parede de suporte para o armazenamento de esterco e serragem. Além disso, o galpão é disposto de ventiladores, para melhor ventilação do ambiente, e uma

área de alimentação que pode ser lateral ou central (RADAVELLI, 2018).

O diferencial deste sistema é a compostagem que ocorre ao longo do tempo com o material da cama e a matéria orgânica dos dejetos dos animais ali alojados. O processo de compostagem faz com que as fezes e urina sejam armazenadas como uma semi-compostagem sólida na base da cama pelo período de 6 a 24 meses. Tal processo promove a atividade microbológica, ou seja, a fermentação do composto, que através disso produz dióxido de carbono (CO₂), água e calor (SILANO; SANTOS, 2012).

Deve-se ressaltar que o sucesso desse sistema depende principalmente do manejo da cama, que consiste em seu revolvimento pelo menos duas vezes ao dia, geralmente realizados durante a ordenha das vacas. Quando a compostagem é executada de forma correta, ocorre o aumento da temperatura da cama, ao mesmo tempo em que diminui a umidade, deixando uma superfície confortável e seca. (BARBERG, 2007).

A umidade da cama de compostagem deve permanecer entre 50 e 60 %, que permite o equilíbrio de umidade entre os dejetos, urina e atividade microbiana. Já a temperatura no interior da cama deve alcançar valores entre 54 e 65 °C pois são nessas condições que poderá haver a eliminação de microrganismos patogênicos causadores de mastite (DANIELI, 2019).

Também devem ser considerados fatores como a escolha do local de instalação do sistema, para que se tenha uma boa ventilação natural e solo que possibilite drenagem da água em períodos chuvosos. O manuseio inadequado pode levar a condições indesejáveis do composto, resultando em vacas muito sujas, aumentando assim a incidência de mastite clínica (BRIGATTI, 2015).

2.3.2. Benefícios aos animais

Vários estudos internacionais apontam diversas mudanças com relação ao conforto dos animais. Um deles mostra a menor incidência de problemas de cascos nas vacas, com um percentual de 3,8 % nas vacas criadas no sistema *Compost Barn* contra valores de 23 a 30 % nas criadas em sistema *Free-Stall*. Isso se deve ao fato de os animais ficarem em uma superfície mais macia, além de permitir maior liberdade para se locomover e deitar (LOBECK, 2011).

A saúde do úbere interfere de modo direto na qualidade do leite, sendo que as vacas que apresentam uma melhor saúde do úbere, de modo consequente, produzirão leite com melhor qualidade e apresentarão menor incidência de mastite clínica e subclínica. Os animais que apresentam maior sujidade no úbere apresentam maior CCS

e também uma maior probabilidade de isolamento de patógenos ambientais nas amostras de leite. Tal relação também pode existir nos animais confinados em sistema *Compost Barn*, onde os mesmos apresentam, no geral, uma menor sujidade no úbere, menor CCS e maior produção de leite (FONSECA, 2017).

Desta forma, este trabalho objetivou caracterizar o nível de contaminação por coliformes totais e *Staphylococcus* spp. nos tetos de vacas confinadas em sistema *Compost Barn* e a contaminação da cama de compostagem desse celeiro por coliformes totais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE ONDE FOI REALIZADO O ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Estância Santa Felicidade, localizada no município de Angatuba - SP, Rodovia Raposo Tavares - Km 213. A propriedade apresenta as coordenadas 23°31'16'' S – 48°28'51'' W, e elevação de 667 metros acima do nível do mar. O clima da região é classificado como Cwa segundo Köppen e Geiger, ou seja, clima subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18 °C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22 °C).

A produtividade animal média, de acordo com o proprietário, é de 33,5 litros de leite por dia nos meses de inverno e de 40,5 litros de leite por dia durante os meses de verão. Atualmente o índice "dias de leite" (DEL) encontra-se em 160 dias. O intervalo médio entre partos é de 13,1 meses, mas há vários animais com intervalo inferior a 12 meses. O rebanho atual é constituído por vacas da raça Holandesa, divididas em quatro lotes dentro do *Compost Barn*: primíparas, múltíparas de alta e baixa produtividade (sendo a produtividade diferenciada em função do estágio de lactação que as vacas múltíparas se encontram), e vacas secas em período de pré-parto.

As vacas que se encontram em lactação atualmente são ordenhadas três vezes ao dia, com um intervalo de 8 horas, em sistema de ordenha canalizada, linha alta e frequência alternada. Antes da ordenha, os animais recebem banho por aspersão na sala de espera juntamente com ventilação quando a temperatura ambiente ultrapassa 19 °C. O leite obtido apresenta alto padrão de qualidade, com contagem de células somáticas de, aproximadamente, 200.000 células/mL e contagem padrão em placas inferior a

10.000 UFC/ml, conforme avaliações realizadas rotineiramente na fazenda. A taxa de descarte involuntário de animais encontra-se inferior a 5 %.

O *Compost Barn* foi implantado na fazenda em 2015, com capacidade para comportar cerca de 160 animais (16m²/animal). O estabulo é orientado na direção leste-oeste, apresentando área de 100 m². Sua estrutura física é feita de concreto armado, o telhado montado a partir de treliças e telhas de zinco com uma inclinação de 30°, tendo quatro águas e dois lanternins. As pistas de trato se localizam nas laterais norte e sul, enquanto as demais laterais (leste e oeste) contêm muretas para contenção da cama. Os bebedouros são posicionados paralelamente às muretas. O sistema não conta com a presença da pista de alimentação.

O estábulo possui 6 ventiladores do tipo high volume - low speed (HVLS), sendo 1 ventilador para cada 420 m² de cama. Os mesmos são acionados manualmente no momento do revolvimento da cama e nas horas do dia na qual a temperatura dentro do sistema ultrapassa 19 °C. A cama utilizada é composta por serragem de eucalipto, sendo iniciada com 30 cm e havendo reposição de 20 cm a cada 15 dias. O revolvimento da cama é realizado duas vezes ao dia, enquanto os animais estão sendo ordenhados. O composto é retirado uma vez ao ano, e é utilizado como fertilizante na produção de milho para silagem.

Vale salientar que antes da implantação do *Compost Barn* na propriedade, os animais eram criados em sistema intensivo, com cocho trenó e sem estábulo. Nessa época, eram realizadas duas ordenhas por dia, a média de produtividade era de 19 litros de leite no verão e 27 litros de leite no inverno (por animal por dia), sendo que o leite obtido apresentava entre 800.000 – 1.000.000 CCS por mL de leite e contagem padrão em placas entre 50.000 e 80.000 UFC por mL. A taxa de descarte involuntário era de 30 %.

3.2. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A contaminação da parte externa do esfíncter do teto foi avaliada pela contagem de coliformes totais e *Staphylococcus* spp., que estão entre os principais grupos microbianos associados à mastite. Em contrapartida, a contaminação da cama foi estudada apenas para coliformes totais.

As análises microbiológicas foram realizadas mensalmente, de dezembro de 2018 a novembro de 2019, em 10 % do rebanho. Foram selecionadas de forma aleatória 12 vacas (4 de cada lote), antes do pré-dipping para realização da ordenha, e então

coletadas amostras com auxílio de *swabs* na parte externa do esfíncter (da metade do teto para baixo) e orifício de cada teto, empregando-se água peptonada tamponada, a fim de promover a remoção dos microrganismos.

Amostras da cama também foram coletadas mensalmente, a uma profundidade de 15 cm em 3 diferentes locais do estábulo, sendo utilizados sacos plásticos esterilizados para coleta e mistura das amostras.

Após a coleta, os materiais foram transferidos para o Laboratório de Microbiologia do Centro de Ciências da Natureza (CCN/UFSCar) em caixas isotérmicas contendo gelo. As amostras foram diluídas em solução salina 0,85 %, com o intuito de se obter a concentração adequada de bactérias para contagem microbiana em placas de Petri.

3.2.1. Coliformes

Tanto para as amostras coletadas dos tetos por meio de *swabs* quanto para o material composto das camas, foram realizadas contagem de coliformes totais utilizando-se Ágar MacConkey (Acumedia - Lansing, Michigan/EUA). Alíquotas de 1 mL das diluições decimais foram transferidas para placas de Petri esterilizadas que, em seguida, foram completadas com, aproximadamente, 20 mL do ágar fundido. O conteúdo foi homogeneizado e, após solidificação do ágar, as placas foram invertidas e incubadas a 36 °C por 48 h.

Após o período de incubação, microrganismos fermentadores de lactose que apresentaram como colônias rosas com ou sem presença de uma zona de precipitado de bile foram considerados coliformes sendo contados e os resultados expressos em UFC/úbere ou UFC/g.

3.2.2. *Staphylococcus* spp.

Para contagem de *Staphylococcus* spp. foi utilizado o Ágar Baird Parker (Acumedia - Lansing, Michigan/EUA) suplementado com gema de ovo e telurito de potássio. Alíquotas de 0,1 mL de cada diluição decimal das amostras dos tetos coletadas com auxílio de *swabs* foram inoculados na superfície do ágar já solidificado em placas de Petri, e homogeneamente espalhadas com o auxílio de uma alça de Drigalski.

Após absorção da amostra, as placas foram incubadas a 36 °C por 48 h. Transcorrido esse período, colônias com coloração preta ou cinza escura, lisas,

convexas, com bordas perfeitas e rodeadas por uma zona opaca ou halo transparente foram contadas e os resultados expressos em UFC/úbere.

3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados inicialmente por estatística descritiva, sendo as variáveis resumidas por média e mediana amostral, erro padrão (EP) e coeficiente de variação (CV). Também foram fornecidos intervalos de confiança de 95 % para as médias das variáveis da cama.

Todos os testes de hipótese foram realizados ao nível de significância de 5 % (ou seja, $\alpha = 0,05$). As análises estatísticas e gráficos foram obtidos no software estatístico R (R Core Team, 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contaminação do úbere foi avaliada em vacas leiteiras submetidas ao sistema de confinamento *Compost Barn* (Figura 1A), por meio da contagem de coliformes totais e *Staphylococcus* spp., que são dois dos principais grupos microbianos relacionais à mastite, na parte externa do esfíncter do teto (Figura 1B). As análises foram realizadas mensalmente, de dezembro de 2018 a novembro de 2019, excluindo-se o mês de março de 2019. Neste tempo amostral, um problema de contaminação impediu a precisão da leitura. Assim, foram selecionadas aleatoriamente 12 vacas por mês, equivalente à 10 % do rebanho, sendo 4 animais de cada um dos três lotes de animais em lactação: lote 1 – primíparas; lote 2 – multíparas de alta produção; e lote 3 – multíparas de baixa produção.



Figura 1. Sistema *Compost Barn*. Vacas confinadas em pavilhão coberto divididas por lotes (A). Amostragem da contaminação microbiana da parte externa do esfíncter dos tetos (B).

A Figura 2 apresenta as médias de contaminação dos úberes por coliformes totais ao longo do tempo de amostragem. Os resultados expressam que os três lotes se mantiveram com contagens médias baixas (inferiores a 10^4 UFC/úbere) ao longo dos meses. O nível de coliformes nos tetos foi de $2,84 \pm 0,55$ Log₁₀ UFC por úbere (SE médio; N = 33), com CV = 19,30 %.

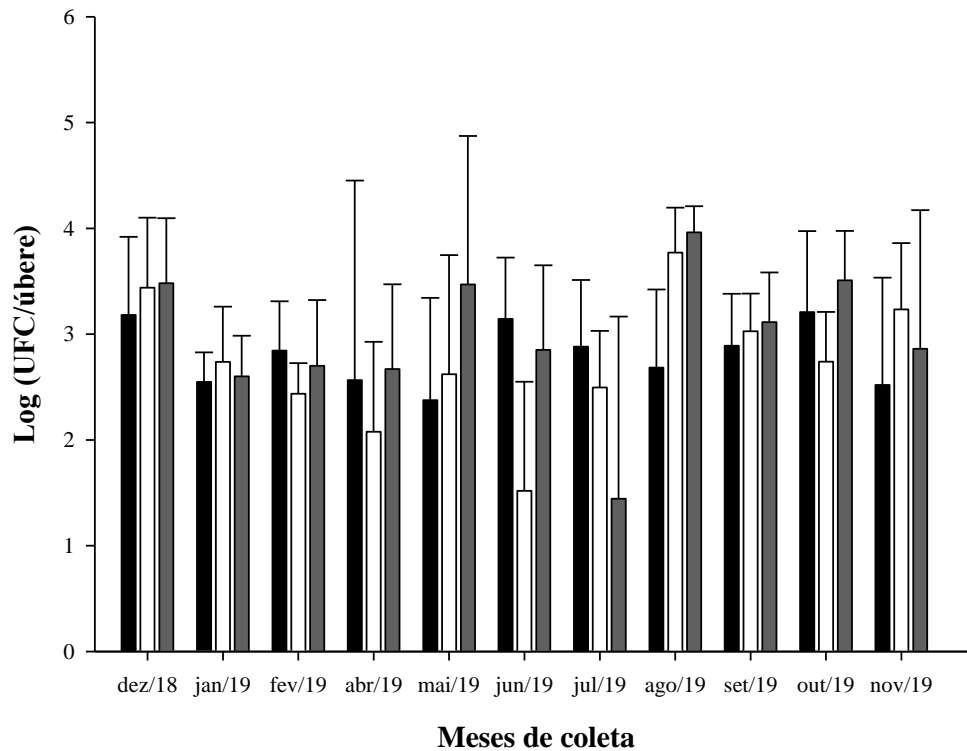


Figura 2. Contaminação de úberes por coliformes totais. As contagens médias [Log(UFC/úbere)] e as barras de erro são apresentadas por lote ao longo período amostral. Lote 1: primíparas (barras pretas); Lote 2: multíparas de alta produtividade (barras brancas); Lote 3: multíparas de baixa produtividade (barras cinzas).

A mastite ocasionada por coliformes pode ser tanto ambiental como contagiosa, resultando em consideráveis prejuízos econômicos ao sistema de produção pela intensidade do quadro clínico, podendo resultar em casos de morte do animal afetado. São denominados coliformes causadores de mastite alguns microrganismos Gram-negativos, tais como: *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* e *Serratia* spp. Infecções intra-mamárias por bactérias coliformes são mais comuns nos três primeiros meses de lactação e, especialmente, no primeiro mês (MACHADO, *et al.*, 2018).

Um estudo realizado para identificação de índices epidemiológicos de mastite em vacas submetidas no sistema de confinamento *Compost Barn* em três fazendas do estado de São Paulo indicou resultados estatísticos muito próximos dos encontrados durante este estudo. A contagem máxima de coliformes identificadas no úbere das vacas para as três fazendas foram de 3,83 Log₁₀ UFC/úbere, 2,40 Log₁₀ UFC/úbere e 2,62 Log₁₀ UFC/úbere. Como os coliformes estão relacionados as duas subclassificações de mastite, os dados encontrados permitiram concluir que as contagens desse grupo

microbiano foram adequadas, visto que não foi observado nenhum caso desse tipo de inflamação intra-mamária durante o estudo (FAVERO *et al.*, 2015).

Embora nenhuma diferença estatística tenha sido observada entre os lotes ao longo dos meses do presente estudo, de maneira geral, o lote 3 (multíparas de baixa produtividade) apresentou os valores médios mais elevados.

De acordo com Black *et al.* (2013), a contagem máxima de coliformes em úberes de vacas leiteiras submetidas em sistema de confinamento do tipo *Compost Barn* deve ser de no máximo 7,64 Log₁₀ UFC/úbere. Portanto, as análises realizadas revelam que a contaminação por este grupo microbiano se encontra dentro de limites aceitáveis, uma vez que a média por lote foi de 2,8 Log₁₀ UFC/úbere para o lote 1, de 2,7 Log₁₀ UFC/úbere para o lote 2, e de 3,0 Log₁₀ UFC/úbere para o lote 3.

Staphylococcus spp. é o grupo microbiano que se destaca como um dos patógenos mais frequentes em casos de infecções intra-mamárias de bovinos em todo o mundo. Este patógeno oportunista possui alto potencial de desenvolvimento de resistência a quase todos os agentes antimicrobianos sintéticos, sendo esta uma das principais razões da baixa taxa de cura de mastite. É altamente contagioso, estando relacionado diretamente à mastite subclínica, principalmente durante o período de lactação (MACHADO, *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018).

Embora as contagens de *Staphylococcus* spp. (Figura 3) tenham sido superiores às médias obtidas para a contaminação por coliformes, o nível de *Staphylococcus* spp. permaneceu razoavelmente estável durante o estudo. O nível deste gênero bacteriano nos tetos foi de $5,35 \pm 0,45$ Log₁₀ UFC por úbere (média SE; N = 33), com CV de 8,48 %.

O lote 2 (multíparas de alta produtividade) apresentou uma maior contaminação por *Staphylococcus* spp. em 6 dos 11 meses avaliados. A contaminação foi menor nos meses de agosto e setembro de 2019.

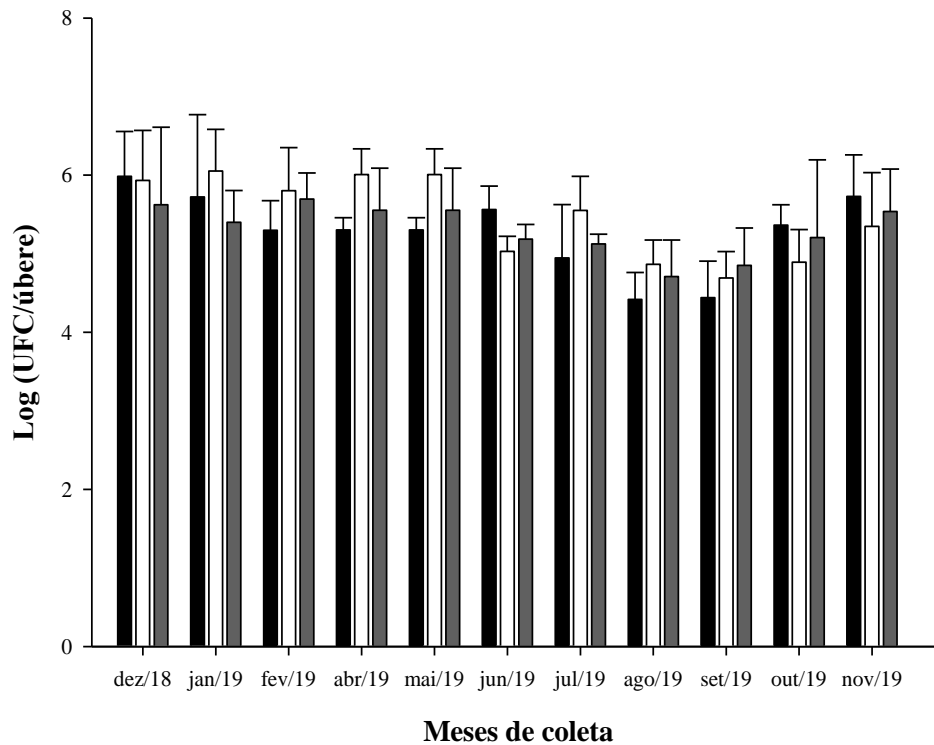


Figura 3. Contaminação de úberes por *Staphylococcus* spp.. As contagens médias [Log(UFC/úbere)] e as barras de erro são apresentadas por lote ao longo período amostral. Lote 1: primíparas (barras pretas); Lote 2: multíparas de alta produtividade (barras brancas); Lote 3: multíparas de baixa produtividade (barras cinzas).

Black et al. (2013) sugere que a contagem máxima para *Staphylococcus* em úbere de vacas leiteiras submetidas em sistema de confinamento do tipo *Compost Barn* deve ser de no máximo 9,2 Log₁₀ UFC/úbere. Sabendo que a contagem média desse grupo microbiano durante as análises do lote 1 foi de 5,3 Log₁₀ UFC/úbere, do lote 2 foi de 5,5 Log₁₀ UFC/úbere e, do lote 3 foi de 5,3 Log₁₀ UFC/úbere, pode-se inferir que a contaminação do úbere das vacas analisadas está dentro dos limites recomendáveis.

Além dos tetos de vacas confinadas no sistema *Compost Barn*, amostras da cama de compostagem obtidas de três diferentes locais também foram avaliadas com relação à contaminação por coliformes totais. A compostagem depende de microrganismos para decomposição da matéria orgânica e produção de dióxido de carbono, água e calor. A mistura é composta por uma fonte de carbono (cama) com material orgânico rico em nitrogênio (esterco/urina), devendo fornecer condições para que ocorra a infiltração de ar no material e manter o nível de umidade (BEWLEY *et al.*, 2012).

A Figura 4 apresenta as médias da contaminação por coliformes totais da cama de compostagem. Os resultados foram obtidos da cama de cada lote ao decorrer dos 12 meses em que as análises foram realizadas, incluindo-se o mês de março de 2019. É possível observar que não houve variação significativa de contagens entre os três locais amostrados (1, 2 e 3). As contagens para cada cama ao longo dos 12 meses também apresentaram-se bastante estáveis (dados não apresentados). O nível de contaminação da cama que forra o piso das vacas do lote 1 foi de 5,7 Log₁₀ UFC/g, enquanto das camas dos lotes 2 e 3 foram de 5,5 Log₁₀ UFC/g. O nível de coliformes totais na cama ficou em $5,55 \pm 0,50$ Log₁₀ UFC/grama (SE médio; N = 36), com CV = 9,03 %.

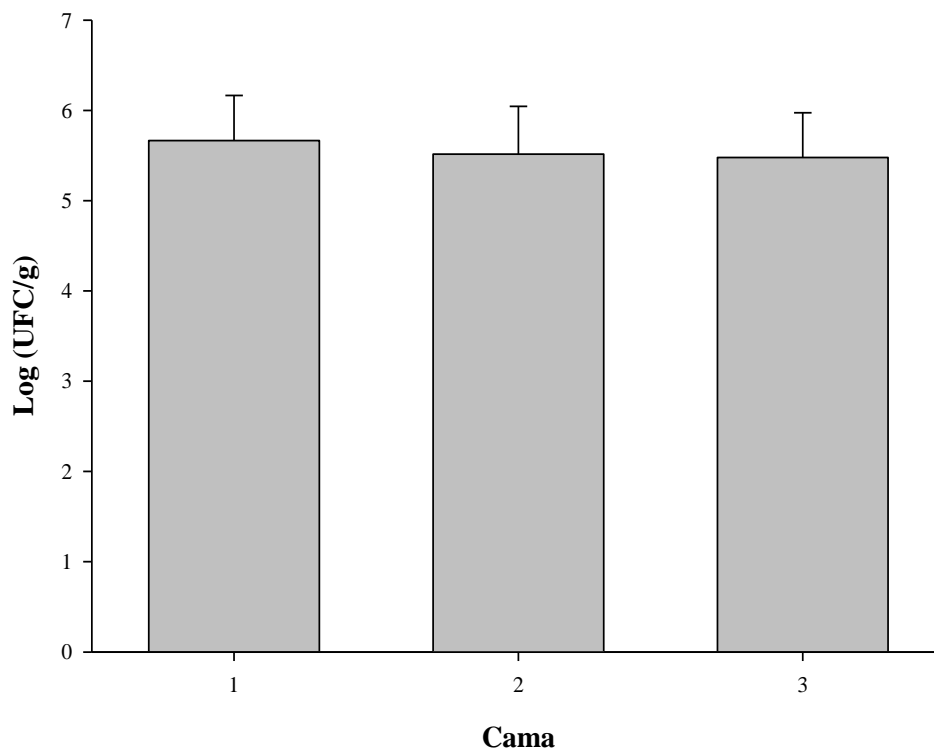


Figura 4. Contagem de coliformes totais na cama de compostagem. As contagens médias [Log(UFC/g)] e as barras de erro são apresentadas por cama dos três lotes de animais ao longo período amostral.

Favero *et al.* (2015) avaliaram a concentração de coliformes em diferentes camas de compostagem de sistema de alojamento *Compost Barn* em três fazendas no Brasil, afim de descrever a variação longitudinal das características das camas. Foram identificadas concentrações de coliformes de 5,40 Log₁₀ UFC/g, 6,0 Log₁₀ UFC/g e 5,0 Log₁₀ UFC/g, com respectivos CV de 15,2 %, 7,9 % e 12,5 %. Esse estudo designou resultados para serem usados por fazendeiros e consultores para gerenciar um

sistema de confinamento do tipo *Compost Barn* e, dessa forma, reduzir a exposição das vacas aos patógenos relacionados a mastite. Devido aos resultados desse estudo estarem muito próximo aos encontrados no trabalho em questão, pode-se sugerir que os resultados encontrados na Fazenda Estância Santa Felicidade estão dentro dos limites aceitáveis.

Para que ocorra um bom processo de compostagem é fundamental o equilíbrio entre os elementos como temperatura, relação carbono-nitrogênio, oxigênio, pH, umidade e matéria prima. Mantendo-se os níveis adequados dos elementos citados, calor suficiente é gerado para secar o material e reduzir a população de microrganismos patogênicos, garantindo-se um processo de compostagem bem-sucedido (EKINCI; KENNER; AKBOLAT, 2006).

Nesse contexto, entende-se que a umidade e a temperatura da cama de compostagem são fatores extremamente relevantes quanto à contaminação microbiana das vacas, ou seja, quanto maior a umidade, menores os níveis de temperatura atingidos, maior a sujidade dos úberes, e conseqüentemente, maior a contaminação. Por isso, as baixas contagens de coliformes e *Staphylococcus* spp. resultantes desse estudo, sugerem que a cama de compostagem avaliada se encontrava em condições satisfatórias de não proporcionar elevado desenvolvimento desses microrganismos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, constatou-se que o sistema de confinamento *Compost Barn* se mostrou eficaz com relação às baixas contagens de coliformes totais e *Staphylococcus* spp. nos úberes das vacas e de coliformes totais na cama de compostagem do celeiro. Uma vez que os mesmos estão diretamente relacionados com a incidência de mastite em vacas, é esperado que os animais tenham risco reduzido de adquirir tal doença infecciosa.

Este trabalho confirma dados já reportados na literatura no qual o sistema de confinamento *Compost Barn* tem se mostrado promissor pelos benefícios oferecidos, principalmente pelo bem-estar animal, aumento nos níveis de produtividade, viabilidade financeira e também por permitir o uso dos dejetos dos animais de maneira benéfica. Porém ainda há a necessidade de mais estudos, especialmente comparativos com outros tipos de sistemas de criação de gado leiteiro, a fim de se ampliar o conhecimento dos benefícios que o *Compost Barn* apresenta em relação aos outros, a fim de subsidiar uma maior aplicação da tecnologia.

REFERÊNCIAS

AIRES, T. A. C. P. **Mastites em Bovinos**: caracterização etiológica, padrões de sensibilidade e implementação de programas de qualidade do leite em explorações do entre-douro e minho. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/2373/1/Mastites%20em%20Bovinos.pdf> f. Acesso em: 19 out. 2021.

BARBERG, A. E. *et al.* Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota. **Journal of Dairy Science**. p.1575-1583. mar,2007. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0022030207716430?token=06F549067C01AA13ACB7B36592095E197E22D8B735DD320FF3AEAF2C2CF6EC8C31840B50ADF458CFF5B7A753C402817&originRegion=us-east-1&originCreation=20211102165622>. Acesso em: 28 set. 2021.

BERRY, D. P. *et al.* Associations Among Body Condition Score, Body Weight, Somatic Cell Count, and Clinical Mastitis in Seasonally Calving Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**. p.637-648. fev,2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207715461>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BEWLEY, J. M.; ROBERTSON, L. M.; ECKELKAMP, E. A. A 100-Year Review: lactating dairy cattle housing management. **Journal of Dairy Science**. p. 10418-10431. dez.2017. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2817%2931030-5>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BEWLEY, J. M. *et al.* **Compost bedded pack barn**: features and management considerations. Kentucky: University Of Kentucky, 2012. Disponível em: <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/id/id206/id206.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

BLACK, R. A. *et al.* Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. **Journal Of Dairy Science**. p. 8060-8074. dez. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213007236>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BLACK, R. A. *et al.* Compost bedded pack dairy barn management, performance and producer satisfaction. **Journal of Dairy Science**. p. 8060-8074. dez. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213007236>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRIGATTI, A. M. **Compost Barn e a produtividade leiteira**. 2015. Instituto de Estudos Pecuários - IEPEC. Disponível em: <https://iepec.com/compost-barn-e-a-produtividade-leiteira/?v=19d3326f3137>. Acesso em: 19 out. 2021.

BRITO, A. S. de; NOBRE, F. V.; FONSECA, J. R. R. **Bovinocultura leiteira**: informações técnicas e de gestão. Natal: Sebrae, 2009. 320 p. Disponível em: http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/59

F7F0013C0E7280832576EB00692AFE/%24File/NT00043CA6.pdf. Acesso em: 29 set. 2021.

CARVALHO, L. A. *et al.* **Manejo Sanitário**: controle de mamite. Controle de Mamite. 2002. EMBRAPA: Gado de Leite. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/manejo/mamite.html>. Acesso em: 09 nov. 2021.

DANIELI, B. **Compost Barn**: dinâmica de utilização da cama e bem-estar animal. 107f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Educação Superior do Oeste, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2019. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000075/0000756b.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

EKINCI, K.; KENNER, H. M.; AKBOLAT, D. Effects of feedstock, airflow rate, and recirculation ratio on performance of composting systems with air recirculation. **Bioresource Technology**. v. 97, n. 7, p. 922-932, mai.2006. Quinzenal. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852405002312>. Acesso em: 21 out. 2021.

FAVERO, S. *et al.* Factors associated with mastitis epidemiologic indexes, animal hygiene, and bulk milk bacterial concentrations in dairy herds housed on compost bedding. **Livestock Science**. Botucatu, p.220-230. set.2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/158599/WOS000365362800032.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2021.

FAVERO, S. *et al.* Longitudinal Trends and Associations between Compost Bedding: characteristics and bedding bacterial concentrations. **Journal of Agricultural Science**. Botucatu. p.58-70. set.2015. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Longitudinal-Trends-and-Associations-between-and-Favero-Portilho/d3348d0eb11c07db8684b363d2979f151edfe2f4>. Acesso em: 01 nov. 2021.

FONSECA, M. D. M. **Dinâmica da mastite e saúde do úbere de vacas leiteiras em sistema compost barn sob condições tropicais**. 2017. 63 f. Dissertação - Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2017. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/15581/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Din%C3%A2mica%20da%20mastite%20e%20sa%C3%BAde%20do%20%C3%BAbere%20de%20vacas%20leiteiras%20em%20sistema%20Compost%20Barn%20sob%20condi%C3%A7%C3%B5es%20tropicais.pdf. Acesso em: 24 set. 2021.

GALL, J. **Free Stall é sistema de confinamento que garante a produção leiteira**. 2019. Portal Vida no Campo. Disponível em: <https://agro20.com.br/free-stall/>. Acesso em: 09 nov. 2021.

GUIMARÃES, A. S. **Sistema Compost Barn**: caracterização dos parâmetros de qualidade do leite e mastite, reprodutivos, bem estar animal, do composto e econômicos

em condições tropicais. 2018. Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/209863/sistema-compost-barn-caracterizacao-dos-parametros-de-qualidade-do-leite-e-mastite-reprodutivos-bem-estar-animal-do-composto-e-economicos-em-condicoes-tropicais>. Acesso em: 15 abr. 2019.

HENRICH, K. *et al.* Mastite: entrave econômico e sanitário da bovinocultura leiteira. In: XXII SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2017, Cruz Alta. **Anais Unicruz**. Open Journal Systems, 2017. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2017/XXII%20SEMIN%C3%81RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202017%20-%20ANAIS/GRADUA%C3%87%C3%83O%20-%20RESUMO%20EXPANDIDO%20-%20EXATAS,%20AGR%C3%81RIAS%20E%20ENGENHARIAS/MASTITE-%20ENTRAVE%20ECON%C3%94MICO%20E%20SANIT%C3%81RIO%20DA%20BOVINOCULTURA%20LEITEIRA.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.

LADEIRA, S. R. L. Mastite Bovina. In: CORREA, Franklin Riet *et al.* **Doenças de Ruminantes e Equinos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. p. 294-307. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/equinocultura/livros/DOENCAS%20DE%20RUMINANTES%20E%20EQUINOS.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

LOBECK, K. M. *et al.* Bem-estar animal em embalagens com ventilação cruzada e compostagem, e celeiros de leite naturalmente ventilados no meio-oeste. **Journal Of Dairy Science**. Minnesota, p. 5469-5479. nov. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021100573X#!>. Acesso em: 19 out. 2021.

MACHADO, G. P. *et al.* **Detection of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* and *Escherichia coli* in Brazilian mastitic milk goats by multiplex-PCR**. 2018. Pesquisa Veterinária Brasileira. v. 38, p. 1358–1364. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328398541_Detection_of_Staphylococcus_aureus_Streptococcus_agalactiae_and_Escherichia_coli_in_Brazilian_mastitic_milk_goats_by_multiplex-PCR. Acesso em: 24 set. 2021.

MARTINS, J. D. **Estudo da etiologia das principais bactérias isoladas de mastite bovina em rebanhos leiteiros de propriedades rurais de Goiás**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - Go, 2012. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/Dissertacao2012_Juliana_Martins.pdf. Acesso em: 19 out. 2021.

MELO, L. J. U. N. **Mastite em rebanhos bovinos: Revisão da literatura**. 2020. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal Goiano. Morrinhos - GO. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1525/1/TCC%20Mastite%20-%20Leonardo%20edicao%2022.01.21.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

OLIVEIRA, V. M. *et al.* **Como identificar a vaca com mastite em sua propriedade**. Brasília: Embrapa: Gado de Leite, 2015. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140323/1/Cartilha-Mastite-completa.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2021.

PERES NETO, F.; ZAPPA, V. Mastite em Vacas Leiteiras: Revisão da Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Garça - Sp, Jan. 2011. Semestral. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/5bifPwQOBxdHFp_2013-6-26-11-19-44.pdf. Acesso em: 19 out. 2021.

RADAVELLI, W. M. **Caracterização do sistema Compost Barn em regiões subtropicais brasileiras**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó - Sc, 2018. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000046/0000466f.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.

RODRIGUES, A. R. O. **Influência da Mastite na Qualidade do Leite *In Natura***: Revisão da literatura. 2009. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Recife – PE. Disponível em: <https://www.equalisveterinaria.com.br/wp-content/uploads/2018/12/Ana-Rosa.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

ROSA, P. P. *et al.* Eficiência produtiva de vacas leiteiras primíparas e multíparas: uma revisão. **Revista Científica Rural: Revista Técnico-científica**, Bagé - RS, v.21, n.2, p.406-420, mar.2019. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/2750>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SÁ, J. P. N. *et al.* Os principais microorganismos causadores da mastite bovina e suas consequências na cadeia produtiva de leite. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. Pombal – PB. p. 01-13, mar. 2018. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/5785>. Acesso em: 15 out. 2021.

SILANO, C.; SANTOS, M. V. Você sabe o que é um Compost Barn? **Revista Leite Integral**, Belo Horizonte – MG. 2012. Disponível em: <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/voce-sabe-o-que-e-um-compost-barn>. Acesso em: 28 set. 2021.

SOARES, K. D. A. **Pesquisa de *Staphylococcus aureus* enterotoxigênicos formadores de biofilmes isolados de bovinos com mastite em rebanhos leiteiros e perfil de resistência frente a desinfetantes**. 2019. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Biociência Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE. Disponível em: http://www.pgba.ufrpe.br/sites/ww4.pgba.ufrpe.br/files/documentos/karla_danielle_alm_eida_soares.pdf. Acesso em: 15 out. 2021.

TOZZETTI, D. S.; BATAIER, M. B. N.; ALMEIDA, L. R. de. Prevenção, controle e tratamento das mastites bovinas – Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Ano VI, n.10, 2008. Universidade Estadual de Santa Catarina. Disponível

em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/YFbjMNRGCotOL73_2013-5-28-15-25-40.pdf. Acesso em: 19 out. 2021.

VESCO, J. D. *et al.* Monitoramento dos agentes causadores de mastite e a susceptibilidade aos antimicrobianos. **Expressa Extensão**. Pelotas, v. 22, n. 1, p. 34-50, jul.2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/expressaextensao/article/view/7886/74>. Acesso em: 25 set. 2021.