

Mastites causadas por *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.* e *Streptococcus uberis* relacionadas ao sistema de produção *Compost Barn* e o impacto na qualidade do leite

BARBARA HELENA ALVES FERREIRA¹
LARYSSA FREITAS RIBEIRO²

RESUMO

A mastite, inflamação da glândula mamária, é a doença infecciosa mais comum em rebanhos leiteiros, sendo também uma doença que leva a grandes prejuízos econômicos e pode ser um risco à saúde pública. Atualmente, o sistema de produção *Compost Barn* é utilizado por apresentar muitas vantagens para a produção de leite. Dentre estas estão o maior conforto e higiene dos animais, menor incidência de problemas de casco e pernas, menor contagem de células somáticas e contagem bacteriana, aumento da detecção de cio e da produção de leite, redução do odor e incidência de moscas, redução do acúmulo e descarte de dejetos. Por meio de diversos estudos, fica claro que quando bem manejado esse sistema tem o potencial de apresentar ótimas condições de higiene animal, menor incidência de mastite e uma maior produtividade e qualidade do leite. Mas, devido à natureza orgânica da cama desse sistema, pode ocorrer aumento da exposição a patógenos de mastite ambiental e conseqüentemente, maior risco de infecção intramamária em vacas em lactação. O uso do sistema *Compost Barn* é uma ótima alternativa para o confinamento de vacas leiteiras, porém é de extrema importância garantir o adequado funcionamento de todos os fatores que possam influenciar o aumento da incidência de mastite. Baseado nisso, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a mastite clínica causada por *Escherichia Coli*, *Streptococcus uberis* e *Klebsiella spp.* em sistemas de *Compost Barn*, abordando os principais aspectos e efeitos sobre a saúde do animal, produção e qualidade do leite, além dos impactos econômicos, aspectos epidemiológicos e microbiológicos dos agentes, controle e prevenção dessa enfermidade.

Palavras-chave: bem-estar animal, confinamento, infecção mamária, manejo de ordenha, sanidade animal.

ABSTRACT

Mastitis, inflammation of the mammary gland, is the most common infectious disease in dairy herds, being also a disease that leads to great economic losses and can be a risk to public health. Currently, the Compost Barn production system is used because it has many advantages for milk production. Among these are improved animal comfort and hygiene, lower incidence of hoof and leg problems, lower somatic cell and bacterial counts, increased estrus detection and milk production, reduced odor and incidence of flies, reduced accumulation and disposal of waste. Through several studies, it is clear that when well managed this system has the potential to present excellent conditions of animal hygiene,

¹ Médica Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e pós-graduanda em Defesa Sanitária e Inspeção de Produtos de Origem Animal, pelo fope Educacional.

² Professora orientadora, graduada em Medicina Veterinária, mestre e doutora em Medicina Veterinária (Universidade Estadual Paulista - UNESP/Jaboticabal-SP). Professora de Medicina Veterinária (Centro Universitário Mário Palmério - UNIFUCAMP/Monte Carmelo-MG) (laryssaribeiro84@gmail.com)

lower incidence of mastitis and greater productivity and milk quality. But, due to the organic nature of the litter in this system, there may be increased exposure to environmental mastitis pathogens and, consequently, an increased risk of intramammary infection in lactating cows. The use of the Compost Barn system is a great alternative for the confinement of dairy cows, but it is extremely important to ensure the proper functioning of all factors that may influence the increase in the incidence of mastitis. Based on this, the objective of this work was to characterize clinical mastitis caused by *Escherichia Coli*, *Streptococcus uberis* and *Klebsiella* spp. in Compost Barn systems, addressing the main aspects and effects on the animal's health, milk production and quality, in addition to the economic impacts, epidemiological and microbiological aspects of the agents, control and prevention of this disease.

Keywords: animal welfare, confinement, breast infection, milking management, animal health.

INTRODUÇÃO

A mastite é a inflamação da glândula mamária que ocorre em resposta à infecção intramamária por bactérias, micoplasmas, fungos e/ou algas. É a doença infecciosa mais comum em rebanhos de bovinos leiteiros, sendo também a que causa maiores prejuízos econômicos deste tipo de produção devido à redução do volume, da qualidade do leite, aumento dos custos com tratamentos e prevenção, descarte de vacas cronicamente infectadas e mortalidade de animais. Além disso, pode ser um risco potencial à saúde pública, devido a eliminação no leite de microrganismos causadores de zoonoses e toxinas produzidas por estes microrganismos.

Clinicamente, a mastite pode ser classificada quanto a sua forma de manifestação, clínica ou subclínica. A forma clínica caracteriza-se por alterações na glândula mamária (edema, aumento de temperatura, endurecimento, vermelhidão e dor) e nas características do leite, como presença de grumos e pus. Já na subclínica, apesar de ocorrer quedas no volume de leite produzido, não são observadas alterações no aspecto do leite e sinais clínicos no animal (Fonseca e Santos, 2001), sendo por isso responsável pelos maiores prejuízos relacionados a mastite. Porém, vale ressaltar que a mastite clínica também determina grandes perdas econômicas.

Os agentes causadores da mastite podem ter origem ambiental ou contagiosa. Os microrganismos contagiosos são adaptados a sobreviverem no hospedeiro (Bradley, 2002) e transmitidos principalmente durante a ordenha, levando, na maioria das vezes, à ocorrência de infecções subclínicas, de longa duração, resultando em mastites crônicas (Bressan, 2000). Segundo Bradley (2002), os patógenos ambientais não estão adaptados à sobrevivência no hospedeiro e, por isso, tem maior incidência da forma clínica. De acordo com Santos (2001), esses microrganismos determinam casos clínicos agudos de evolução rápida, com maior concentração no pós-parto e maior taxa de infecção durante os períodos chuvosos, com a transmissão ocorrendo principalmente no intervalo entre as ordenhas.

Os microrganismos mais importantes e frequentemente relacionados com a ocorrência dessa doença são os *Staphylococcus* spp. (*S. aureus*, *S. coagulase* negativo), *Streptococcus* spp. (*S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *S. uberis*, *S. zooepidemicus* e *S. equinus*), coliformes (*Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Citrobacter* spp. e *Enterobacter* spp.), *Pseudomonas* spp., *Arcanobacterium* spp., *Prothoteca zopfii*, *Mycoplasmas* spp., *Nocardia* spp., *Bacillus cereus*, *Serratia marcescens* e *Candida* spp. (Radostis et al., 2006).

Atualmente, em propriedades em que os agentes contagiosos da mastite já foram parcialmente controlados, devido às ações direcionadas aos patógenos contagiosos como *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*, tem-se observado aumento da incidência de infecções

intramamárias causadas por patógenos ambientais como *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* (Hogan e Smith, 2012).

Atualmente, algumas propriedades no Brasil têm implantado o sistema de instalação *Compost Barn* para novilhas e vacas em lactação que quando bem manejado contribui para diminuir a contagem de células somáticas (CCS). Outras vantagens desse sistema são: garantir aos animais maior conforto e higiene, possibilitar a menor incidência de problemas de casco e pernas, aumentar a detecção de cio e a produção de leite e diminuir o odor e incidência de moscas. Outra vantagem, neste sistema é a compostagem do material da cama que poderá ser utilizado na agricultura como adubo (Bewley *et al.*, 2013).

REVISÃO DE LITERATURA

Compost Barn

O sistema de instalação *Compost Barn* tem como objetivos garantir aos animais maior conforto e higiene, possibilitar a menor incidência de problemas de casco e pernas, diminuir a contagem de células somáticas (CCS), aumentar a detecção de cio e a produção de leite e diminuir o odor e incidência de moscas. Além disso, neste tipo de sistema ocorre a compostagem do material da cama que poderá ser utilizado posteriormente na agricultura por ser uma excelente fonte de nutrientes para as plantas. Atualmente, algumas propriedades no Brasil têm implantado esse sistema para novilhas e vacas em lactação.

Esse sistema foi desenvolvido, em meados dos anos 80, em fazendas leiteiras no estado de Virgínia, Estados Unidos. (Janni *et al.*, 2007) e no Brasil, os primeiros relatos são de 2012 (Brito, 2016). Ele consiste em um grande galpão coberto, ventilado, sem repartições e com área de descanso revestida, normalmente, por serragem ou maravalha (Santos, 2016). Dentro do galpão, a área sob a cama é de terra compactada e pode haver um corredor de piso de concreto (corredor de alimentação) de livre acesso, anexo a área da cama, onde estão localizados os comedouros e bebedouros (Barbeg, 2007).

O *Compost Barn* é baseado na compostagem tradicional, em que os materiais orgânicos são degradados por meio da decomposição microbiológica aeróbica (Janni *et al.*, 2007). O material da cama é fonte de carbono que, juntamente com fezes e urina (ricos em nitrogênio), são necessários para a fermentação aeróbia da matéria orgânica (Santos, 2016) com a produção de dióxido de carbono (CO₂), água e calor.

A cama deve ser ventilada duas a três vezes por dia, numa profundidade de 25 a 30 cm, para incorporar os resíduos animais e garantir que o processo continue aeróbico, e ser renovada a cada duas a cinco semanas, de acordo com o espaçamento definido por vaca no barracão e completamente trocada após um ano (Barberg *et al.*, 2007). Segundo Galama *et al.* (2011), não agitar a profundidade suficiente poderá criar uma condição anaeróbica muito próxima da superfície e diminuição da temperatura da cama o que poderá acarretar em vacas sujas, contagens de células somáticas elevadas e um maior risco de ocorrência de mastite clínica (Black *et al.*, 2013), além de consequências negativas para a qualidade do ar dentro do barracão, com aumento do nível de metano, ácidos orgânicos e sulfato de hidrogênio (Misra *et al.*, 2003).

Alguns fatores interferem na troca da cama, como a estação do ano, a umidade, as chuvas, a temperatura ambiente e a taxa de lotação (Barberg *et al.*, 2007). Segundo esse mesmo autor, uma alta taxa de lotação aumenta a compactação da cama, diminuindo o espaço para a circulação do ar e, de acordo com Siqueira (2013), ainda há um aumento na quantidade de fezes e urina acima do ideal, provocando níveis indesejados de umidade, temperatura e pH. Assim, se for indevidamente tratado, pode ser uma fonte de agentes patogênicos no ambiente (Damasceno *et al.*, 2012).

Para assegurar o funcionamento adequado desse sistema é fundamental garantir condições necessárias para um bom processo de compostagem, levando em conta fatores como temperatura, relação carbono/nitrogênio, pH, umidade, matéria prima, revolvimento da cama, ventilação, temperatura, estrutura bem projetada e densidade correta de animais. Assim, há uma boa atividade dos microrganismos e com isso, ocorre a rápida degradação da matéria orgânica que produz calor para secar o material e reduzir a população de microrganismos patogênicos (Bewley *et al.*, 2013).

Em um estudo realizado por Damasceno (2012) com 42 produtores americanos que adotaram esse sistema, os seguintes benefícios foram relatados: melhora do conforto, do escore de higiene e das condições de cascos e pernas; baixa manutenção; adequado para vacas recém-paridas, velhas e com problemas de cascos; menor contagem de células somáticas; facilidade de manejo com os dejetos e aumento da detecção de cio, da ingestão de matéria seca, da produção e da longevidade.

Uma forma de mensurar o bem-estar animal, por exemplo, é o tempo em que os animais permanecem deitados. E, segundo Barberg (2007), as vacas alojadas nesse sistema permaneceram deitadas 9,3 horas por dia, mais tempo quando comparado ao sistema *Free Stall*. Para cada hora a mais que o animal permanece deitado, houve um aumento de 1,6 kg de leite por dia em uma avaliação de vários estudos realizada por Grant (2007). Porém, para Fregonesi e Leaver (2001) o aumento do tempo da vaca deitada provavelmente aumenta a exposição do úbere a patógenos ambientais, aumentando o risco de mastite, demonstrando a importância do correto manejo desse sistema.

Além da melhora no bem-estar animal, Barberg *et al.* (2007) relataram queda na contagem de células somáticas (CCS), que se estabeleceram em 325.000 células/mL e, portanto, redução nas taxas de mastite. Brito (2016) acompanhou por 12 meses, após a implantação do *Compost Barn* em duas fazendas no sul de Minas Gerais, a contagem bacteriana total (CBT) e CCS do leite do tanque de refrigeração. Esse autor observou reduções de CCS e CBT e aumento na produção, que parecem estar relacionadas à redução do desafio de ambiente, melhoria da condição de higiene das vacas antes da ordenha e no momento da ordenha e melhoria no sistema imune das vacas promovida pelo ambiente mais confortável.

Outro benefício deste sistema é em relação ao custo de implantação desse sistema em relação a outros, como o *Free Stall*, pelo fato de requerer menor quantidade de concreto e divisórias de camas (Barberg *et al.*, 2007; Black *et al.*, 2012). Outra vantagem é a redução do acúmulo e descarte de dejetos e não precisar ter um rebanho de tamanho uniforme ou apenas de uma raça no plantel, pois como as camas são abertas, tamanho, peso e raça não são fatores limitantes para sua instalação (Santos, 2012). Apesar disso, para Brito (2016) a principal desvantagem é a necessidade do trator e dos implementos para revolver a cama, que é fundamental para o correto funcionamento do sistema.

O uso do sistema *Compost Barn* é uma ótima alternativa para o confinamento de vacas leiteiras no contexto atual, no qual o bem-estar animal é cada vez mais enfatizado, e o desenvolvimento da pecuária leiteira tem sido limitado pelo seu impacto ambiental. (Fávero, 2015). Esse sistema é sustentável por uma diminuição na contaminação ambiental (menor eliminação de dejetos animais) e redução significativa na emissão de gases com potencial efeito de aquecimento global (Janni *et al.*, 2007).

Escherichia coli*, *klebsiella spp.* e *Streptococcus uberis

As bactérias *Escherichia coli* e *Klebsiella spp.* são coliformes, Gram negativos de origem ambiental e a presença de lipopolissacarídeo (LPS) é uma das principais características da membrana celular desses microrganismos.

Escherichia coli é uma bactéria em forma de bastonete, anaeróbica facultativa, algumas movem-se por meio de flagelos, tem crescimento ótimo em condições aeróbicas a 37°C e são

fermentadoras de lactose (Gomes, 2013). É habitante normal do trato intestinal de mamíferos e se comporta como patógeno oportunista, podendo causar mastite quando o animal apresenta queda de imunidade (Santos, 2012).

Segundo Bradley e Green (2000) esta bactéria pode persistir em latência na glândula mamária durante o período seco causando casos clínicos na próxima lactação. Wenz *et al* (2006) sugeriram que cepas de *E. coli* que causam mastite aguda não possuem fatores de virulência específicos e que não é necessário a fixação desses agentes no epitélio mamário na patogenia da mastite aguda por coliformes.

Já a *klebsiella* spp. é uma bactéria em forma de bastonete, imóvel, encapsulada e anaeróbia facultativa. Esse microrganismo habita naturalmente o solo, trato gastrintestinal das vacas leiteiras e camas orgânicas a base de serragem. Por possuir a capacidade de penetrar em tecidos mais profundos da glândula mamária pode, por isso, causar grande perda de produção de leite e cronificação da mastite, assim as perdas de produção são mais longas do que as causadas por *E. coli* e com maior risco de descarte das vacas. Cerca de 70% das vacas apresentam isolamento positivo para esse patógeno nas fezes (Santos, 2016).

Com relação ao *Streptococcus uberis*, estes são cocos Gram positivos, imóveis, algumas vezes capsulados (cápsula de ácido hialurônico), anaeróbios facultativos, com crescimento ótimo entre 35 a 37 °C, e não resistem ao aquecimento a 60 °C por 30 minutos (Gomes, 2013). Este microrganismo é encontrado no solo, na pele do animal, trato urogenital, tonsilas, rúmen, fezes e no material orgânico usado em camas. É um importante agente etiológico da mastite, principalmente, durante o período seco, periparto e início de lactação, e apresenta uma ampla variedade de cepas responsáveis por reinfecções ou por novos casos. (Santos, 2014).

Resistências a condições adversas e antimicrobianos

Os coliformes apresentam grande resistência aos antimicrobianos tradicionais e são considerados responsáveis por surtos de intoxicações alimentares em seres humanos (Nam *et al.*, 2009). Alguns fatores contribuem para a aquisição de resistência por parte desses microrganismos, como o maior contato com populações bacterianas dentro de um ambiente e uso inadequado de antimicrobianos, que facilitam a transferência de material genético e assim novas bactérias adquirem genes de resistência (Hammad *et al*, 2008).

Os principais fatores de virulência da *E. coli* incluem endotoxinas, adesinas (adesão em células hospedeiras), cápsulas de polissacarídeos, antígeno O, produção de β -lactamases, capacidade de utilizar lactose como fonte de energia e sobreviver próximo a condições anaeróbicas. A endotoxina ou LPS é o principal fator de virulência destas bactérias e é composto por três camadas, sendo que na mais externa está localizado o antígeno O e a porção mais interna composta pelo lipídio A que é a porção tóxica das endotoxinas de bactérias Gram negativas (Hogan e Smith, 2003).

O LPS lançado durante a fase de multiplicação ou destruição do patógeno na cisterna do teto ou do úbere estimula a produção de grande quantidade de mediadores inflamatórios (Burvenich *et al.*, 2007), que são responsáveis pela ocorrência dos sinais clínicos locais e sistêmicos, além de aumentar a resistência da bactéria à ação de alguns antibióticos, pois diminuem a permeabilidade da membrana e reduz a entrada do antibiótico dentro da célula bacteriana (Burton *et al.*, 2002).

Além do LPS, outro mecanismo de resistência dos Gram-negativos é a produção de enzimas β -lactamases. Essas enzimas inativam a ação de vários antimicrobianos da classe dos β -lactâmicos que são muito utilizados na terapia de vaca seca (Watson *et al.*, 2011). Santos (2016) também relatou que os antibióticos apresentam eficácia limitada no tratamento de mastite clínica causada por *Klebsiella* spp., mas que a administração de antibióticos a base de cefalosporinas de 3ª e 4ª geração, enrofloxacina ou marbofloxacina aumentam a taxa de

sobrevivência e reduzem o risco de descarte da vaca. Porém, a produção de β -lactamases de espectro ampliado (ES β LS) por *Klebsiella pneumoniae* e *E. coli* são capazes de hidrolisar estes novos antimicrobianos (Paterson *et al.*, 2003).

Nóbrega (2011) testou vários antimicrobianos em 107 amostras de *K. pneumoniae* provenientes do ambiente, da pele dos animais, do leite oriundo do tanque de expansão e de infecções intramamárias para diagnóstico da produção de ES β LS.

Além disso, neste estudo foram isoladas cepas no tanque de expansão representando um potencial risco à saúde pública, e também em amostras ambientais indicando que patógenos ambientais multirresistentes podem causar quadros de infecções intramamárias. No Brasil, ainda não existem relatos de cepas de *K. pneumoniae* produtoras destas enzimas oriundas de animais de produção (Nóbrega, 2011).

Ao contrário dos coliformes, *S. uberis* geralmente é sensível aos beta-lactâmicos (principalmente à cefalotina), à novobiocina, lincomicina e ao cloranfenicol. E são relatadas resistências à estreptomicina, gentamicina, canamicina, espectinomicina, tetraciclina e à eritromicina (Santos, 2004).

Vários potenciais fatores de virulência foram identificados em *S. uberis*, incluindo cápsula de ácido hialurônico (resistência à fagocitose), hialuronidase (disseminação da bactéria através das barreiras de tecido conjuntivo do organismo), PauA e SUAM. A proteína PauA é responsável pela ativação, *in vitro*, do plasminogênio permitindo sua conversão em plasmina que hidrolisa a caseína presente no leite, disponibilizando nutrientes para o crescimento desse microrganismo (Rosey *et al.*, 1999). Já a proteína SUAM, *in vitro*, facilita a adesão e internalização de algumas cepas de *S. uberis* nas células epiteliais da glândula mamária sem comprometer a viabilidade celular, escapando assim do sistema imune do hospedeiro (Zadoks *et al.*, 2007).

A sobrevivência desse agente no ambiente é menor que quatro semanas, mas há constante reintrodução, provavelmente via contaminação fecal (Ward *et al.*, 2009). E este não é capaz de se multiplicar em temperaturas abaixo de 7°C, mas tem boa capacidade de multiplicação acima de 21°C. Assim, por não apresentar condições de crescimento em resfriamento adequado, elevados níveis de *S. Uberis* em leite, com bom resfriamento, são sugestivos de problemas de mastite no rebanho, uma vez que este agente não apresenta crescimento depois de sua saída da glândula mamária (Santos, 2004).

Características das mastites e sinais clínicos

Em fazendas leiteiras desenvolvidas ao redor do mundo, a prevalência de patógenos contagiosos tem sido reduzida devido às medidas de controle e o uso de testes diagnósticos para a detecção dessa enfermidade (Rodrigues *et al.*, 2005), como o teste de caneca de fundo escuro e o *California Mastitis Tests* (CMT). Porém, a incidência de mastite clínica causada por bactérias de origem ambiental, como os coliformes e *Streptococcus uberis* tem gerado problemas em rebanhos (Oliveira e Ruegg, 2013) com CCS inferior a 150.000 células/mL (Santos, 2004). Os estreptococos ambientais também são uma das principais causas de mastite subclínica em rebanhos em todo o mundo (Jobim *et al.*, 2010).

Segundo Bradley (2002), os patógenos ambientais por não estarem adaptados à sobrevivência no hospedeiro, normalmente, desencadeiam infecções clínicas que apresentam maior ocorrência no início da lactação. Bradley e Green (2000) citam que 60 % das infecções causadas por coliformes ocorrem no período seco, principalmente nas duas semanas após a secagem e nas duas semanas antes do parto, podendo ocorrer cura espontânea ou mais raramente permanecer latentes e ocasionalmente desenvolver sinais clínicos durante a lactação. Nessa fase, alguns fatores favorecem a instalação de infecções intramamárias, como maior acúmulo de leite na glândula que gera uma dilatação do canal da teta, menor eficiência

de fagocitose, ausência de desinfecção dos tetos e remoção de bactérias devido a interrupção da ordenha (Hurley e Morin, 2001).

Dos coliformes, a *Escherichia coli*, geralmente, é a causa predominante de infecções intramamárias, porém normalmente é eliminada pela resposta imune da vaca após um breve período, com média de duração menor que 10 dias (Hogan e Smith, 2008).

O quadro clínico desencadeado por este patógeno, geralmente é moderado e raramente causa elevada CCS do tanque. Nos casos superagudos há uma intensa inflamação com a presença de sinais sistêmicos e nas formas aguda e subaguda há presença de grumos no teste da caneca e os sinais inflamatórios são mais discretos (Santos e Fonseca, 2007). A gravidade dos sintomas dos casos clínicos é feita por escores:

- Grau 1: apenas alterações no leite (coágulos, grumos, pus, sangue e coloração amarelada);
- Grau 2: alterações no leite e também no úbere (inchado, dolorido e avermelhado);
- Grau 3: alterações no leite, no úbere e sistêmicas (febre, dispneia, hipotensão, prostração e anorexia).

As mastites clínicas são características de patógenos ambientais, porém esses podem se adaptarem ao hospedeiro. Em um rebanho na Austrália, cepas idênticas de *S. uberis* foram isoladas de diferentes quartos de uma mesma vaca e entre diferentes animais mostrando uma provável rota contagiosa de infecção ou adaptação do microrganismo ao hospedeiro (Phuektes *et al.*, 2001). Para Zadoks (2007) as cepas de *S. uberis* adaptadas causam mastites subclínicas crônicas, possivelmente através de aderência às células epiteliais da glândula mamária e internalização, o que permite a sua disseminação entre as vacas em lactação. Já as cepas não adaptadas ao hospedeiro, que possuem o ambiente como fonte de infecção, provocam uma intensa resposta imune, resultando na maioria das vezes em mastite clínica geralmente de curta duração, e podem atingir tanto animais lactantes quanto vacas secas, assim como novilhas.

Em rebanhos com elevado número de vacas infectadas por *Streptococcus uberis* podem ocorrer elevadas contagens bacterianas (CBT) do leite do tanque, impactando sua qualidade. Assim, a contagem bacteriana total do leite pode ser útil na identificação de surtos de mastites causadas por *Streptococcus uberis*. (Santos, 2014).

Diagnóstico das mastites

Os coliformes e *Streptococcus uberis* estão geralmente associados a casos de mastite clínica, porém estes também podem ser responsáveis por mastite subclínica. No caso da mastite subclínica são necessários testes auxiliares, como a contagem eletrônica de células somáticas para o diagnóstico. Já o diagnóstico da mastite clínica é feito pelo teste da caneca de fundo escuro e pelos de sinais da inflamação como a presença de dor, edema no úbere, vermelhidão local, consistência enrijecida da glândula e modificação das características da secreção do leite. (Fonseca e Santos, 2001).

A fase inicial da mastite clínica pode ser detectada precocemente utilizando-se a caneca de fundo escuro antes de cada ordenha. Esse é um teste prático e eficiente em que observa-se, nos jatos de leite, se há alterações de cor, consistência ou presença de grumos, pus ou sangue (Campos e Lizieire, 1993). A detecção precoce da mastite clínica evita o contágio e garante maior sucesso no tratamento, porém não exclui a necessidade da realização da cultura microbiológica e do antibiograma (Fonseca e Santos, 2001).

A análise microbiológica permite a identificação dos microrganismos responsáveis pelas infecções no rebanho (Costa *et al.*, 2001). Essa identificação é fundamental para elaborar um controle efetivo da mastite e para as recomendações de tratamento, sendo imprescindível a realização de culturas microbiológicas (figura 1) para identificação do microrganismo, do

antibiograma, para identificação do melhor antimicrobiano e, se necessário, o descarte de animais (Fonseca e Santos, 2001).

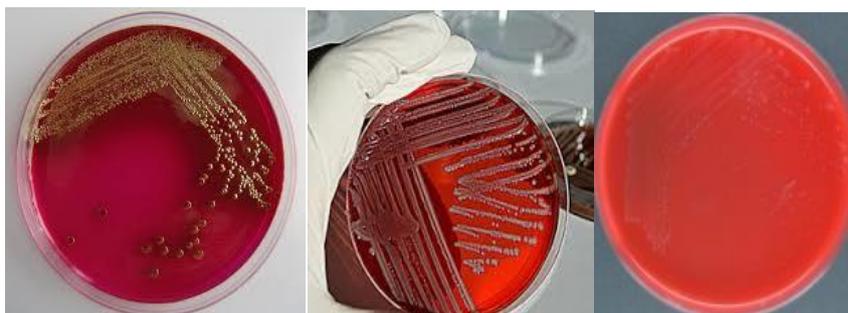


Figura 1: Culturas microbiológicas (da esquerda para a direita): *E.coli*, *Klebsiella* spp. e *S.uberis*.

Aspectos epidemiológicos - Transmissão no rebanho

A transmissão da mastite ambiental, na maioria dos casos, ocorre no período entre as ordenhas, embora também possa ocorrer no momento da ordenha. A contaminação ocorre pelo contato das pernas, úbere e tetos com fezes, urina, barro e camas orgânicas (Santos, 2016). Assim, todos os animais estão expostos, porém a maior ou menor ocorrência das infecções intramamárias não está relacionada somente ao ambiente, também está ligada a outros fatores relacionados ao animal e ao agente etiológico (Hurley e Morin, 2001).

Assim, os fatores ligados ao meio ambiente envolvem a ordenha, manejo, clima e nutrição. De acordo com Rasmussen e Madsen (2000), o equipamento de ordenha, se em mau funcionamento pode proporcionar meio favorável à colonização e multiplicação microbiana. Algumas situações, como tetos molhados, deslizamento e queda das teteiras, equipamento de ordenha com problemas que possam levar a lesões nos tetos podem aumentar o risco de novos casos de mastite durante a ordenha por patógenos ambientais adaptados ao hospedeiro (Santos, 2004).

Já os fatores relacionados ao animal envolvem a resistência natural (física e imunológica), o estágio de lactação, raça, conformação da glândula e tetos, idade (Hurley e Morim, 2001), contagem de células somáticas (CCS) na lactação anterior e histórico de casos clínicos (Breen *et al.* 2009). As fêmeas mais velhas são mais susceptíveis devido a lesões e desgaste do esfíncter da teta e pelo maior tempo de exposição aos patógenos ambientais (Hogan e Smith, 2003).

O primeiro mês de lactação é um fator de maior risco de mastite clínica para as primíparas do que para as multíparas, isso pode ser explicado devido ao efeito imunossupressor do parto (Ruegg, 2009). Para este mesmo pesquisador, as multíparas que apresentaram um caso clínico de mastite na lactação anterior apresentam 4,2 vezes mais probabilidade de ter um novo caso nos primeiros 120 dias de lactação. O histórico de casos clínicos também aumenta o risco de mastite provavelmente devido a problemas com a eficiência do tratamento que mascaram os sintomas, e ao reaparecerem são erroneamente consideradas como uma nova infecção (Schroeder, 2012).

Outro fator de risco é a presença de raças europeias mais puras no rebanho, que, geralmente, têm maiores chances de ter mastite clínica do que raças zebuínas e seus cruzamentos (Oliveira, 2015). Além disso, na estação chuvosa, a suscetibilidade do hospedeiro também aumenta devido ao calor e umidade, que também permitem maior crescimento de bactérias ambientais, e ao estresse térmico (Hogan e Smith, 2003).

Segundo Oliveira (2015) as influências dos fatores ligados ao hospedeiro são semelhantes entre *S. uberis* e coliformes já que os dois são patógenos ambientais, e que o número de

partos, meses em lactação, raça, estação do ano, CCS e especialmente o histórico de casos de mastite clínica são os fatores mais importantes que influenciam a chance de mastite clínica nas condições brasileiras.

Prevalência

Coliformes e *Streptococcus uberis* são causadores de mastite independentemente do tipo de sistema utilizado na propriedade. Em uma revisão feita por Ruegg (2012) de estudos realizados em vários países a proporção de casos de mastite causada por coliformes e estreptococos ambientais variou entre 26 e 52%. Em estudo de prevalência de patógenos associado à mastite em rebanhos leiteiros na região sul do Brasil, Jobim *et al.* (2010) demonstraram a participação de 58,39% de patógenos ambientais na etiologia da mastite. E ainda, segundo Hogan e Smith (2003) mais de 25% das vacas em rebanhos bem manejados são anualmente diagnosticadas com mastite clínica causada por coliformes. *Streptococcus* spp. é responsável por 33% dos casos no Reino Unido (Bradley *et al.*, 2007) e Nova Zelândia (McDougall, 2003) e por 23% de todos os casos de mastite na Dinamarca (Segura e Gottschalk, 2004).

O sistema Compost Barn tem inúmeras vantagens, porém quando mal manejado pode estar associado a ocorrência de mastite ambiental. Essa associação ocorre porque a cama desse sistema pode apresentar alta concentração de bactérias, principalmente coliformes, estabelecendo assim uma correlação positiva com a quantidade de bactéria na pele dos tetos (Black *et al.*, 2014). Por isso, sugere-se que a cama deva ter menos de 1 milhão de UFC/mL de contagem total de bactérias (Barberg *et al.*, 2007), porém, geralmente, os resultados encontrados são superiores a este valor.

Barberg *et al.* (2007) ao analisarem 12 compostos nos EUA reportaram contagem total de bactérias na superfície da cama de 9.112.700 UFC/mL e que desta contagem 10,7 % eram de coliformes e 39,4 % de estreptococos ambientais. Em Kentucky, nas 47 fazendas analisadas as concentrações de bactérias nas amostras da cama foram de 1,9 % de coliformes e 20,6 % de estreptococos ambientais (Black *et al.*, 2014) em uma concentração total de 158×10^6 UFC/g. Lobeck *et al.* (2012) relataram que a concentração média de coliformes, *Klebsiella* spp. e estreptococos foram 14000×10^6 , 280×10^6 e 3×10^6 UFC/ mL de solução de cama, respectivamente.

Além das concentrações bacterianas, também foram avaliadas nos estudos citados a temperatura, umidade, C:N e pH nos sistemas Compost Barn. Barberg *et al.* (2007) e Black *et al.* (2014) relataram temperaturas profundas médias de 42,5 e 36,1°C respectivamente. Shane *et al.* (2010) encontraram temperaturas de 31,8 a 48,1°C no verão e 13,8 a 40,6°C em seis fazendas. Essas temperaturas na camada profunda da cama não foram suficientes para esterilizar o material ou diminuir substancialmente as concentrações de estreptococos e coliformes totais na cama, já que para isso seria necessária uma temperatura entre 55°C a 60°C (Fávero, 2015). Em relação aos outros fatores, a maioria das fazendas apresentaram valores fora dos recomendados. Os valores considerados ideais são 55 a 60 °C para a temperatura profunda, 40 a 60 % para a umidade, 25 para C:N e entre 6,5 a 8 para o pH (NRAES-54, 1992).

Ao estudar as concentrações de bactérias totais, coliformes e estreptococos em 3 fazendas de São Paulo que adotaram o Compost Barn, Fávero (2015) relatou que os patógenos ambientais foram a causa mais frequente de mastite clínica nas fazendas B (36,7 %) e C (33,8 %) e que *Escherichia coli* foi o patógeno ambiental mais prevalente isolado dos casos clínicos nessas fazendas. Mas, para esse autor esses índices poderiam ter sido afetados por outros fatores, não relacionados ao uso de cama de compostagem, como equipamento de ordenha, rotina de ordenha e perfil de patógenos encontrados em cada rebanho.

Ainda em seu estudo Fávero (2015) verificou que as concentrações de coliformes e estreptococos foram maiores na superfície do que na camada profunda da cama, exceto em uma das fazendas. E verificou que para todas as fazendas, a concentração de bactérias totais foi menor no inverno do que no verão enquanto que não foram encontradas diferenças nas concentrações de estreptococos e coliformes entre as estações do ano (Tabela 3). Ademais, há uma associação positiva entre a matéria orgânica de cama e a concentração de bactérias totais e de coliformes na superfície da cama, o que indica que um aumento nos nutrientes disponíveis favorece o crescimento de populações bacterianas e que a relação carbono:nitrogênio foi positivamente associado à concentração de estreptococos (Fávero, 2015).

A umidade da cama tem uma relação direta com a incidência de mastite clínica ambiental e os escores de higiene de perna com a incidência e prevalência de mastites subclínicas (Barberg *et al.* 2007). Para Lobeck *et al.* (2012) o excesso de umidade pode resultar em compactação de cama, diminuição de temperatura e aeração, desenvolvimento de um ambiente anaeróbio e possível aderência de partículas às vacas que facilitam a transferência de bactérias para a pele, além de diminuir a atividade microbiana na camada profunda e resfriar a cama.

Assim, evitar o umedecimento da cama resulta em animais mais limpos e com menor risco de mastite, já que a umidade foi a principal responsável pela incidência de mastite clínica ambiental (Fávero, 2015). Porém, há dificuldade em controlar a limpeza das vacas durante o clima úmido e chuvoso, como relatado por Brito (2016) e Black *et al.* (2013), o que facilita a ocorrência de mastite nesta época do ano.

Uma associação negativa foi encontrada entre o pH da cama e a incidência de mastite clínica ambiental. Porém, à medida que a cama vai ficando mais velha, seu pH vai aumentando (acima de 8,8) e inibe o crescimento de patógenos, diminuindo o risco de mastite ambiental. Após a reposição total da cama aumentaram os casos de mastite clínica devido a características do novo material de cama, como alto teor de umidade, matéria orgânica e relação carbono:nitrogênio (Fávero, 2015).

Nesta perspectiva, em um trabalho conduzido por Endres *et al.* (2007) em fazendas nos EUA que utilizam o Compost Barn, a taxa de infecção de mastite clínica diminuiu significativamente em 12 % em seis das nove fazendas analisadas. Black *et al.* (2013) realizaram estudo em 47 galpões no estado de Kentucky e observaram escore médio de 2,2 em uma escala de 1 a 4 (1 = limpo e 4 = muito sujo), e em outro estudo realizado por Lobeck *et al.* (2011) relataram que os escores de higiene foram maiores para os animais mantidos no Compost Barn quando comparados aos animais mantidos em Free Stall com camas de areia. E ainda, de acordo com esses mesmos autores, a concentração de estreptococos não foi diferente entre esses dois sistemas, mas as concentrações de coliformes e *Klebsiella* spp. foram 47 e 14 vezes maiores que as observadas em Free Stalls, respectivamente.

Em outro estudo, Eckelkamp *et al.* (2016) mostraram que não houve diferenças do tipo de alojamento sobre a CCS média de vacas, sobre a CCS do leite de tanque, prevalência de vacas com alta CCS (> 200.000 células/mL), incidência de mastite clínica e distribuição de patógenos causadores de mastite clínica. Porém, houve uma porcentagem mais baixa de casos moderados e graves de mastite clínica no Compost Barn.

Já Barberg *et al.* (2007) observaram redução na contagem de células somáticas em rebanhos que passaram de outros sistemas para o *Compost Barn*. Do mesmo modo, Black *et al.* (2013) relataram que o valor médio de CCS de 8 rebanhos diminuiu de 411.000 células/mL (média de 12 meses antes da mudança) para 305.000 (primeiro ano) e 275.000 células/mL (segundo ano) após a mudança. Vale ressaltar que os diferentes estudos sobre o Compost Barn indicam que o manejo da cama tem um papel determinante no escore de higiene dos animais, CCS, concentração de patógenos ambientais e prevalência de mastite clínica. Por meio dos relatos,

fica evidente que quando bem manejado esse sistema tem o potencial de apresentar ótimas condições de higiene animal, menor incidência de mastite e maior produtividade.

Perdas econômicas

Os prejuízos podem ocorrer de acordo com a rapidez com que o caso clínico é detectado e tratado. Na grande maioria, ocorre recuperação e retorno a produção de leite, enquanto que uma pequena parcela pode se tornar crônica (Santos, 2004). Os custos com a redução na produção de leite, descarte de leite, medicamentos, diminuição do preço de venda do leite, com os serviços veterinários, com o trabalho extra, com a redução da qualidade dos produtos e com o descarte prematuro de vacas são as principais perdas econômicas associadas à presença de mastite no rebanho (Halasa, 2009). Adicionalmente, em certas situações, a mastite clínica pode ser associada com custos indiretos da construção de instalações próprias para animais em tratamento, treinamento de mão-de-obra e aumento do tempo de ordenha (Fetrow, *et al.*, 2000).

É preciso considerar que a mastite é uma doença que reduz a rentabilidade das fazendas leiteiras em todo o mundo. As perdas associadas à mastite clínica no Reino Unido foram estimadas em 175 libras para cada caso (Kossaibati, 2000), em Nova York U\$71,00/caso (Bar *et al.*, 2008) e na França o impacto econômico foi estimado em U\$34,00 (Fourichon *et al.* (2001). Na Holanda Huijps *et al.* (2008) encontraram resultado de impacto econômico de descarte de vacas com mastite clínica de U\$511,00/descarte. E, Vargas *et al.* (2004) mostraram que as perdas associadas a um caso de mastite clínica em novilhas foram de R\$353,94/vaca/ano. Um outro ponto a evidenciar é que os prejuízos causados por *E. coli* e *Klebsiella* spp. apresentam características diferentes, isso porque os casos clínicos de mastites causadas por *Klebsiella* spp. são de maior duração e, geralmente, mais graves do que as causadas por *E. coli*, podendo se tornar crônicas e durar vários meses durante a lactação (Santos, 2016). As mastites por *K. pneumoniae* podem ser severas pela fraca resposta dos animais aos antibióticos tradicionais e o quadro apresentar rápida evolução para choque tóxico e óbito (Munoz *et al.*, 2006). Sendo assim, há uma maior perda em produção de leite e maior probabilidade de descarte de um animal que apresenta mastite por *K. pneumoniae*

E ainda em relação a essa situação, vale mencionar que a redução da produção de leite está entre os principais fatores envolvidos em perdas econômicas na mastite bovina, tanto na forma clínica quanto na subclínica (Halasa *et al.*, 2007). Normalmente, existe uma redução na produção de leite logo após o início da doença, de acordo com a intensidade de cada caso, que pode persistir mesmo após a cura microbiológica e em alguns casos, nas próximas lactações da vaca (Santos, 2016). Essa redução na produção está relacionada com a ordem de partos, idade, estágio de lactação, raça, produção de leite antes da infecção, grau de inflamação da glândula, duração do caso, estação do ano, composição nutricional da dieta das vacas e aos agentes patogênicos envolvidos (Huijps *et al.*, 2008).

Um exemplo disso pode ser visto em um trabalho desenvolvido no Paraná com vacas Holandesas. Magalhães *et al.* (2006) calcularam as perdas econômicas associadas à mastite clínica e subclínica. Nesse estudo relataram que a queda na produção de leite variou de 11 kg a 109 kg e a perda financeira variou de R\$6,09 a 67,00/vaca/ano dependendo da ordem de parto. Os danos econômicos gerados pelo descarte de leite comparam-se aos gerados pela redução na produção de leite. Huijps *et al.* (2008) consideraram uma média de seis dias de descarte de leite, e em trabalho de revisão, Shepers *et al.* (1991) encontraram perdas médias de 267 kg de leite por caso clínico.

O gasto com veterinários, despesas com medicamentos e com trabalho extra compõem o impacto econômico do tratamento dos casos clínicos da doença. No trabalho extra incluem administração de medicamentos, linhas de ordenha e segregação de animais pelos funcionários (Petrovski, 2006). Além disso, as vacas com mastite têm maior risco de serem

descartadas precocemente, e com isso há os custos da compra de um novo animal, a lacuna de produção de leite entre o descarte da vaca até a aquisição do novo animal e uma possível redução de eficiência já que a nova vaca, muitas vezes primípara, irá produzir menos leite (Derks *et al.*, 2012).

Qualidade do leite

O leite deve estar livre de microrganismos patogênicos e de possíveis contaminantes, além de apresentar uma baixa CCS e uma reduzida carga microbiana. As propriedades microbiológicas do leite são excelentes indicadores da sanidade animal, das condições higiênicas na ordenha e do resfriamento do leite (Santos, 2000a). Esses fatores estão diretamente relacionados com a saúde pública, uma vez que muitos microrganismos são causadores de doenças transmitidas pelo leite.

A ocorrência da mastite, clínica ou subclínica, está relacionada com a redução da qualidade dos derivados lácteos. Há uma redução na síntese de gordura, caseína e lactose e um aumento de componentes sanguíneos como albumina, imunoglobulinas, sódio e cloro durante a inflamação. Essas mudanças podem resultar em alteração na composição do leite levando a diminuição de sua qualidade e dos produtos derivados (Petrovski, 2006). Além disso, o tratamento da mastite clínica, se não respeitado o adequado período de carência, podem ficar resíduos de antimicrobianos no leite que comprometem a elaboração de produtos lácteos (inibição de culturas lácteas) e à saúde do consumidor (hipersensibilidade), além disso podem causar problemas de resistência aos antimicrobianos nos animais e humanos (Brito e Lange, 2005).

Diversos fatores, como manejo na ordenha (antes, durante e após), genética (raça e espécie), sanidade, clima e nutrição desempenham grande influência sobre a qualidade do leite (Santos, 2016b). O estresse calórico, além de afetar negativamente a produção de leite, pode diminuir os teores de gordura, proteína, lactose e alguns minerais no leite (Naas e Arcaro Júnior, 2001). Isto pode estar relacionado a uma queda no consumo de alimentos pelas vacas e aos efeitos fisiológicos e/ou metabólicos (Porcionato *et al.*, 2009). Essas alterações na ingestão de alimentos mudam a fermentação ruminal e o aproveitamento de nutrientes, resultando em queda na produção e qualidade do leite (Lambertz *et al.*, 2014).

O estado sanitário das glândulas mamárias das vacas pode indicar perdas significativas de produção e alterações na qualidade do leite. Nesse sentido, estudos indicam que *Compost Barn* tem potencial para obter uma excelente saúde do úbere, desde que todo o sistema seja bem manejado. Assim, este sistema diminui a contaminação bacteriana, o que reduz o risco de contaminação do leite no momento da ordenha e aumentando sua qualidade microbiológica (Damasceno, 2012).

Controle e prevenção

Os aspectos das instalações podem influenciar na ocorrência de mastites, principalmente as ambientais. A falta de manejo sanitário adequado no sistema de estabulação do rebanho, como camas contaminadas com excesso de umidade e matéria orgânica são os grandes responsáveis pelo aumento de casos de mastites ambientais. Outros fatores relacionados ao hospedeiro e a rotina de ordenha também influenciam na ocorrência de mastite ambiental. Assim, medidas de controle e prevenção são essenciais.

Manter limpo e seco o local de permanência das vacas: O ambiente em que as vacas ficam alojadas deve ser limpo, seco e confortável com o objetivo de que o menor número possível de bactérias contamine a pele dos tetos e consigam penetrar pelo canal do teto (Santos, 2005). Além disso, as áreas de descanso das vacas, os piquetes destinados as vacas secas e os locais

de parição devem ser limpos e drenados para evitar o acúmulo de umidade e matéria orgânica, diminuindo com isso o risco de novas infecções intramamárias (Hogan e Smith, 2012).

Pré-dipping: Esse é um método eficaz na descontaminação da pele do teto, reduzindo a disseminação de microrganismos e, conseqüentemente, a ocorrência de novas infecções. Segundo Fonseca e Santos (2001) as condições do teto devem estar adequadas para a aplicação do produto, evitando substâncias orgânicas (esterco, lama, barro, cama) aderidas ao teto e o uso de água para lavagem dos tetos antes da ordenha, pois, o excesso de água e substâncias orgânicas reduzem a atividade do desinfetante. Ainda segundo esses mesmos autores, o pré-dipping pode levar à redução de até 80 % na contagem bacteriana total (CBT) do leite e de até 70 % na contagem de coliformes.

Fornecimento de alimento após ordenha: Essa prática é necessária para estimular os animais a permanecerem em pé imediatamente após a ordenha pois, o canal da teta torna-se dilatado e permanece assim por aproximadamente duas a quatro horas Hurley e Morin (2001).

Identificação e segregação dos casos clínicos: É fundamental a realização de uma linha de ordenha conforme a gravidade dos sintomas observados, de maneira a deixar os animais mais graves por último, em um conjunto separado.

Tratamento dos casos clínicos: A identificação do caso e o rápido início do tratamento da mastite são os elementos críticos para o sucesso da terapia. Segundo Hogan e Smith (2003) o tratamento envolve a terapia de suporte (soro por via oral e/ou intravenosa e anti-inflamatórios) e adicionalmente recomenda-se a ordenha frequente dos quartos buscando remover leucócitos, bactérias e toxinas da glândula mamária. O uso de antibióticos administrados para o tratamento de casos clínicos de *E. coli* é questionável por causa da curta duração das infecções e da alta taxa de cura espontânea (Santos, 2001). Porém, nos casos em que for necessário a administração de antibióticos, para qualquer patógeno, esta deve ser feita de maneira responsável e levando em consideração o histórico do animal.

Manejo de vacas secas: A aplicação de antibiótico de longa ação deve ser realizada em todos os quartos mamários no momento da secagem podendo, em alguns casos, estar associada à terapia sistêmica (Dias *et al.*, 2007), e selantes internos, que funcionam como uma barreira física, podem ser utilizados como coadjuvantes. Para Fonseca e Santos (2000), essa terapia é muito eficaz na prevenção de novas infecções causadas por estreptococos ambientais, contudo demonstra limitações no controle da mastite causada por coliformes. Esse fato pode ser explicado pela baixa concentração de antibiótico na glândula no final do período seco, quando muitas novas infecções ocorrem, ou por pouca ação de muitos produtos sobre os Gram-negativo (Halassa *et al.*, 2009).

Cuidados no Compost Barn: Para se ter sucesso nesse sistema alguns cuidados devem ser tomados para diminuir a concentração bacteriana e conseqüentemente reduzir a possibilidade do risco de adquirir novas infecções intramamárias. Alguns fatores que devem ser observados nesse sistema são a troca da cama, taxa de lotação, umidade, revirada frequente da cama, temperatura da cama, temperatura ambiente, carbono:nitrogênio, pH, matéria prima, ventilação e uma estrutura bem projetada. (Barberg *et al.*, 2007). Assim, a fermentação ocorre de maneira adequada e há produção de calor para secar o material e reduzir a população de microrganismos patogênicos (Bewley *et.al.*, 2013).

Vacinação: O uso da vacina J5, produzida a partir de bacterinas de *Escherichia coli*, tem mostrado ser eficaz e economicamente viável quando a incidência de mastite é superior a 1 %, reduzindo a severidade dos sintomas clínicos da mastite por essa bactéria e aumentando a taxa de cura espontânea, porém com menor eficácia contra *Klebsiella spp.* (Santos, 2016). Segundo Gentilini (2010) a vacinação com *E. coli* J5 demonstrou-se eficaz em reduzir a prevalência de infecções intramamárias no pós-parto, bem como a ocorrência e intensidade dos casos clínicos de mastite, causados por *E. coli*, nos primeiros 100 dias de lactação. O programa de vacinação pode ser dividido em três doses: a primeira na secagem, 30 dias após a secagem e no período pós-parto. Há a redução de dois dias na duração dos casos clínicos de mastite em animais vacinados, e com isso reduz-se o gasto com medicamentos e mão-de-obra para tratamento do caso clínico e as perdas com descarte de leite (Maia, 2011).

Aumento da resistência imunológica: O adequado balanceamento da dieta com nutrientes como vitaminas A e E, selênio, cobre e zinco podem interferir positivamente na resposta da glândula mamária à mastite. Segundo Andrews *et al.* (2008), o baixo teor de selênio em vacas de leite pode estar relacionado a deficiências nos mecanismos de defesa, dentre elas, a diminuição da taxa de migração de neutrófilos para a glândula mamária. E que este juntamente com a vitamina E funcionam como antioxidantes. O cobre e zinco são componentes da enzima superóxidodismutase que também possuem função antioxidante. O zinco também está envolvido na manutenção da pele e camada de queratina, e a vitamina A está relacionada à manutenção do epitélio funcional, aumentando a resposta imune (Manitoba, 2001).

Rotina de ordenha adequada e manutenção de equipamentos: Embora a transmissão dos patógenos ambientais seja predominante no intervalo entre as ordenhas, alguns fatores como lesões de tetos por mau funcionamento do equipamento ou quedas de teteiras podem favorecer a transmissão durante a ordenha. Além disso, algumas cepas dos patógenos ambientais podem estar adaptados ao hospedeiro, estabelecendo uma rota infecciosa de transmissão.

Metas para saúde da glândula mamária, registros e treinamento de mão-de-obra: Além, de todos os fatores acima mencionados é de extrema importância para o sucesso do combate à mastite e das suas consequências que se estabeleçam metas voltadas para a saúde dos animais, manter um sistema de registros dos animais (individual e de rebanho) e treinamento constante dos funcionários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Compost Barn possibilitou benefícios na produtividade, qualidade do leite e menores prejuízos econômicos nas propriedades estudadas, principalmente devido à redução nos casos de mastite. As melhorias ocorridas nessas propriedades estão relacionadas ao aumento do conforto e bem-estar animal, melhora na higiene das vacas e manejo. Esse sistema apresenta muitas vantagens, porém para que seja eficaz é fundamental garantir o adequado funcionamento de todos os fatores que possam influenciar a maior incidência de mastite. O correto manejo da cama, umidade e temperatura adequadas resultam numa menor concentração de patógenos ambientais, melhor higiene dos animais e redução do risco de mastite ambiental.

A carga microbiana desse sistema tem relação direta com a temperatura e umidade da cama, pois quando a temperatura é maior, a proliferação bacteriana diminui. A alta contaminação da cama pode levar à contaminação do leite pelo contato direto do úbere com a cama contaminada e, conseqüentemente, levar a uma alteração na composição e qualidade do leite,

já que o aumento da carga bacteriana influencia no aumento da contagem de células somáticas e na contagem bacteriana total do leite.

Além disso, é necessário conhecer quais são os patógenos envolvidos nos casos de mastite, a prevalência de vacas infectadas no rebanho e identificar outros fatores que estão relacionadas a ocorrência de mastite, como a rotina de ordenha, e não somente aqueles ligados ao Compost Barn. Esse conhecimento vai permitir medidas de controle mais direcionadas e eficazes para o controle da mastite. Então, é fundamental o constante monitoramento desse sistema para a identificação de possíveis falhas e suas correções.

O tipo de instalação usada para rebanhos leiteiros tem grande influência na produtividade, sanidade animal e sobre a qualidade do leite. Assim, é fundamental que as instalações ofereçam boas condições de higiene, eficiência no manejo e conforto para os animais, possibilitando alcançar excelentes resultados. Mesmo com algumas desvantagens, como todo sistema, o Compost Barn permite melhora nos índices zootécnicos, fatores esses que influenciam positivamente a eficiência da propriedade e a melhoria na produtividade e qualidade do leite.

Assim, é possível obter leite de com qualidade e conseqüentemente melhores produtos derivados e garantir a segurança alimentar dos consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRESSAN, M.; MARTINS, C.E.; VILELA, D. **Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Goiânia: CNPq/Serrana Nutrição Animal, 2000. 206p.

BRITO, E.C. **Produção intensiva de leite em compost barn. Uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade**. Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre. 2016.

BAR, D.; TAUER, L.W.; BENNETT, G.; GONZALEZ, R. N.; HERTL, J. A.; SCHUKKEN, Y. H.; SCHULTE, H. F.; WELCOME, F. L.; GRÖHN, Y. T. **The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming**. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.6, p.2205-2214, 2008.

BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B.; DAMASCENO, F.A.; NEWMAN, M.C.; AKERS, K.A.; WOOD, C.L.; MCQUERRY, K.J.; BEWLEW, J.M. **The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts**. *J. Dairy Sci.*, v.97, p.1-11, 2014.

BARBERG, A.E., M.I. ENDRES, J.A. SALFER, AND J. K. RENEAU. **Performance, health and well-being of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota**. *J. Dairy Sci.* 90:1575-1583, 2007.

BRADLEY, A.J., LEACH, K.A., BREEN, J.E., GREEN, L.E., GREEN, M.J., 2007, **Survey of the incidence and aetiology of mastitis on dairy farms in England and Wales**. *Veterinary Record*. 160, 22 253-257.

BREEN, J. E.; GREEN, M. J.; BRADLEY, A. J. **Quarter and cow chance factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom**. *Journal of dairy Science*, v. 92, n. 2, p. 2551-2561, 2009.

BURVENICH, C.; MERRIS, V. van; MEHRZAD, J.; DIEZ-FRAILE, A.; DUCHATEAU, L. **Severity of *E. coli* mastitis is mainly determined by cow factors**. *Veterinary Research, Les Ulis*, v.34, p.521-564, 2003.

BURTON, J.L.; CHAIYOTWITTAYAKUN, A.; SMITH, K.; et al. **Novel applications for coliform vaccine programs**. IN: PROCEEDINGS OF THE 41st ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL MASTITIS COUNCIL, Orlando, FL, p.89-110, 2002.

- COSTA, Elizabeth Oliveira da. **Importância da mastite na produção leiteira do país.** Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 3-9, jan. 1998. ISSN 2179-6645.
- DAMASCENO, F. A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model.** 2012. P. 391.
- DERKS, M. *et al.* **The perception of veterinary herd health management by Dutch dairy farmers and its current status in the Netherlands: A survey.** Preventive veterinary medicine, v. 104, n. 3, p. 207-215, 2012.
- Eckelkamp et al. (2016). **Sand bedded freestall and compost bedded pack effects on cow hygiene, locomotion, and mastitis indicators.** Livestock Science. 190:48-57, 2016.
- FÁVERO, Samuel. **Fatores associados a qualidade do leite, higiene animal e concentração bacteriana na cama de vacas leiteiras confinadas no sistema de compostagem.** 2015. 107 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2015.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite.** São Paulo: Lemos, 2001. 175p.
- FETROW, J. **Mastitis: an economic consideration.** In: ANNUAL MEETING-NATIONAL MASTITIS COUNCIL INCORPORATED. National Mastitis Council; 1999, 2000. p. 3-47.
- FREGONESI, JA. & LEAVER, JD. **Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems.** Livestock Production Science, 68, p205-216. 2001.
- GENTILINI, M.B. **Utilizacao da vacina *Escherichia coli* J5 na imunizacao de vacas e novilhas leiteiras contra mastites causadas por *Escherichia coli.*** 2010, 54p. Dissertacao (Mestrado em Ciencia Animal)– Escola de Veterinaria da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- GUIMARÃES, J.L.B. **Estimativa do impacto econômico da mastite: estudo de caso em um rebanho da raça holandesa em condições tropicais.** Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados. Juiz de Fora, 2013.
- HALASA, T.; NIELEN, M.; DE ROOS, A.P.W.; et al. **Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a test-day model.** *J. Dairy Sci.*, v.92, p.599–606, 2009a.
- HAMMAD, A. M.; AHMED, A. M.; ISHIDA, Y.; SHIMAMOTO, T. **First characterization and emergence of SHV-60 in raw milk of a healthy cow in Japan.** *J Vet Med Sci*, v.70, p.1269-1272, 2008.
- HUIJPS, K. ET AL. **Costs of mastitis: facts and perception.** *Journal of Dairy Science.* 75, 113–120, 2008.
- GALAMA, P.J.; BOKMA, S.; H. DOOREN, J.van; OUWELTJES, W.; SMITS, M.; DRIEHUIS, F.van. **Prospects for bedded pack barns for dairy cattle.** Lelystad, The Netherlands: Wageningen UR Livestock Research, 2011. 71p.
- GOMES, S. T. **Evolução recente e perspectivas da produção de leite no Brasil.** O agronegócio do leite no Brasil. Brasília: Embrapa Gado de Leite, 11 p. 2001.
- GRANT, R. 2007. **Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance.** Pages: 225-236 in Proc. Western Dairy Management Conf., Reno, NV.
- HOGAN, J.; SMITH, K. L. **Managing environmental mastitis.** *Veterinary Clinics North America: food animal practice*, v. 28, n. 2, p. 217-224, 2012.
- JOBIM, M.B., Lopes, M.A., Costa, G.M.D., Demeu, F.A. 2010. **Pathogens associated with bovine mastitis in dairy herds in the south region of Brazil.** *Bol. Ind. Anim.* 67:175-181.

- JANNI, K.A., M.I. ENDRES, J.K. RENEAU, AND W.W. SCHOPER. **Compost dairy barn layout and management recommendations**. Appl. Eng. Agric. 23:97-102, 2007.
- LOBECK, K., Endres, M., Janni, K., Godden, S., Fetrow, J. 2012. **Environmental characteristics and bacterial counts in bedding and milk bulk tank of low profile cross-ventilated, naturally ventilated, and compost bedded pack dairy barns**. Appl. Eng. Agric. 28:117-128.
- LAMBERTZ, C.; SANKER, C.; GAULY, M. Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. Journal Dairy Science. 2014; 97(1):319–29.
- MCDUGALL, S. **Bovine mastitis: epidemiology, treatment and control**. New Zealand Veterinary Journal, Melbourne, v.50, p.81-84, 2002.
- NAAS, I.; ARCARO JR., I. **Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 1, p. 139-142, 2001.
- NÓBREGA, Diego Borin. **Perfil molecular e pesquisa de beta-lactamases de espectro ampliado de isolados de Klebsiella pneumoniae em rebanhos bovinos leiteiros no Estado de São Paulo**. 2011. 118 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2011.
- NRAES. 1992. **On-farm composting handbook**. NRAES-54. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, NY.
- PATERSON, D. L.; HUJER, K. M.; HUJER, A. M.; YEISER, B.; BONOMO, M. D.; RICE, L. B.; BONOMO, R. A. **Extended-spectrum β -lactamases in Klebsiella pneumoniae bloodstream isolates from seven countries: dominance and widespread prevalence of SHV- and CTX-M-type β -lactamases**. Antimicrob Agents Chemother, v.47, p.3554-3560, 2003.
- PETROVSKI K R, TRAJCEV M, BUNESKI G A **review of the factors affecting the costs of bovinemastitis**. *Journal of the South African Veterinary Association* . 77(2): 52–60 30 (En.). Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Massey University, Private Bag 11 222, Palmerston North, New Zealand, 2006.
- PORCIONATO, M. A. F.; FERNANDES, A. M.; NETTO, A. S.; SANTOS, M. V. **Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite**. Revista Ciência Agrária e Ambiental, Curitiba, v.7, n.4, p.483-490, 2009.
- RODRIGUES, A.C.O.; CARAVIELLO, D.Z.; RUEGG, P.L. **Management of Wisconsin dairy herds enrolled in milk quality teams**. J. Dairy Sci., v.88, n.2660-2651, 2005.
- RUEGG, P.L. **New Perspectives in Udder Health Management**. Vet. Clin. North Am. Anim. Pract., v.28, p149-163, 2012.
- SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. *Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite*. São Paulo: Manole, 2007. 313p.
- SANTOS, D. F. **Características microbiológicas de Klebsiella pneumoniae isoladas no meio ambiente hospitalar de pacientes com infecção nosocomial**. 2007. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia.
- SANTOS, E. M. P.; BRITO, M. A. V. P.; LANGE, C. et al. **Streptococcus e gêneros relacionados como agentes etiológicos de mastite bovina**. Acta Sci. Vet., v. 35, n. 1, p. 17-27, 2007.
- SANTOS, M.V. **Compost Barn: Uma alternativa para o confinamento de vacas leiteiras**. 2012.
- SANTOS, M. V. **Conceitos básicos sobre a qualidade microbiológica do leite**. 2000a. MilkPoint (O ponto de encontro da cadeia produtiva do leite). Artigo publicado em: 06/04/2000. Disponível em: < <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veigados-santos/conceitos-basicos-sobre-a-qualidade-microbiologica-do-leite-16153n.aspx>>.

SHANE E.M., ENDRES M.I., JANNI K.A. **Alternative Bedding materials for Compost Bedded Pack Barns in Minnesota : A descriptive study** *Applied Engineering in Agriculture* 26(3):171–179. 2010.

Wenz, J.R., Barrington, G.M., Garry, F.B., Dinsmore, R.P., Callan, R.J. 2001. **Use of systemic disease signs to assess disease severity in dairy cows with acute coliform mastitis.** *J. Am. Vet. Med.*

ZADOKS, R. N.; MIDDLETON, J. R.; MCDUGALL, S.; KATHOLM, J.; SCHUKKEN, Y. H. **Molecular epidemiology of mastitis pathogens of dairy cattle and comparative relevance to humans.** *Journal Mammary Gland Biology Neoplasia*, v. 16, n. 4, p.357-372, 2011.

ZDANOWICZ, M., Shelford, J., Tucker, C., Weary, D., Von Keyserlingk, M. 2004. **Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust.** *J. Dairy Sci.* 87:1694-1701.