

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LUANA MUXFELDT

QUALIDADE DO LEITE E DA CAMA EM SISTEMA COMPOST BARN

Marechal Cândido Rondon

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LUANA MUXFELDT

QUALIDADE DO LEITE E DA CAMA EM SISTEMA COMPOST BARN

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestra em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maximiliane Alavarse Zambom

Coorientadora: Prof^a. Dra. Magali Soares dos Santos Pozza

Marechal Cândido Rondon

2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Muxfeldt, Luana

QUALIDADE DO LEITE E DA CAMA EM SISTEMA COMPOST BARN
/ Luana Muxfeldt; orientador(a), Maximiliane Alavarse
Zambom; coorientador(a), Magali Soares dos Santos Pozza,
2020.

76 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste
do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de
Ciências Agrárias, Graduação em ZootecniaPrograma de Pós-
Graduação em Zootecnia, 2020.

1. Compost barn. 2. Qualidade microbiologica. 3. Leite.
4. Composição química. I. Alavarse Zambom, Maximiliane . II.
Soares dos Santos Pozza, Magali . III. Título.

LUANA MUXFELDT

Qualidade do leite e da cama em sistema *Compost Barn*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Mestra em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura", APROVADO(A) pela seguinte Banca Examinadora:



Orientadora / Presidente – Prof.^a Dr.^a Maximiliane Atavarse Zambom
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Dr. André Sanches de Avila
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon
(Pós-Doutorado FA/CAPES CP nº 13/2018)



Membro – Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkúti
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Marechal Cândido Rondon, 13 de março de 2020.

Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.

Ayrton Senna

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar tantas graças e me iluminar nas melhores decisões. Obrigado meu Mestre e meu Amigo.

A minha família, meus pais, Cláudio e Angeli que sempre me apoiaram e ajudaram em todas as minhas decisões, me incentivaram nas horas necessárias e em especial por terem me dado o mais valioso para a vida de uma pessoa: o valor da humildade, da honestidade e da força de vontade.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A minha Prof.(a) orientadora Dr^a Maximiliane A. Zambom e coorientadora Magali Soares dos Santos Pozza pela oportunidade, ajuda e contribuições para realização do trabalho. Agradeço também pela paciência, profissionalismo, dedicação e principalmente pelos ensinamentos que acompanharão minha vida profissional.

Ao Professor Dr. Carlos Ramos pela disponibilidade e contribuição em relação a análise estatística do trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Paulo Henrique Morsch, pela dedicação, atenção e eficiência com todos.

Ao grupo de Pesquisa QUALHADA por toda ajuda para a realização do trabalho, em especial aos amigos Cibele Regina Schneider, Samantha Mariana Monteiro Sunahara, Caroline Hoscheid Werle, Pâmela Rosana Schneider, Ana Carla de Souza, Thyelle Tomiazzi, Angela Fernanda Storti, Maria Luiza Fischer, Maichel Jhonattas Lange, Fernando Andre Anschau, Josias Luis Fornari, Everline Ines Eckstein, Byaka Krein, Ana Andreoni, Claudia Führ e Carol Nath por toda a contribuição que foi fundamental para a realização desse projeto.

A família Hoscheid por ter aceitado participar do trabalho e por toda a contribuição durante o período.

Enfim, grata a todos (as) que de alguma maneira contribuíram durante esse período.

QUALIDADE DO LEITE E DA CAMA EM SISTEMA COMPOST BARN

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade microbiológica da cama do sistema de confinamento Compost Barn, a qualidade do leite, composição, CCS (Contagem de Células Somáticas) e CPP (Contagem Padrão de Placas). O estudo foi realizado entre outubro de 2017 a dezembro de 2018, em intervalos de dois meses. Para a cama, a amostragem foi caracterizada quanto à superfície, com 10 e 15 cm de profundidade, onde foram determinadas as contagens bacterianas para microrganismos aeróbicos mesófilos totais, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., fungos e leveduras, bem como pH, umidade e temperatura da cama. Em relação ao leite, foram avaliados microrganismos aeróbicos mesófilos totais, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., bem como a composição física, CCS e CPP. A temperatura ambiente dentro do galpão (máx. 23,5°C e mín. 13,2°C) estava próxima da temperatura da superfície da cama (máx. 26,34°C e mín. 16,32°C), sendo observados na superfície, os valores mais baixos, em relação às profundidades de 10 e 15 cm (máx. 46,24°C e mín. 24,15°C) e (52,22°C e 27,91°C), respectivamente. Com o aumento da temperatura, houve redução na contagem de alguns microrganismos como *Streptococcus* spp. *Enterobacteria* spp., *Staphylococcus* spp. e leveduras, principalmente quando a temperatura foi superior a 46°C. Enquanto o gênero *Clostridium* spp. apresentou contagens elevadas durante todas as coletas. Os fungos dos gêneros *Rhizopus*, *Penicillium*, Bipolar e *Fusarium* foram predominantes na cama. Porém, somente as duas últimas coletas em 10 e 15 cm de profundidade alcançaram a temperatura ideal (45-55°C) para a inibição de microrganismos patogênicos. A produção de leite apresentou correlação negativa de 43% para gordura e 62% para proteína, já para lactose houve correlação positiva de 33%. A lactose apresentou correlação negativa de 41% com CCS e 31% para CPP. O aumento da carga microbiana do leite pode resultar em contaminação e, conseqüentemente, levar a uma alteração na composição, uma vez que a carga microbiana influenciou o aumento da CCS e CPP do leite. Em relação à cama, a temperatura apresentou correlação negativa de 88% com a umidade, 20% para aeróbicos mesófilos totais, 87% para o *Streptococcus* spp. e 68% para *Enterobacteria* spp.; além de uma correlação positiva de 73% para *Staphylococcus* spp. Pode-se observar que a

qualidade microbiológica e à composição do leite podem estar relacionados a microbiota da cama.

Palavras-chave: CCS, cama de descanso, composição química, microrganismos.

MILK AND BED QUALITY IN THE COMPOST BARN SYSTEM

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the microbiological quality of the bed in the Compost Barn confinement system, milk quality as well as its composition, SCC (Somatic Cell Count) and SPC (Standard Plate Count). The study was performed from October 2017 to December 2018, at two-month intervals. For the bed, the sampling was characterized for surface, 10 and 15 cm deep and where determined the bacterial counts for total aerobic mesophilic microorganisms, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., fungi and yeasts, as well as pH, bed humidity and temperature. In relation to milk, total aerobic mesophilic microorganisms, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp. were evaluated, as well as the physical composition, SCC and SPC. The room temperature inside the shed (max. 23.5°C and min. 13.2°C) was close to the temperature of the bed surface (max. 26.34°C and min. 16.32°C), being observed on the surface the lowest values in relation to the depths of 10 and 15 cm (max. 46.24°C and min. 24.15°C) and (52.22°C and 27.91°C), respectively. With the increase in temperature, there was a reduction in the count of some microorganisms such as *Streptococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Staphylococcus* spp. and yeasts, especially when the temperature was above 46 °C. While the genus *Clostridium* spp. demonstrated high counts during all collections. The fungi of the genera *Rhizopus*, *Penicillium*, *Bipolar* and *Fusarium* were predominant in bed. However, only the last two collections at 10 and 15 cm deep reached the ideal temperature (45-55°C) for the inhibition of pathogenic microorganisms. Milk production showed a negative correlation of 43% for fat and 62% for protein, whereas for lactose there was a positive correlation of 33%. Lactose showed a negative correlation of 41% with SCC and 31% for SPC. The increase in the microbial load of the bed can result in contamination of the milk and consequently lead to a change in the composition, since the microbial load of the milk influenced the increase in the SCC and SPC of the milk. Regarding the bed, the temperature presented a negative correlation of 88% with humidity, 20% for total aerobic mesophilic, 87% for *Streptococcus* spp. and 68% for *Enterobacteria* spp. and a positive correlation of 73% for *Staphylococcus* spp. It could have been observed that the microbiological quality and the composition of milk can be related to the microbiota of the bed.

Keywords: CCS, bed rest, chemical composition, microorganisms, temperature.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Produção de leite.....	14
2.2	Sistema compost barn (CB)	14
2.2.2	Parâmetros gerenciais da cama.....	16
2.3	Presença de microrganismos	18
2.3.1	Cama.....	18
2.3.2	Leite.....	19
2.4	Influência do compost barn na produção e qualidade de leite	20
3	COMPOST BARN: MICROBIOTA DA CAMA DE COMPOSTAGEM.....	28
3.1	Introdução	30
3.2	Material e Métodos.....	31
3.3	Resultados e Discussão	33
3.4	Conclusão	47
	REFERÊNCIAS	48
4	QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E COMPOSICIONAL DO LEITE DE VACAS MANTIDAS EM CONFINAMENTO COMPOST BARN	53
4.1	Introdução	55
4.2	Material e Métodos.....	55
4.3	Resultados e Discussão	59
4.4	Conclusão	71
	REFERÊNCIAS	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76

1 INTRODUÇÃO

Para a implantação de instalações para bovinos leiteiros, é importante levar em consideração pontos que tornam a atividade leiteira mais prática, como facilitar o manejo dos animais, proporcionar um ambiente adequado, menos estresse, o que resulta diretamente na saúde do animal e na maior produção de leite.

Neste sentido o Compost Barn foi desenvolvido como um sistema de alojamento alternativo, composto por um galpão de área livre, onde os animais possam se deitar e transitar livremente. A ideia inicial do sistema é fornecer instalações com melhores acomodações e assim proporcionar melhor conforto, vacas mais limpas, redução da contagem de células somáticas (CCS), menor utilização de mão de obra, além de melhorar a qualidade do leite (JANNI et al. 2006; OFNER-SCHRÖCK et al. 2015).

Para que o sistema tenha um bom desempenho, alguns cuidados devem ser tomados, como a escolha do tamanho e do material da cama, evitar a superlotação de animais, realizar a aeração do composto de forma correta e uma boa ventilação são alguns fatores essenciais (JANNI et al. 2006; BEWLEY et al. 2012).

O manejo do sistema quando não é feito de forma correta torna-se um fator bastante crítico, pois para a compostagem ocorrer são necessários microrganismos que degradam o material, geram calor e secam o composto. Os microrganismos presentes podem ser patogênicos ou não, entre os patogênicos estão espécies que causam uma das principais doenças do rebanho leiteiro, a mastite, que interfere negativamente na produção de leite, afeta a saúde animal, além de resultar na alteração da composição físico-química do leite e impactar a saúde do consumidor (JANNI et al. 2006).

O leite é considerado um dos principais produtos do agronegócio, composto por vários nutrientes que são essenciais para o ser humano, que também o caracteriza um excelente meio para o crescimento de microrganismos (ALVARENGA, GAJO e AQUINO, 2020).

O leite cru apresenta baixas contagens de microrganismos na sua produção, no entanto, logo após a ordenha a multiplicação destes pode ocorrer por diversos fatores, pela água utilizada para lavagem de equipamentos e utensílios, água de consumo dos animais, materiais usados como cama em sistemas de confinamentos, temperatura de armazenamento, ambiente, homem, entre outros (ARCURI et al. 2006).

Com a facilidade de multiplicação e transmissão de bactérias através dos alimentos para os consumidores e pela capacidade de alteração da composição e

qualidade do leite, além de ser prejudicial para a saúde do ser humano, é importante estar atento a possíveis fontes de contaminação. Diante disso, objetivou-se avaliar a qualidade microbiológica da cama do sistema de confinamento Compost Barn, do leite, além da composição físico-química do leite ao longo de um ano de implantação desse sistema.

A hipótese com este estudo é que a carga microbiana presente na cama de descanso pode influenciar na contaminação do leite de vaca mantidas no sistema de confinamento Compost Barn.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de leite

A produção de leite é uma das mais importantes atividades do setor rural, e vem crescendo ao longo dos anos em muitos países, pode ser encontrada praticamente em todo o Brasil, sendo considerada uma atividade rentável tanto aos grandes como aos pequenos produtores (MAIA e RODRIGUES, 2012; DALCHIAVON, 2017). No caso dos pequenos produtores, a opção por sistemas confinados ocorre pela otimização de recursos produtivos, por possuir pequenas áreas, mão de obra familiar, rebanho de pequeno a médio porte.

Conforme o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA), o Brasil foi o sexto maior produtor mundial de leite em 2017, com produção de 33,8 bilhões de litros de leite em 2018. O estado do Paraná ocupa a segunda posição entre os maiores produtores de leite no Brasil, com 4,4 bilhões de litros de leite (IBGE, 2018).

Com o passar dos anos, foram desenvolvidos vários estudos visando aumentar a produção de leite através de fatores como: alimentação, genética, instalações, entre outros recursos (BRIDI, 2006). As instalações dos bovinos leiteiros estão se mostrando de grande valia para proporcionar um microclima adequado e confortável, normalmente de forma bastante controlada, além de facilitar o manejo dos animais e influenciar na produtividade e na saúde desses animais (DAMASCENO, 2012).

2.2 Sistema compost barn (CB)

O Sistema Compost Badded Parck Barn ou simplesmente Compost Barn (CB), surgiu no final dos anos 80 no Estado de Virginia nos Estados Unidos, a partir de adaptações do antigo sistema de loose housing (estabulação livre), tornando-se uma alternativa de confinamento para vacas leiteiras (WAGNER, 2002).

O sistema foi inicialmente desenvolvido para a realidade de países norteamericanos, posteriormente foi se disseminando para outras partes do mundo (Japão, China, Alemanha, Itália, Holanda e Israel), com diferentes cenários, instalações e tipos

de mão de obra, desta forma tornaram-se necessárias adaptações para suprir as necessidades de acordo com cada local, mostrando ser um sistema razoável em termos econômicos e uma boa alternativa de instalação para os produtores de leite que desejam modernizar suas instalações de produção de leite (BARBEG et al., 2007a; SHANE et al., 2010; DAMASCENO, 2012). A maior parte dos trabalhos publicados até o momento foram desenvolvidos basicamente em regiões de clima temperado, como o Estado de Kentucky - EUA (GUIMARÃES et al., 2015).

O sistema foi criado com o objetivo de proporcionar um ambiente mais confortável, seco e seguro o ano todo, consequentemente melhorar a saúde, aumentar a produção e a longevidade dos animais, facilitando a execução e finalização das tarefas diárias dos colaboradores, melhorias no armazenamento e manejo dos dejetos dos animais, além da redução da necessidade do uso de água (WAGNER, 2002; BARBERG et al., 2007a; DAMASCENO, 2012).

Um fator importante para a escolha desse tipo de sistema pelos produtores é devido ao investimento inicial ter menor custo quando comparado ao sistema do tipo free-stall (BARBERG et al., 2007a). Porém, o custo anual do material utilizado como cama é considerado um obstáculo para a maior disseminação do sistema.

2.2.1 Descrição do sistema

O sistema CB consiste em um galpão com uma grande área de descanso coletiva, revestida por uma cama e um corredor de alimentação com bebedouros. Essas áreas são separadas por uma parede ou um degrau de elevação para evitar que molhe o material da cama (OFNER-SCHRÖCK et al., 2015). Janni et al. (2007), recomendam um espaço de 7,5m² a 20,0m² por vaca para a área de descanso, isso para que os animais possam se deitar e ter espaço para se movimentar, embora o espaçamento dependa da raça. Os ventiladores são usados para evitar a aglomeração de animais e excesso de fezes e urina em locais específicos, tendo também como função manter a cama seca, melhorar a circulação de gases da compostagem, além de eliminar pequenas partículas de poeira e evitar futuros problemas respiratórios nos animais (JANNI et al., 2007).

Para iniciar o processo de compostagem da cama é recomendado colocar entre 30-45 cm inicialmente de cama nova, o que permite um revolvimento ótimo para incorporar fezes e urina e manter uma aeração de 25 a 30 cm de profundidade para começar a

compostagem (JANNI et al., 2007). Após o período inicial, são adicionadas camadas de 5 a 10 cm a cada duas a cinco semanas, de acordo com a adesão do material aos animais, o espaçamento definido por vaca no barracão, fatores como estação do ano, umidade, chuvas e temperatura ambiente (BARBERG et al., 2007b; JANNI et al., 2007; SHANE et al., 2010).

O processo de compostagem consiste em misturar a cama (fonte de carbono) com material orgânico, esterco/urina, que fornece os nutrientes essenciais (nitrogênio, água e microrganismo), enquanto oferece condições (porosidade) para incentivar a infiltração de ar no material, produzindo dióxido de carbono (CO₂), água e calor (PETZEN et al., 2009; BEWLEY et al., 2012).

O revolvimento tem a função de manter a superfície sempre seca, limpa e macia e evitar a compactação do material, causada pelos animais ao caminharem e deitarem-se, colaborando com a manutenção de um ambiente anaeróbico e aumento da umidade, ao mesmo tempo que diminui a temperatura e apresenta uma redução da morte de patógenos que ocasiona aumento dos odores (GAY, 2009). Desta forma, é necessário realizar uma manutenção adequada de níveis de oxigênio, temperatura, água, atividade de microrganismos e quantidade de matéria orgânica, a fim de produzir calor para secar o material e reduzir a proliferação de microrganismos patogênicos (SANTOS, 2012).

A prática deve ser realizada em movimentos longitudinais e transversais no mínimo duas vezes ao dia, no período em que as vacas estão na ordenha, por meio de implementos acoplados no trator, evitando assim que o pó gerado pelo revolvimento do material prejudique o sistema respiratório dos animais (JANNI et al., 2007; BERNAL et al., 2009).

2.2.2 Parâmetros gerenciais da cama

Considerando que a temperatura ideal para a eficiente degradação do material de compostagem ocorre entre 45°C e 55°C e que a temperatura ideal para a destruição da maioria das bactérias patogênicas está entre 54°C e 65°C, a temperatura ideal do interior da cama deve estar entre 54°C e 65°C (STENTIFORD, 1996; JANNI et al., 2007). Altas temperaturas podem levar as bactérias desejáveis à morte, enquanto temperaturas muito baixas tornam o processo de compostagem mais lento. Na superfície ou próximo da

superfície da cama, as temperaturas devem estar mais próximas da temperatura do ar, isso ocorre pela evaporação e movimento do ar (BEWLEY et al., 2012).

A umidade ideal recomendada para uma compostagem adequada varia entre 40% e 65% (NRAES-54, 1992). Um teor de umidade mais baixo, entre 30 e 35% inibe a atividade microbiana pela insuficiência de água, além da perda de calor, pode ser empoeirado e irritante tanto para os animais como para os trabalhadores. Em contrapartida, um teor acima de 60% prejudica a atividade microbiana pela falta de oxigênio que ocorre pela maior compactação, prejudicando a aeração, o que torna a compostagem e a geração de calor lenta, fazendo com que as partículas da cama fiquem aderidas aos tetos e haja aumento de doenças (BEWLEY et al., 2012; DAMASCENO, 2012).

A decomposição anaeróbica da matéria orgânica resulta em ácidos que ficam acumulados e diminuem o pH do meio, favorecendo dessa forma, a proliferação de fungos. A falta de oxigênio diminui o pH a valores inferiores a 5,0 e provoca a redução da atividade microbiana, retardando o processo de compostagem e, em caso de valores superiores a 9,0, pode provocar deficiência de fósforo e de micronutrientes. O nitrogênio é convertido em amônia, tornando-se indisponível para os microrganismos, assim o pH deve estar entre uma faixa de 5,5 e 8,0 para que o processo se desenvolva de forma adequada (TIQUIA et al., 2003; MASSUKADO, 2016).

A escolha do material utilizado como cama é determinante para o sucesso da compostagem, determinação do tempo de troca ou a retirada parcial da cama. O tempo médio em que as camas permanecem no sistema é de um a dois anos, dependendo do manejo. No geral, pode ser utilizado qualquer material que seja rico em carbono, tenha boa capacidade de absorção de água, não provoque alergias, mínima concentração de produtos químicos (que possam inibir a atividade microbiana) e ainda proporcione conforto às vacas quando se deitarem (PETZEN et al., 2009).

A maravalha (aparas de madeira) e serragem seca finamente processadas são os materiais mais utilizados e estudados, material verde ou com muita umidade devem ser evitados, devido a possibilidade de aumentar a compactação da cama e ao risco de exposição a bactérias (JANNI et al., 2007; SHANE et al., 2010).

O tamanho de partícula do material é importante para manter o equilíbrio do sistema. A mistura de tamanhos de partículas é uma alternativa para ajudar na absorção de umidade, disponibilidade de carbono, facilitar a aeração e proporcionar uma boa atividade e crescimento microbiano (DAMASCENO, 2012). Partículas muito finas ou

pequenas influenciam uma maior compactação, o que reduz a porosidade e o fluxo de ar no interior da camada de compostagem, aumentando o crescimento bacteriano, geração de odor (pelo pouco oxigênio) e causam irritação nas extremidades dos tetos. Por outro lado, partículas muito grandes apresentam dificuldade de decomposição, pela acessibilidade reduzida de oxigênio no interior para os microrganismos aeróbios, contribuindo para a permanência de baixas temperaturas no composto (BEFFA, 2002; BERNAL et al., 2009; DAMASCENO, 2012).

2. 3 Presença de microrganismos

2.3.1 Cama

A cama de descanso normalmente é composta por materiais que absorvem os dejetos e a urina, sua troca não ocorre com muita frequência, o que proporciona um meio favorável para o desenvolvimento de microrganismos. Desta forma, a carga microbiana presente na cama é um fator de grande preocupação pelos produtores e técnicos, pois está em constante contato com a superfície dos tetos e está também relacionada com a mastite clínica nas vacas. O composto pode apresentar microrganismos patogênicos, incluindo bactérias, vírus, fungos e parasitas. Mesmo com aspecto seco e limpo, a cama pode apresentar elevada contagem bacteriana, incluindo altos níveis de patógenos (NRCS, 2010; BEWLEY et al., 2012; BLACK et al., 2014).

Os fungos e leveduras integram um enorme grupo de microrganismos, em sua maioria originários do solo e do ar. Sendo os fungos extremamente versáteis, as leveduras quase sempre são mais exigentes, limitando seu crescimento. Ambos são bastante resistentes a condições adversas, como pH, ácidos e baixa atividades de água (SILVA et al., 2010). As bactérias representam cerca de 80% a 90% dos bilhões de microrganismos tipicamente encontrados no composto e são as responsáveis pela maior parte da geração de calor em decomposição. Utilizam de uma ampla gama de enzimas para quebrar quimicamente uma variedade de materiais orgânicos (FONSECA e SANTOS, 2000; CWMI, 2006).

A quantidade e o tipo de microrganismos presentes no composto são variados, os números mudam constantemente em função da evolução da temperatura, disponibilidade

de nutrientes, concentração de oxigênio, teor de água e pH no decorrer da compostagem (NRCS, 2010). A contagem de aeróbios mesófilos é utilizada como um indicador geral de populações bacterianas, no entanto, não apresenta diferenciação dos tipos de bactérias (SILVA et al., 2010). Entre eles, a presença de *Staphylococcus* em altas contagens, que se torna um perigo potencial para a saúde pública devido à elevada resistência aos antibióticos (FONSECA e SANTOS, 2000).

Bactérias psicrotróficas (*Clostridium*, *Streptococcus*, *Enterobactérias*) possuem a capacidade de sobreviver em temperaturas baixas, independentemente de sua temperatura ideal de crescimento. Esses microrganismos estão amplamente distribuídos na natureza, podendo ser encontrados na água, no solo, nas plantas, nos animais, úberes, equipamentos e utensílios contaminados. Considerando que *Clostridium* e *Streptococcus* também são resistentes ao calor (termodúricos), a maioria dos *Streptococcus* são considerados importantes agentes patogênicos contagiosos de mastites, ainda bactérias do grupo coliforme totais e termotolerantes, são encontrados na família das enterobactérias, a presença deles em grandes quantidades torna-se um problema, visto que podem causar deterioração no leite e afetar a sua qualidade (SANTOS e FONSECA, 2000; CHAMBERS, 2002; BOOR e MURPHY, 2002).

2.3.2 Leite

O leite possui composição química nutritiva contendo água e compostos orgânicos e inorgânicos essenciais para o desenvolvimento humano. É considerado um alimento de extremo valor em todas as fases da vida, constituído basicamente por 87% de água onde estão dissolvidos o restante dos componentes, em média 3,3% de proteína, 3,8% de gordura, 4,6% de lactose e 12,5% de sólidos totais (ST), sólidos não gordurosos (ESD) de 8,7% e 0,8% de vitaminas e sais minerais (BLOWEY, 1992; TRONCO, 2008; EMBRAPA, 2018).

É de suma importância o conhecimento da composição do leite para a indústria, pois maiores teores dos componentes, como gordura e proteína, influenciam em maior rendimento da fabricação dos derivados lácteos (EMBRAPA, 2018). A lactose é um carboidrato responsável pelo sabor adocicado no leite e é a base para a obtenção de produtos fermentados. Assim como a proteína, a lactose também está ligada diretamente com a produção, ou seja, quanto maior sua concentração, maior a produção de leite

(FONSECA e SANTOS, 2000; PERES, 2001). Além de conter minerais importantes principalmente para a formação dos ossos e dentes, também é uma importante fonte de vitaminas como A, B, C, D, E e K (FONSECA e SANTOS, 2000; GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003).

Esses nutrientes (lactose, proteínas, ácidos graxos, sais minerais e vitaminas) também constituem um excelente substrato para o crescimento de microrganismos potencialmente deterioradores e patogênicos no leite (HILL et al., 2012; EMBRAPA, 2018). Alguns desses microrganismos possuem atividades benéficas como mudanças físicas, químicas e organolépticas produzindo diversos produtos lácteos. No entanto, os microrganismos patogênicos podem causar graves danos à saúde, sendo que a contaminação pode ocorrer no interior e exterior do úbere, equipamentos de ordenha, refrigeração e utensílios mal higienizados, animais doentes ou portadores, mastite, ambiente contaminado, alimentos ou água contaminada (ORDÓÑEZ et al., 2005; HILL et al., 2012).

2.4 Influência do compost barn na produção e qualidade de leite

O propósito do sistema CB é fornecer um ambiente mais confortável aos animais, ou seja, sombra, temperaturas mais amenas dentro da zona de conforto dos animais, fácil acesso aos alimentos e cama macia para descansar, diminuindo o nível de estresse e a baixa imunidade. Essas condições, segundo Barbeg et al. (2007a) e Damasceno (2012), visam melhorar a qualidade do leite que pode ser explicada pela redução da contagem de células somáticas (CCS) e diminuição da incidência de mastite ambiental, acarretadas pela melhoria das condições de higiene das vacas. O maior tempo deitado, de acordo com Barbeg et al. (2007a) e Malheiros e Konrad (2019), leva a um aumento da produção de leite que pode ser proporcionado pelo menor gasto energético, além disso, condições estressantes aos animais como o calor excessivo, segundo Lambertz et al. (2014) e Santos e Fonseca (2019), podem provocar alteração na composição do leite.

Pela riqueza de nutrientes, o leite é considerado um excelente meio de cultura para bactérias (HILL et al., 2012). A determinação das características microbiológicas e o controle da carga microbiana do leite é de fundamental importância pois são indicativos seguros da saúde dos animais, condições higiênicas na ordenha e eficiência do sistema de resfriamento do leite (SANTOS, 2000).

A Contagem Padrão em Placas (CPP) é utilizada para monitorar a qualidade através da avaliação da qualidade microbiológica do leite, é um parâmetro relacionado com a higiene (do animal, ambiente, equipamentos, resfriamento, procedimentos de ordenha) e, por esse motivo, considerado um indicativo da saúde da glândula mamária das condições gerais de manejo e da higiene na ordenha (SANTOS et al., 2008). O nível máximo de CPP exigido atualmente é de 100.000 Unidades Formadoras de Colônias (UFC)/mL de leite de acordo com a IN n° 77 de 26 de novembro de 2018.

A cama de compostagem, quando não é bem manejada, possui alta carga microbiana, o que se torna um grave problema pois está em constante contato com a superfície dos tetos e, conseqüentemente, pode chegar até o leite (CWMI, 2006). Altos valores de CPP tendem a alterar a composição, pela capacidade de alguns microrganismos atuarem em certos componentes do leite, como a fermentação da lactose e hidrólise da gordura, interferindo no rendimento industrial de produtos lácteos, além de ser considerado um veículo de transmissão de microrganismos e toxinas microbianas, assim representando um risco à saúde dos consumidores (ANDRADE et al., 2010; DE VARGAS et al., 2013).

A mastite é uma das principais doenças do rebanho leiteiro, é caracterizada por um processo inflamatório da glândula mamária (CULLOR et al., 1993; DO BRASIL, 2012). Ocasiona alteração em alguns componentes do leite e perda de qualidade, aumento significativo da contagem de células somáticas (CCS), diminuição da produção e até a morte do animal, além de afetar a produção dos derivados devido à presença de bactérias patogênicas que podem provocar sérios problemas de saúde (DIAS, 2007; TOZZETTI et al., 2008; DO BRASIL, 2012; SANTOS e FONSECA, 2019).

A CCS é aceita mundialmente como medida para o monitoramento de mastite em nível individual e de rebanhos, também para a avaliação da qualidade do leite através do estado de saúde da glândula mamária (MALEK e SANTOS, 2008; SANTOS e FONSECA, 2019).

O aumento da CCS reduz a porcentagem de lactose, gordura, caseína, cálcio e potássio, compromete a qualidade do leite e o rendimento dos produtos lácteos, assim como sua vida de prateleira (GARGOURI et al., 2013; SANTOS e FONSECA, 2019). Roma Júnior et al. (2009) e Dong et al. (2012) atribuem ainda o aumento da CCS a outros fatores como períodos do ano com maior umidade e temperaturas mais altas, que são altamente favoráveis à multiplicação das bactérias e surtos de mastite. Para a CCS, o nível

máximo atualmente aceito é de 400.000 células somáticas por mililitro (cel/mL) de leite, conforme a Instrução Normativa nº 77 de 26 de novembro de 2018.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, T.H.deP.; GAJO, A.A.; AQUINO, A.C.MdeS. Cadeia Produtiva Agroindustrial do Leite. **Revista Científica Agropampa**, v.1, n.1, p. 50-62, 2020.
- ANDRADE, U.V.C.; HARTMAN, W.; MASSON, M.L. Isolamento microbiológico, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total em amostras de leite. **Ars Veterinária**, v. 25, n. 3, p. 129-135, 2010. <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106.2009v25n3p129-135>
- BARBERG, A.E.; ENDRES, M.I.; JANNI, K.A. Dairy compost barns in Minnesota: a descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, n. 2, p. 231-238, 2007a. doi: 10.13031/2013.22606
- BARBERG, A.E.; ENDRES, M.I.; SALFER, J.A., et al. Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 3, p. 1575-1583, 2007b. [doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(07\)71643-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(07)71643-0)
- BEFFA, T. The composting biotechnology: a microbial aerobic solid substrate fermentation complex process. The composting process and management. **Compag Technologies International**, p. 1-30, 2002.
- BERNAL, M.P.; ALBURQUERQUE, J.A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5444-5453, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- BEWLEY, J.; TARABA, J.L.; DAY, G.B., et al. **Compost Bedded Pack Barn Design Features and Management Considerations**. Cooperative Extension Publ. ID-206, Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington KY, 2012.
- BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B., et al. et al. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 2669-2679, 2014. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6779>
- BLOWEY, R.W. Factors affecting milk quality. In: ANDREWS, A.H.; BLOWEY, R.W.; BOYD, H., et al. (Ed). **Bovine Medicine. Diseases and husbandry of cattle**. Blackwell, Oxford. 1992. p. 329-334. doi.org/10.1002/9780470752401.ch28
- BOOR, K.J.; MURPHY, S.C. Microbiology of market milks. In: **Dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products**. Wiley-Interscience, New York, NY, 2002. p. 91-122.
- BOZO, G.A.; ALEGRO, L.C.A.; SILVA, L.C., et al. Adequação da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado aos parâmetros da legislação. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.589-594, 2013. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352013000200040>

- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 77**, de novembro de 2018. Brasília.
- BRIDI, A.M. Instalações e ambiência em produção animal. 2º CURSO SOBRE, 2006.
- CHAMBERS, J.V. The microbiology of raw milk. In: ROBINSON, R.K. (Ed). **Dairy Microbiology Handbook**, New York: Wiley-Interscience, 2002. p. 39-90. <https://doi.org/10.1002/0471723959.ch2>
- CORNELL WASTE MANAGEMENT INSTITUTE (CWMI, 2006). **Using Manure Solids as Bedding**. Department of Crop and Soil Sciences. Disponível em: <<http://cwmi.css.cornell.edu/updatejune2006.pdf>>. Acesso em: 24/01/2019.
- CULLOR, J.S.; TYLER, J.W.; SMITH, B.P. Distúrbios da glândula mamária. In: SMITH, B.P. **Tratado de medicina interna de grandes animais**. São Paulo: Manole, 1993. Cap. 34. p. 1041-1060.
- DALCHIAVON, A.; FANK, D.R.B.; HEBERLE, E.L., et al. Análise comparativa de custos e produtividade de leite em diferentes sistemas de produção. In: **Anais...** Congresso Brasileiro de Custos - ABC. Florianópolis, 2017.
- DAMASCENO, F.A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- DE VARGAS, D.P.; DE NÖRNBERG, J.L.; MELLO, R.O., et al. Correlações entre contagem bacteriana total e parâmetros de qualidade do leite. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, p. 4, 2013. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.009>
- DIAS, R.V.da C. Principais métodos de diagnóstico e controle da mastite bovina. **Acta Veterinária Brasília**, v.1, n.1, p.23-27, 2007. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/viewFile/255/95>> Acesso em: 18/05/2019.
- DO BRASIL, GOVERNO. Mastite bovina: controle e prevenção. **Boletim Técnico**. n. 93, p. 1-30, 2012.
- DONG, F.; HENNESSY, D.A.; JENSEN, H.H. Factors determining milk quality and implications for production structure under somatic cell count standard modification. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 6421- 6435, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5522>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **7º Dia de Campo do Leite: da Pesquisa para o Produtor, DOCUMENTOS 464**. Editores técnicos. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. Disponível em: <<https://qualileite.org/livros/qualidade-do-leite-e-controle-da-mastite/>> Acesso em: 01/02/2019.

- GAY, S.W. **Bedded-pack Dairy Barns**. Virginia Cooperative Extension, 2009, publication 442-124.
- GARGOURI, A.; HAMED, H.; ELFEKI, A. Analysis of Raw Milk Quality at Reception and During Cold Storage: Combined Effects of Somatic Cell Counts and Psychrotrophic Bacteria on Lipolysis. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 9, p. 1405-1411, 2013.
- GONZÁLES, F.H.D.; CAMPOS, R. Indicadores metabólicos-nutricional do leite. In: GONZÁLES, F.H.D. Campos, R. (Eds.): **Anais... I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul. p. 31-47. 2003.
- GUIMARÃES, A.S.; MENDONÇA, L.C. Compost barn: um novo sistema para a atividade leiteira. In: **Embrapa, Informativo Técnico- Panorama do Leite- Ano 7**, n 75, 7-8, 2015.
- HILL, B.; SMYTHE, B.; LINDSAY, D., et al. Microbiology of raw milk in New Zealand. International. **Journal of Food Microbiology**, v.2, p.305-308, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.031>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Informativo Técnico - Pesquisa da Pecuária Municipal, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf> Acesso em: 13/11/2019.
- JANNI, K.A.; ENDRES, M.I.; RENEAU, J.K., et al. Compost barns: An alternative dairy housing system in Minnesota. In: ASAE Annual Meeting. American Society of **Agricultural and Biological Engineers**, p. 1, 2006. doi: 10.13031/2013.20909
- JANNI, K.A.; ENDRES, M.I.; RENEAU, J.K., et al. Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v.23, n. 1, p. 97-102, 2007. <https://doi.org/10.13031/2013.22333>
- 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**, v. 97, n. 1, p. 319-329, 2014. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7217>
- MAIA, L.R.; RODRIGUES, L.B. Health and safety at rural environment: an analysis of work conditions in a milking sector. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 1134-1139, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000600030>
- MALEK, C.B.; SANTOS, M.V. Estratégia para redução de células somáticas no leite. In: **6º Simpósio sobre Bovinocultura Leiteira**. 6 ed. Piracicaba – SP: FEALQ, 2008, v.1, p. 65-80.
- MALHEIROS, C.S.; KONRAD, P.A. Implantação e manejo do sistema de compost barn para vacas leiteiras. **Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 66-73, 2019.

- MASSUKADO, L.M. **Compostagem: nada se cria, nada se perde; tudo se transforma.** Brasília: Editora IFB, p. 86, 2016. DOI: <https://doi.org/10.19123/edifb.v0i0.3764>
- NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICES (NRCS), Part 637 **Environmental Engineering, National Engineering Handbook**, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 2010.
- NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE (NRAES). **On-farm composting handbook.** NRAES-54. Ithaca, NY, 1992.
- OFNER-SCHRÖCK, E.; ZÄHNER, M.; HUBER, G., et al. Compost barns for dairy Cows aspects of animal welfare. **Journal of Animal Science**, v .5, N. 2, p.124-131, 2015. <https://doi.org/10.4236/ojas.2015.52015>
- ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos - Alimentos de Origem Animal.** Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, v. 2, p.41-48, 2005.
- PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras.** Gráfica da Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p. 30-45. 2001.
- PETZEN, J.; WOLFANGER, C.; BONHOTAL, J., et al. **Eagleview compost dairy barn - case study.** Farm viability institute, 2009. Disponível em: <<https://db.nyfvi.org/documents/1367.pdf>> Acesso em: 22/02/2019.
- ROMA JÚNIOR, L.C.; MONTOYA, J.F.G.; MARTINS, T.T., et al. Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com o programa de pagamento por qualidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 6, p. 1411-1418, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352009000600022>
- SANTOS, M. V. **Conceitos básicos sobre a qualidade microbiológica do leite.** 2000. MilkPoint (O ponto de encontro da cadeia produtiva do leite). Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veigados-santos/conceitos-basicos-sobre-a-qualidade-microbiologica-do-leite-16153n.aspx>>. Acesso em: 23/10/2019.
- SANTOS, P.A.D.; SILVA, M.A.P.D.; ANASTÁCIO, P.I.B., et al. Qualidade do leite cru refrigerado estocado por diferentes períodos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 63, n. 364, p. 36-41, 2008.
- SANTOS, M. V. **Compost Barn: Uma alternativa para o confinamento de vacas leiteiras.** 2012. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/compost-barn-uma-alternativa-para-o-confinamento-de-vacas-leiteiras-204771n.aspx>>. Acesso em: 14/06/2020.
- SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Controle da mastite e qualidade do leite – Desafios e soluções.** São Paulo: Edição dos Autores, ed.1, 2019.

- 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**, v. 26, n. 3, p. 465-473, 2010. doi: 10.13031/2013.29952
- SILVA, B. Qualidade do leite e controle de mastite: *Staphylococcus aureus*. **Artigos técnicos**. 2009. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/qualidade-do-leite-e-controle-de-mastite/>> Acesso em: 16/05/2019.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A., et al. **Manual de Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos e Água**. São Paulo: Livraria Varela, 2010. p. 107-152.
- STENTIFORD, E. I. Composting control: principles and practice. In: **The Science of Composting**. Springer, Dordrecht, p. 49 - 59, 1996.
- TIQUIA, S.M. Evaluation of organic matter and nutrient composition of partially decomposed and composted spent pig litter. **Environmental technology**, v. 24, n. 1, p. 97-107, 2003. <https://doi.org/10.1080/09593330309385540>
- TRONCO, V.M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3ed. Santa Maria: UFSM, P. 206, 2008.
- TOZZETTI, D.S.; BATAIER, M.B.N.; ALMEIDA, L.R., et al. Prevenção, Controle e Tratamentos das Mastites Bovinas – Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 6, n. 10, 2008.
- USDA. **Cows milk production and consumption: summary for selected countries**. 2018. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>> Acesso em: 22/02/2019.
- WAGNER, P.E. 2002. Bedded pack shelters. **Lancaster Farming**, v. 47, n. 20 p. 36, 2002.

3 COMPOST BARN: MICROBIOTA DA CAMA DE COMPOSTAGEM

RESUMO

O sistema compost barn é uma das novidades do setor leiteiro para melhorar o bem-estar e a produção animal, entretanto há poucos estudos sobre a qualidade microbiológica da cama. O objetivo deste estudo foi avaliar a contagem bacteriana, temperatura, umidade e pH do material de cama no sistema de compostagem, temperatura interna e externa do galpão, no período de dezembro de 2017 a dezembro de 2018, com intervalos de dois meses. As amostras foram coletadas antes da aeração da manhã em 10 pontos diferentes, na superfície, com 10 e 15 cm de profundidade e posteriormente misturadas para produzir uma amostra composta. As contagens bacterianas foram determinadas para microrganismos aeróbios mesófilos totais, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., fungos e leveduras. As temperaturas referentes as três profundidades foram mensuradas para cada um dos 10 pontos. A temperatura no interior do galpão (máx. 23,5°C e min. 13,2°C) foi próxima da temperatura da superfície da cama (máx. 26,34°C e mín. de 16,32°C), sendo observados menores valores na superfície em relação às camadas de 10 (máx. 46,24°C e mín. 24,15°C) e 15 cm de profundidade (52,22°C e 27,91°C), que apresentaram temperaturas semelhantes. Somente na última coleta, realizada a 15 cm profundidade é que a temperatura foi ideal para a eliminação de microrganismos patogênicos. A umidade e a temperatura da cama estavam abaixo da faixa ideal recomendada, enquanto o pH estava dentro da faixa recomendada para tornar o processo eficiente. Com o aumento da temperatura, as contagens de *Streptococcus* spp. (3,02 Log UFC g), *Enterobacteria* spp. (5,08 Log UFC g), *Staphylococcus* spp. (4,26 Log UFC g⁻¹) e levedura (2,20 Log UFC g⁻¹) diminuíram, principalmente para 10 e 15 cm, quando a temperatura da cama ultrapassou os 46°C. Ocorreram altas contagens de *Clostridium* spp. durante todas as coletas nas três camadas. Os gêneros *Rhizopus*, *Penicillium*, *Bipolar* e *Fusarium* foram os fungos predominantes na cama. O baixo teor de umidade e temperatura pode ser atribuído à baixa taxa de lotação ao longo do período avaliado, o que aumentou a carga microbiana da cama de compostagem.

Palavras-chave: microrganismos, pH, sistema de cama, temperatura, umidade

COMPOST BARN: COMPOSTATION BED MICROBIOT

ABSTRACT

The compost barn system is one of the novelties of the dairy sector to improve animal welfare and production; however there are few studies on the microbiological quality of the bed. The objective of this study was to evaluate the bacterial count, temperature, humidity and pH of the bedding material in the composting system, internal and external temperature of the shed, from December 2017 to December 2018, with intervals of two months. The samples were collected before morning aeration at 10 different points, in the surface, 10 and 15 cm deep, and subsequently mixed to produce a composite sample. Bacterial counts were determined for total aerobic mesophilic microorganisms, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., fungi and yeasts. The temperatures referring to the three depths were measured for each of the 10 points. The temperature inside the shed (max. 23.5°C and min 13.2°C) was close to the temperature of the bed surface (max. 26.34°C and minimum of 16.32°C), being observed lower values on the surface in relation to the layers of 10 (max. 46.24°C and min 24.15°C) and 15 cm deep (52.22°C and 27.91°C), which presented similar temperatures. Only in the last collection, carried out at 15 cm depth, was the temperature ideal for the elimination of pathogenic microorganisms. The humidity, as well as the bed temperature, was below the ideal recommended range, while the pH was within the recommended range to make the process efficient. With increasing temperature, counts of *Streptococcus* spp. (3.02 Log UFC g), *Enterobacteria* spp. (5.08 Log UFC g), *Staphylococcus* spp. (4.26 Log UFC g⁻¹) and yeast (2.20 Log UFC g⁻¹) decreased, mainly to 10 and 15 cm, when the bed temperature exceeded 46°C. High counts of *Clostridium* spp. during all collections in the three layers. The genera *Rhizopus*, *Penicillium*, *Bipolar* and *Fusarium* were the predominant fungi in bed. The low moisture and temperature content can be attributed to the low stocking rate throughout the evaluated period, which increased the microbial load in the compost bed.

Key words: microorganisms, pH, bed system, temperature, humidity.

3.1 Introdução

O compost barn surgiu no final dos anos 80 no estado de Virginia nos Estados Unidos como um sistema alternativo de confinamento para vacas leiteiras, visando proporcionar maior conforto aos animais com um ambiente seco e seguro o ano todo, melhorar a saúde, resultando na longevidade dos animais e no aumento da produção. Consequentemente, o sistema facilita a execução e finalização das tarefas diárias dos colaboradores, além de melhorias no armazenamento e manejo dos dejetos dos animais, reduzindo a necessidade do uso de água (BARBERG et al., 2007a; DAMASCENO, 2012; WAGNER, 2002).

A grande vantagem desse sistema é a área aberta de descanso coberta por uma cama (fonte de carbono) que, por meio da aeração (infiltração de ar), realizada pelo menos duas vezes ao dia, é misturada com o material orgânico (esterco/urina), resultando na produção de dióxido de carbono (CO_2), água e calor (BEWLEY et al., 2012).

Fatores como temperatura, umidade, pH, relação carbono:nitrogênio, oxigênio, matéria orgânica e atividade das populações microbianas são determinantes para que o processo de compostagem ocorra de forma eficiente. Entretanto a aeração é o fator chave do processo, pois irá determinar a condição ocasionada pelos microrganismos que, ao consumirem oxigênio, produzem dióxido de carbono, umidade e calor suficientes para secar o material e reduzir a população de microrganismos patogênicos (BLACK et al., 2013; PETZEN et al., 2009).

A carga microbiana presente na cama é um fator de grande preocupação, principalmente devido a presença de microrganismos patogênicos que podem entrar em contato direto com os tetos e possivelmente com o leite, podendo causar alteração na qualidade da matéria-prima e no produto final. Alguns microrganismos, como estafilococos, também são capazes de produzir toxinas que podem ocasionar graves danos à saúde dos animais e do homem (BLACK et al., 2013).

A quantidade e os gêneros de microrganismos presentes no composto variam em função da temperatura, da disponibilidade de nutrientes, da concentração de oxigênio, do teor de água e pH no decorrer do processo de compostagem (NRCS, 2010), tornando-se assim importante proporcionar as condições adequadas para a eficácia do processo de compostagem, evitando-se assim o desenvolvimento de microrganismos patogênicos.

Diante disso, objetivou-se avaliar os parâmetros microbiológicos e as condições de temperatura, umidade e pH em diferentes profundidades (superfície, 10 e 15 cm) da cama do sistema de confinamento Compost Barn ao longo de um ano da implantação.

A hipótese com esse estudo é avaliar a carga microbiana presente na cama de descanso do sistema Compost Barn, que pode ser influenciada por diversas condições como temperatura, pH e umidade ao longo de um ano.

3.2 Material e Métodos

O estudo foi realizado em uma propriedade leiteira no município de Quatro Pontes/PR (LATITUDE: - 24.594530°, LONGITUDE: - 53.962742). De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, a região possui clima subtropical úmido (Cfa), com temperatura média inferior a 18°C (mesotérmico) no mês mais frio e temperatura média acima de 22°C no mês mais quente, com verões quentes e maiores concentrações de chuva, porém sem estação de seca definida e geada pouco frequente (CAVIGLIONE et al., 2000).

O período experimental foi de 13 meses (dezembro de 2017 a dezembro de 2018), sendo realizadas 7 coletas em intervalos de dois meses sendo 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 13. O galpão possuía uma área de repouso de aproximadamente 700 m², coberta com cerca de 50 cm de maravalha (posteriores adições ocorreram conforme a necessidade, em agosto houve a adição de milho junto à maravalha), com seis ventiladores dispersos na instalação, o revolvimento da cama era realizado duas vezes por dia, após a ordenha da manhã (7:00 hs) e da tarde (17:00 hs), por meio de um escarificador acoplado ao trator numa profundidade de até 50 cm.

No momento da ordenha (antes da aeração da cama), foi realizada a amostragem da cama, optou-se por fazer um pool para cada profundidade, ou seja, foram escolhidos 10 pontos aleatórios ao longo do galpão, onde inicialmente foi realizada a mensuração da temperatura com um termômetro tipo espeto (Multi-thermometer Voltcraft, 300) e, na sequência, coletadas as amostras que foram armazenadas em um saco plástico para cada profundidade. O termômetro também foi utilizado para medir a temperatura ambiente interna do galpão. As amostras foram denominadas: amostras da superfície, a 10 cm e a 15 cm de profundidade, que foram medidas com o auxílio de uma régua.

As amostras foram armazenadas em caixa de isopor com gelo e transportadas até o Laboratório de microbiologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR. As amostras foram analisadas imediatamente após a chegada no laboratório.

Os dados de temperatura ambiente externa (°C) e umidade relativa do ar (%) foram obtidos na Estação Meteorológica de observação de superfície automática de Marechal Cândido Rondon-PR, Código A 820, localizado na Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, situada no município de Marechal Cândido Rondon, Linha Guará (LATITUDE: -24,533303°, LONGITUDE: -54,019248° e ALTITUDE: 392 metros), a cerca de 15 km da propriedade.

Para análise de matéria seca, pesou-se no pesa filtro, entre 1 a 2g de amostra, e colocou-se as na estufa 105°C por 24hrs, de acordo com AOAC (1990) (método 990.03) e calculado com base na amostra seca ao ar (ASA).

Para a medição do pH, pesou-se 10g do material da cama e misturou-se com 100mL de água destilada permanecendo em repouso por uma hora, para então realizar a leitura em um peagâmetro digital (CHERNEY e CHERNEY, 2003).

Para as análises microbiológicas, adicionaram-se 25g da amostra em 225mL de água destilada previamente esterilizada representando a diluição 10^{-1} . Procedeu-se até a diluição 10^{-7} (APHA, 1992).

A contagem padrão de aeróbios mesófilos (Plate Count Agar - Merck), *Staphylococcus* spp., (Agar Sal Manitol - Acumedia), *Clostridium* spp. (Reinforced Clostridium Agar - Acumedia), *Streptococcus* spp. (Agar seletivo para *Estreptococcus* - Micromed) foi realizada através da técnica de semeadura em superfície e as placas incubadas em estufa (Eletrolab-EL202) a 37 °C por 24 a 48 horas para aeróbios mesófilos e *Staphylococcus* spp., enquanto *Clostridium* spp. e *Streptococcus* spp. foram incubados em estufa com injeção de CO₂ (Tecnal-Te-399) a 35°C por 24 horas. Para a contagem de enterobactérias, foi utilizada a técnica de semeadura por profundidade, em meio Violet Red Bile Agar (VRB - Acumedia) e as placas foram incubadas na estufa (Eletrolab-EL202) a 36 °C por 24 a 48 horas. Após o tempo de incubação, foram quantificadas as placas que apresentavam entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (UFC), com o auxílio de um contador de colônias tipo Quebec e transformados para logUFC/g.

A avaliação de fungos e leveduras foi realizada através da semeadura em superfície de 0,1µl da amostra em Agar Potato Dextrose (BDA - Acumedia) em pH 3,5 previamente acidificado com ácido tartárico 10% e adicionado pentabiótico (Zoetis)

(BRACKETT e SPLITTSTOESSER, 1992). As placas foram incubadas a temperatura ambiente $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 7 dias. A identificação dos microrganismos isolados ocorreu quanto ao gênero pelas características microscópicas das colônias, através da esporulação das colônias de fungos, e por meio do preparo das lâminas para visualização em microscópio (KLICH, 2002).

Realizou-se análise descritiva para os dados da avaliação microbiana, características da cama, sendo calculada a média dos 10 pontos para a temperatura de cada profundidade e para variáveis relacionadas ao ambiente foram utilizadas as médias do dia referentes à coleta.

3.3 Resultados e Discussão

A temperatura interna do galpão (máx. $23,5^{\circ}\text{C}$ e mín. $13,2^{\circ}\text{C}$) observada foi menor que as médias da temperatura externa (máx. $26,1^{\circ}\text{C}$ e mín. $16,1^{\circ}\text{C}$) em todo o período avaliado (Figura 1), proporcionando um ambiente mais confortável para os animais, considerando a faixa de temperatura de 4 a 24°C como confortável para vacas em lactação, assim descrita por Nääs (1989).

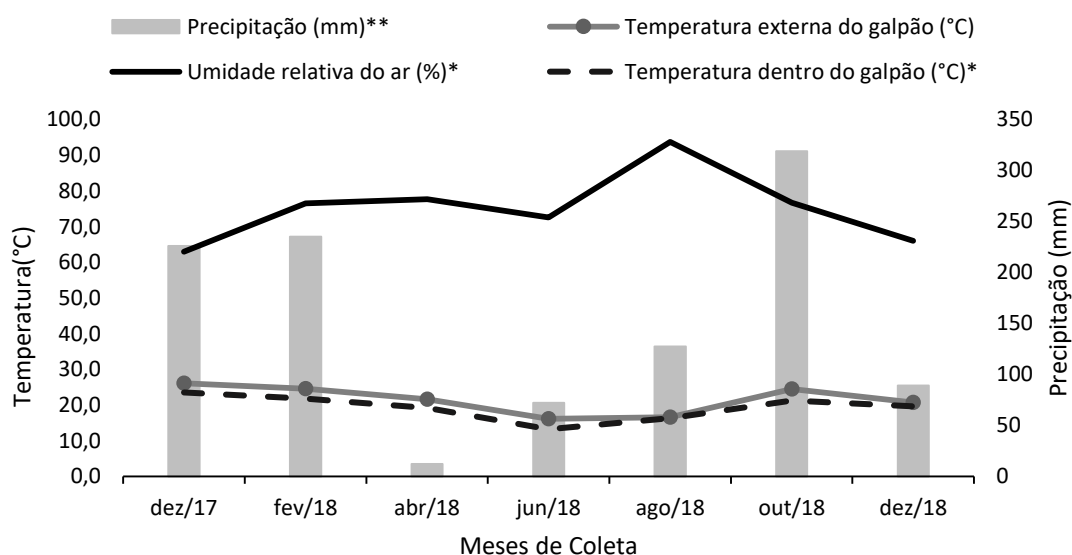


Figura 1. Temperatura interna e externa do galpão Compost Barn, umidade relativa do ar no dia da amostragem e índice pluviométrico ao longo do período experimental

Fonte: *valores médios do dia obtidos na estação meteorológica de observação de superfície automática (Código A 820) (Marechal Cândido Rondon), ** Copagril (Quatro Pontes).

A temperatura média da superfície da cama foi a mais baixa dentre as três profundidades (superfície, 10 e 15cm) avaliadas, variando entre 16,32 a 26,34°C (Tabela 1) ficando próxima à temperatura ambiente dentro do galpão, a qual oscilou entre 13°C a 23°C (Figura 1), valores esses próximos aos relatados por Vieira et al. (2017), ao caracterizarem o ambiente térmico de um sistema compost barn em estações quentes e frias, observaram valores de 22°C e 16°C, respectivamente, na superfície da cama.

Oliveira et al. (2019), ao avaliarem 16 galpões de compostagem em Minas Gerais, observaram temperatura média na superfície de $22 \pm 3,6^\circ\text{C}$ e temperatura média do ar de $26,7 \pm 2,3^\circ\text{C}$, fato inverso ao que ocorreu no presente estudo, onde a temperatura na superfície da cama foi maior que a temperatura ambiente no interior do galpão. Conforme Shane et al. (2010), é esperado que a temperatura na superfície da cama seja mais amena pelo contato direto com as vacas, objetivando fornecer uma superfície seca, macia e confortável para os animais descansarem. A ventilação e a evaporação da água foram os fatores que contribuíram para uma temperatura mais baixa na superfície da cama, ao longo do período experimental.

Tabela 1. Temperatura, pH e umidade da cama de um sistema compost barn na superfície, 10 e 15 cm de profundidade

Meses de coleta	Superfície	10 cm	15 cm	Média
	Temperatura cama ($^\circ\text{C}$)*			
dez/17	26,34	30,58	38,48	31,80
fev/18	22,96	32,37	33,64	29,66
abr/18	22,11	31,54	33,49	29,05
jun/18	16,32	24,15	27,91	22,79
ago/18	23,15	33,50	41,29	32,65
out/18	26,26	39,97	45,09	37,11
dez/18	22,35	46,24	52,22	40,27
pH da cama				
dez/17	-	-	-	-
fev/18	7,31	7,69	7,74	7,58
abr/18	7,25	7,55	7,47	7,42

jun/18	7,30	7,33	7,31	7,31
ago/18	7,40	7,60	7,47	7,49
out/18	7,81	7,60	7,57	7,66
dez/18	7,90	7,92	7,88	7,90
Umidade da cama (%)				
dez/17	-	-	-	-
fev/18	36,59	33,28	29,99	33,29
abr/18	39,64	36,29	29,96	35,29
jun/18	45,12	36,48	25,49	35,69
ago/18	31,60	30,33	25,98	29,30
out/18	32,04	29,94	26,27	29,41
dez/18	39,61	28,62	28,97	32,40

Nota: *valores médios obtidos de 10 pontos.

Black et al. (2013), ao avaliarem 42 galpões de compostagem no estado de Kentucky (EUA), verificaram temperatura de $32,3 \pm 10,6^\circ\text{C}$ e $36,1 \pm 11,0^\circ\text{C}$ para 10,2 e 20,3 cm de profundidade. Oliveira et al. (2019), também relataram temperatura de $35,9^\circ\text{C}$ em 20 cm de profundidade, valores que corroboram com os do presente estudo, onde a temperatura média a 10 cm de profundidade variou de $24,15$ a $46,24^\circ\text{C}$ e $27,91$ a $52,22^\circ\text{C}$ para 15 cm de profundidade (Tabela 1).

De acordo com Stentiford (1996), a população microbiana torna-se bastante diversificada e a degradação do composto perde sua eficiência quando as temperaturas diminuem entre 35 a 40°C ou quando inferiores a esses valores. Janni et al. (2006), recomendam temperaturas entre $43,3$ a $65,0^\circ\text{C}$ para profundidades de 15 a 31 cm, valores esses próximos aos verificados no presente estudo nos meses de outubro e dezembro de 2018 na profundidade de 15 cm. No entanto, as temperaturas registradas neste trabalho não atingiram a faixa ideal para eliminação de microrganismos patogênicos, o qual deve situar-se entre 54 a 65°C (STENTIFORD, 1996).

A maior parte das bactérias apresenta pH ótimo perto da neutralidade, o qual foi observado no presente estudo em todo o período experimental, valores na faixa dos 7,0 (Tabela1), oscilando dentro da faixa entre 5,5 e 8,0 considerada ideal para que o processo de fermentação ocorra de forma adequada, conforme Tiquia et al. (2003) e Massukado (2016), enquanto fungos e leveduras apresentam melhor crescimento em meios mais ácidos, de acordo com Bernal et al (2009).

Oliveira et al. (2019), ao avaliarem diferentes estábulos do CB, no Estado de Minas Gerais, obtiveram um pH médio da cama no valor de $9,0 \pm 0,8$ e Fávero et al. (2015), ao avaliarem três fazendas com implantação do sistema Compost barn durante um ano, registraram média geral de pH de 8,8. Assim como no presente estudo, Fávero et al. (2015) também relatam aumento de pH ao longo do processo de compostagem.

Changirath et al. (2011) relatam que durante os estágios iniciais de decomposição são formados os ácidos orgânicos que posteriormente, ao decorrer da compostagem, tornam-se neutralizados, atingindo valores de pH entre 6,0 e 8,0. O aumento do pH, segundo oliveira et al. (2019), também pode ocorrer pela utilização da cama por tempo prolongado, ocasionar maior incorporação de nitrogênio no meio. Bernal et al. (2009) relatam que o aumento do pH também pode ser possivelmente devido à formação de grupos fenólicos durante o processo de biotransformação da lignina, componente da maravalha.

A umidade da cama apresentou variações ao longo dos meses, na superfície observou-se maiores teores de umidade (máx. 45% e mín. 31%) quando comparado a 10 cm (máx. 36% e mín. 28%) e a 15 cm (máx. 29% e mín. 25%), devido a presença de fezes e urina dos animais e a baixa temperatura. Todavia, considerando a faixa de 40% a 65% de umidade ideal para o composto, somente no mês de junho a amostra da superfície atingiu tais valores. A umidade mais baixa em 10 e 15 cm pode ser em razão do aumento da temperatura da cama nesses pontos (Tabela 1).

Segundo Janni et al. (2007) existe uma relação direta entre a temperatura da cama e o teor de umidade dela. Teores de umidade muito baixos podem provocar problemas respiratórios nos animais e nos funcionários que realizam o manejo da cama (NRAES-54, 1992).

As três profundidades estudadas apresentaram contagens semelhante em relação aos microrganismos aeróbios mesófilos (Figura 2). Observou-se um aumento dessas bactérias entre os meses de dezembro de 2017 a abril de 2018, o que pode ser explicado possivelmente pelo início do processo de compostagem, ocorrendo maior disponibilidade de nutrientes e as temperaturas estarem em torno de 22°C na superfície da cama e 32°C e 33°C a 10 e 15 cm de profundidade, respectivamente. No mês de junho, a incidência de aeróbios mesófilos foi a menor registrada (7,04; 4,91 e 5,48 Log UFC g^{-1} para superfície, 10 e 15 cm, respectivamente), devido às baixas temperaturas observadas no inverno ($16,32$; $24,15$ e $27,91^{\circ}\text{C}$ na superfície, 10 e 15 cm de profundidade, respectivamente) (Tabela 1), o que, possivelmente, retardou o crescimento bacteriano. Petzen et al. (2009)

também observaram uma redução na ação do composto sobre o crescimento microbiano durante o inverno.

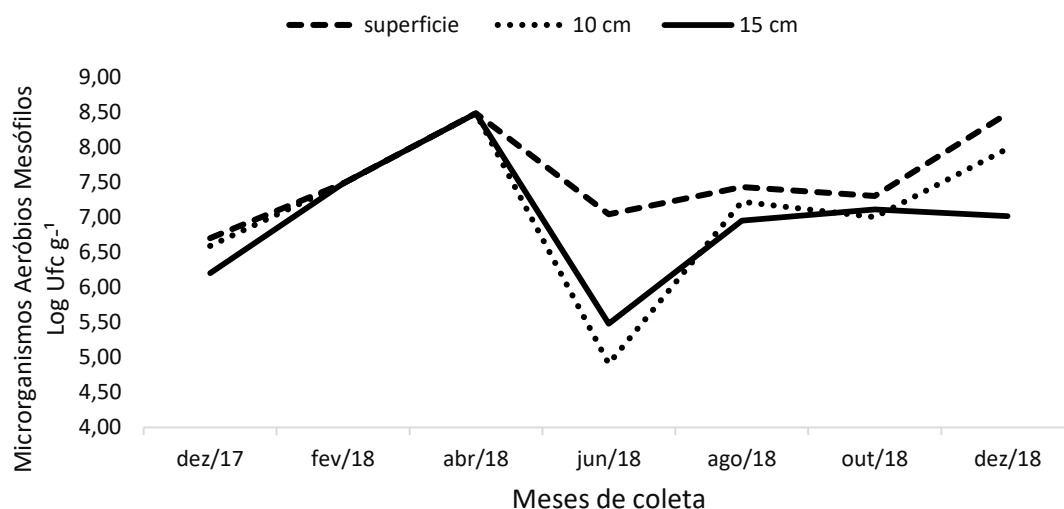


Figura 2. Contagem de Aeróbios Mesófilos totais em diferentes profundidades da cama de repouso do sistema de confinamento Compost Barn

Na profundidade de 10 e 15 cm observou-se um aumento de temperatura gradativo após o inverno (abril e junho), sendo que a profundidade de 10 cm atingiu temperaturas entre 33 e 46°C e 45 a 55°C a 15 cm, havendo redução de aeróbios mesófilos totais em ambas as camadas (Figura 2).

De acordo com Silva et al. (2010), a presença de aeróbios mesófilos é um indicador geral de populações bacterianas, mas não diferencia espécies de microrganismos, por isso apresenta maiores contagens quando avaliado, em comparação com microrganismos específicos. Contudo, quanto menor a contagem de aeróbios mesófilos na cama, melhor, pois altos valores podem afetar a saúde do animal e a qualidade do leite, uma vez que nesse grupo encontram-se várias bactérias patogênicas e a contaminação ocorre pelo contato direto com os tetos. Segundo Guerreiro et al. (2005) e NRCS (2010), a cama é composta por diversos microrganismos, podendo atingir contagens bacterianas de 10^8 a 10^{10} , sendo que o tipo e a quantidade microbiana variam em função da evolução da temperatura, da disponibilidade de nutrientes, da concentração de oxigênio, do teor de água e pH ao decorrer da compostagem. Segundo Bernal et al. (2009), as bactérias são predominantes no início da compostagem.

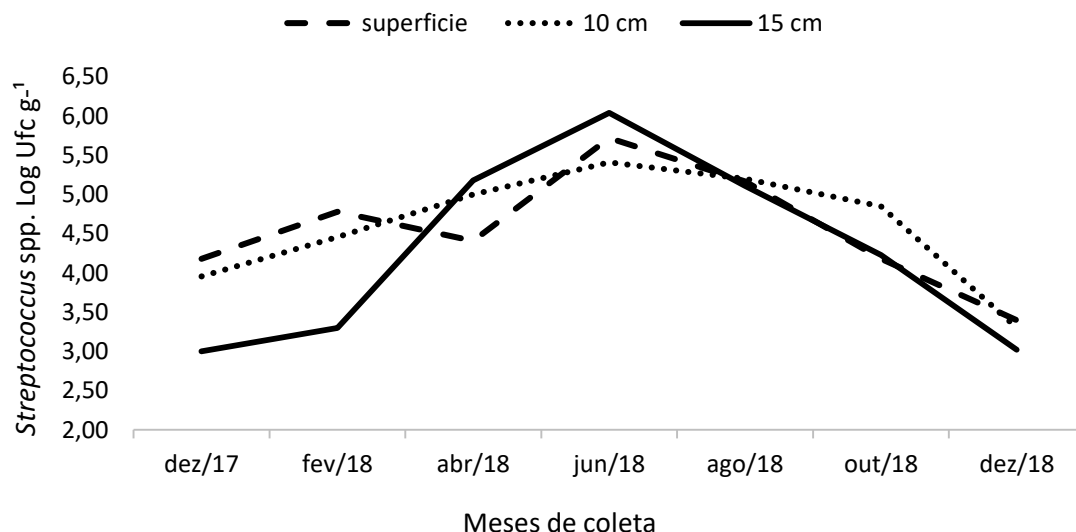


Figura 3. Contagem de *Streptococcus* spp. em diferentes profundidades da cama de repouso do sistema de confinamento Compost Barn

De acordo com Black et al. (2014) e Shane et al. (2010), o aumento da temperatura interna da cama e a umidade reduzida são fatores que tendem a limitar o crescimento de *Streptococcus* spp., que segundo Walstra et al. (2006), deve ter a presença monitorada pela sua capacidade de causar doença.

Streptococcus spp. é uma das bactérias causadoras da mastite, está presente na cama e no ambiente onde os animais circulam. Pode-se observar um aumento na contagem de *Streptococcus* spp. entre os meses de dezembro a junho (4,18 a 5,72 Log UFC g⁻¹) para superfície (3,95 a 5,41 Log UFC g⁻¹) para 10 cm (3,00 a 6,04 Log UFC g⁻¹) e para 15 cm (Figura 3), especialmente em junho (inverno), onde foram registradas as menores temperaturas (16,32°C na superfície, 24,15°C em 10 cm e 27,91°C em 15 cm de profundidade) (Tabela 1), o que pode ter contribuído para o aumento das contagens, uma vez que os *Streptococcus* possuem temperatura ideal de crescimento de 37°C, porém algumas espécies conseguem crescer em temperaturas inferiores (ICMSF, 1996).

Conforme houve aumento gradativo da temperatura após junho, chegando a 52°C na profundidade de 15 cm (Tabela 1), houve redução de contagem de *Streptococcus* spp. e diminuição do teor de umidade da cama, além disso, o fato do pH dos meses abril e junho (média de 7,42 e 7,31 respectivamente) foram os mais baixos de todo o período de avaliação, o que também pode ter contribuído para a diminuição das contagens, uma vez que o pH preferencial desses microrganismos é 7,0 mas podem apresentar crescimento em menores quantidades em pH entre 4,8 a 9,3 (ICMSF, 1996).

Assim como no presente estudo, Shane et al. (2010), ao avaliarem seis fazendas contendo camas de compostagem em Minnesota, nas profundidades de 15 e 30,5cm, verificaram maiores contagens de *Streptococcus* no inverno se comparadas ao verão.

Conforme Barkema et al. e Stamford et al. (2006), os *Staphylococcus* são patógenos de mastite que causam infecções contagiosas e ambientais, são amplamente distribuídos na natureza e facilmente transmitidos aos alimentos. Houve uma diminuição nos valores de *Staphylococcus* spp. entre a primeira e a última coleta, no entanto as três profundidades apresentaram comportamentos semelhantes em relação à incidência de *Staphylococcus* spp. até o mês de agosto (Figura 4).

A superfície da cama apresentou, em geral, maiores contagens de *Staphylococcus* spp. em relação a 10 e 15 cm profundidade. No mês de outubro, as amostras coletadas da superfície e a 15 cm obtiveram maiores contagens (4,53 e 4,51 Log UFC g⁻¹, respectivamente), enquanto a profundidade de 10 cm apresentou comportamento inverso (3,00 Log UFC g⁻¹).

Em dezembro de 2018, quando a temperatura atingiu 46,24°C e 52,22°C a 10 e 15 cm, respectivamente, houve redução de *Staphylococcus* spp., no entanto, as temperaturas não foram suficientemente altas para uma redução mais severa desses microrganismos, visto que a temperatura ideal desses microrganismos situa-se em 37°C e o pH favorável para crescimento é entre 6,0 e 7,0, entretanto, esses microrganismos conseguem crescer em valores de pH entre 4,5 e 9,3. A produção de enterotoxinas termoresistentes ocorre em temperaturas entre 10 e 46°C, com valores de pH entre 5,2 e 9,0 (ICMSF, 1996; SANTANA et al., 2010).

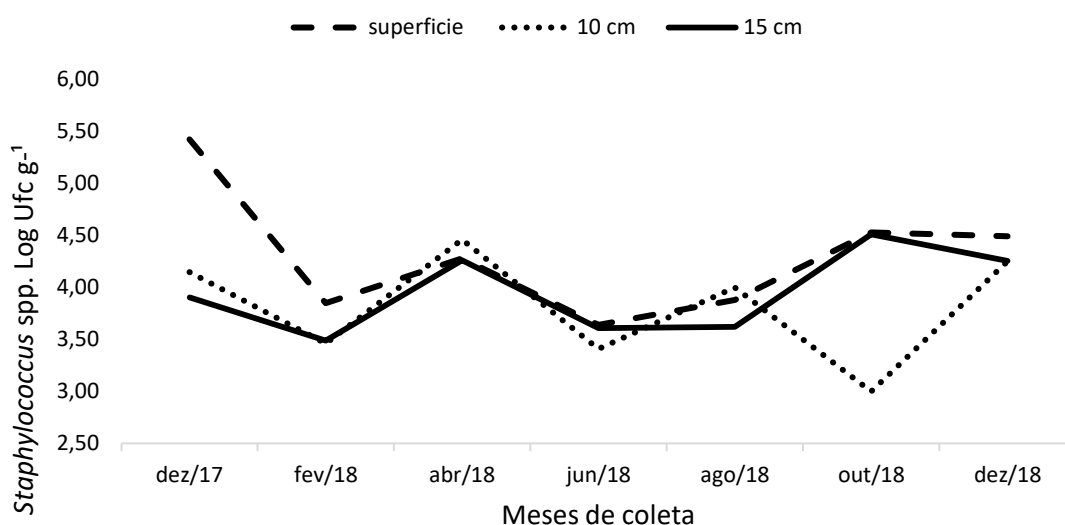


Figura 4. Contagem de *Staphylococcus* spp. em diferentes profundidades da cama de repouso do sistema de confinamento Compost Barn

Segundo Ferreira et al. (2006) e Zafalon et al. (2008), o ambiente pode influenciar no aparecimento de novos casos de mastite, pois em períodos com elevados índices pluviométricos há uma frequência maior de isolamento de *Staphylococcus aureus* quando comparado a períodos mais secos, exceto em abril. Quando houve aumento nas contagens, nos meses de junho e dezembro de 2018, cuja média mensal foi de 72 e 89 mm de chuva, havendo queda nas contagens bacterianas em comparação com os meses de mais de 100 mm de chuva (Figura 1).

A contagem de *Clostridium* spp. foi alta em quase todo o período experimental e as maiores contagens foram registradas quando a temperatura permaneceu acima de 30°C, (Tabela 1) até junho, apresentando queda em agosto e posteriormente, um aumento no mês de dezembro (Figura 5). De acordo com Brito e Brito (2003), a presença de bactérias do gênero *Clostridium* spp. é de difícil controle, esses microrganismos são classificados como psicrotróficos pela capacidade de sobreviver em temperaturas de refrigeração, também são considerados bactérias termodúricas por suportarem altas temperaturas, superiores a 100°C, podendo produzir esporos. O pH ideal de crescimento desse grupo varia entre 6,0 e 7,0, mas podem crescer em ambientes com valores de pH entre 5,5 e 9,0 (ICMSF, 1996).

Conforme Oliveira (1999), os clostrídios habitam o solo, ambientes com alta concentração de matéria orgânica, água, trato intestinal do homem e dos animais. Essas bactérias podem causar doenças por invasão de tecidos ou por produção de toxinas em temperaturas entre 30 e 40°C. Chambers (2002) e Cousin (1982) citam a contagem mais alta de *Clostridium* no inverno, por se originarem em materiais de cama e do solo. Esses fatores podem explicar a contagem com valores próximos de 6,23; 6,43 e 6,30 Log UFC g⁻¹ para superfície, 10 e 15 cm, respectivamente, ao longo do período avaliado.

A variação na contagem de *Clostridium* spp. também pode ser relacionada com a utilização de dejetos dos animais na cama. Outro fator que pode estar relacionado é a relação com a taxa de umidade e a temperatura registrada na cama, ou seja, quando a temperatura da cama estava mais alta, a umidade estava baixa e o oposto também foi observado, uma vez que segundo Santos e Zanine (2006), ambientes muito úmidos e de altas temperaturas também favorecem o desenvolvimento de *Clostridium*.

Outra causa para o aumento de *Clostridium* a partir de agosto pode ser explicada pela adição de milho na cama junto à maravalha na cama de descanso, uma vez que essa espécie pode ser encontrada no solo, decorrendo em contaminação na hora da colheita, de acordo com Pahlow et al. (2003).

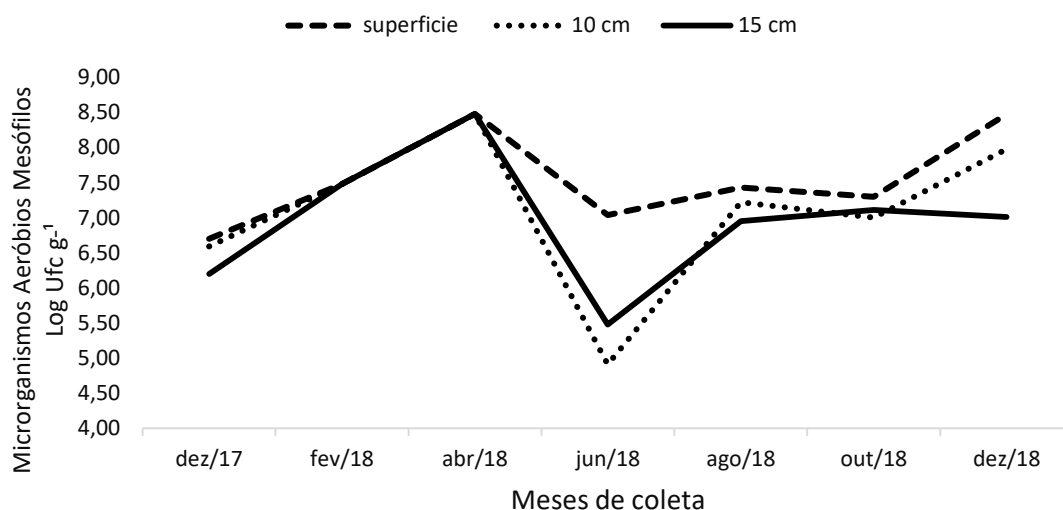


Figura 2. Contagem de Aeróbios Mesófilos totais em diferentes profundidades da cama de repouso do sistema de confinamento Compost Barn

Na profundidade de 10 e 15 cm observou-se um aumento de temperatura gradativo após o inverno (abril e junho), sendo que a profundidade de 10 cm atingiu temperaturas entre 33 e 46°C e 45 a 55°C a 15 cm, havendo uma pequena redução de aeróbios mesófilos totais em ambas as camadas (Figura 2).

De acordo com Silva et al. (2010), a presença de aeróbios mesófilos é um indicador geral de populações bacterianas, mas não diferencia espécies de microrganismos, por isso apresenta maiores contagens quando avaliado, em comparação com microrganismos específicos. Contudo, quanto menor a contagem de aeróbios mesófilos na cama, melhor, pois altos valores podem afetar a saúde do animal e a qualidade do leite, uma vez que nesse grupo encontram-se várias bactérias patogênicas e a contaminação ocorre pelo contato direto com os tetos. Segundo Guerreiro et al. (2005) e NRCS (2010), a cama é composta por diversos microrganismos, podendo atingir contagens bacterianas de 10^8 a 10^{10} , sendo que o tipo e a quantidade microbiana variam em função da evolução da temperatura, da disponibilidade de nutrientes, da concentração

de oxigênio, do teor de água e pH ao decorrer da compostagem. Segundo Bernal et al. (2009), as bactérias são predominantes no início da compostagem.

Streptococcus spp. é uma das bactérias causadoras da mastite, está presente na cama e no ambiente onde os animais circulam. Pode-se observar um aumento na contagem de *Streptococcus* spp. entre os meses de dezembro a junho (4,18 a 5,72 Log UFC g⁻¹) para superfície (3,95 a 5,41 Log UFC g⁻¹) para 10 cm (3,00 a 6,04 Log UFC g⁻¹) e para 15 cm (Figura 3), especialmente em junho (inverno), onde foram registradas as menores temperaturas (16,32°C na superfície, 24,15°C em 10 cm e 27,91°C em 15 cm de profundidade) (Tabela 1), o que pode ter contribuído para o aumento das contagens, uma vez que os *Streptococcus* possuem temperatura ideal de crescimento de 37°C, porém algumas espécies conseguem crescer em temperaturas inferiores (ICMSF, 1996).

Conforme houve aumento gradativo da temperatura após junho, chegando a 52°C na profundidade de 15 cm (Tabela 1), houve redução de contagem de *Streptococcus* spp. e diminuição do teor de umidade da cama, além disso, o fato do pH dos meses abril e junho (média de 7,42 e 7,31 respectivamente) foram os mais baixos de todo o período de avaliação, o que também pode ter contribuído para a diminuição das contagens, uma vez que o pH preferencial desses microrganismos é 7,0 mas podem apresentar crescimento em menores quantidades em pH entre 4,8 a 9,3 (ICMSF, 1996).

Assim como no presente estudo, Shane et al. (2010), ao avaliarem seis fazendas contendo camas de compostagem em Minnesota, nas profundidades de 15 e 30,5cm, verificaram maiores contagens de *Streptococcus* no inverno se comparadas ao verão.

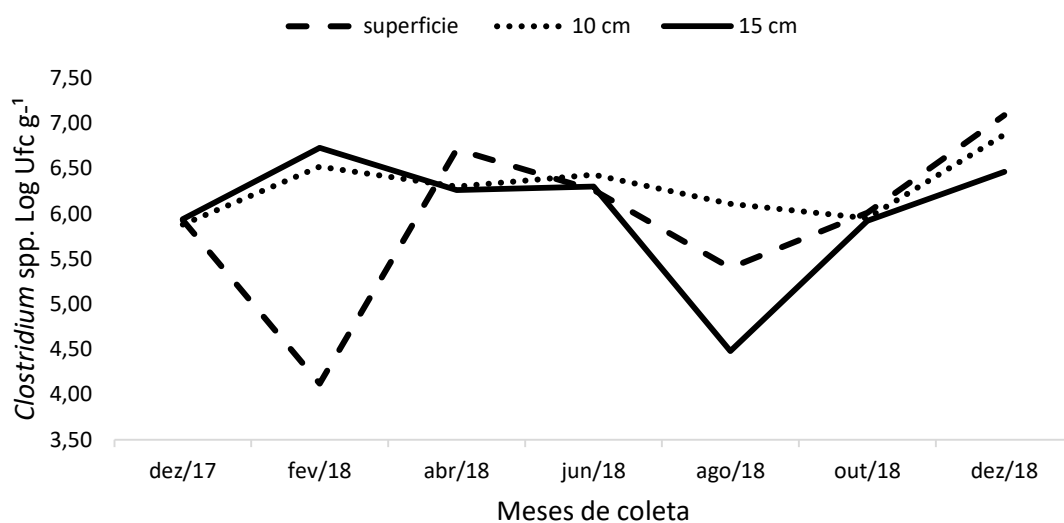


Figura 5. Contagem de *Clostridium* spp. em diferentes profundidades da cama de repouso do sistema de confinamento Compost Barn

Conforme Chambers (2002), as *Enterobacteria* spp. possuem a capacidade de sobreviver às temperaturas baixas, independentemente de sua temperatura ideal de crescimento, o que justifica os maiores valores para este grupo registrados na superfície (Figura 6), em decorrência das menores temperaturas observadas (Tabela 1), principalmente nos meses mais frios (8,48 Log UFC g⁻¹).

A *Escherichia coli* pertencente ao grupo das *Enterobacteria* spp., consegue crescer em temperaturas entre 8 e 45°C. As *Enterobacteria* spp. apresentam variação em relação à faixa de pH pois são sensíveis a alguns ácidos presentes no ambiente que podem controlar a população desse grupo, além disso, essas bactérias são anaeróbias facultativas (ICMSF, 1996). Verificou-se que, conforme a temperatura foi aumentando, a incidência de *Enterobacteria* spp. foi diminuindo.

As camadas de 10 e 15 cm de profundidade registraram temperatura acima dos 30°C e apresentaram menores contagens de *Enterobacteria* spp., principalmente em dezembro de 2018 (5,97 e 5,08 Log UFC g⁻¹), quando as temperaturas foram superiores a 45°C. Segundo Menezes et al. (2014), esses microrganismos apresentam grande sensibilidade em relação às altas temperaturas.

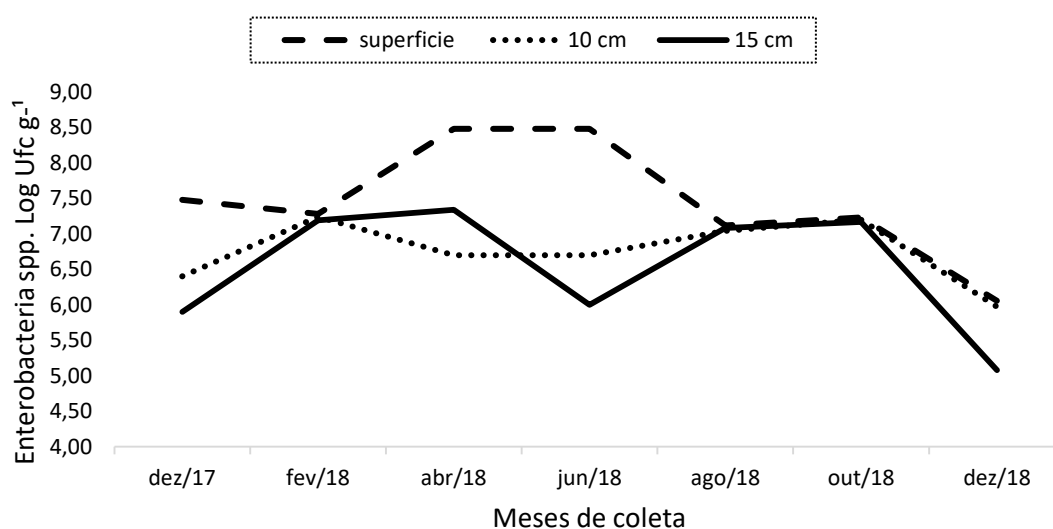


Figura 6. Contagem de *Enterobacteria* spp. em diferentes profundidades da cama de repouso do sistema de confinamento Compost Barn

Chambers (2002) e Cousin (1982) observaram a contagem mais alta de *Clostridium* spp. e enterobactérias no inverno. No presente estudo a incidência de *Enterobacteria* spp. e *Clostridium* spp., foi semelhante nas diferentes profundidades ao longo do período avaliado, que pode ser explicado pela sua distribuição no solo, em plantas, no trato gastrointestinal de humanos e dos animais, na água e por se originarem em materiais de cama (MCEVOY et al., 2003). Uma vez que são utilizados dejetos dos animais como substrato para a compostagem e há resistência desses microrganismos a situações adversas.

No presente estudo, a incidência de leveduras foi semelhante para superfície 10 e 15 cm de profundidade. Os maiores valores no início do período experimental devem-se provavelmente à compostagem estar iniciando a fermentação e possuir nutrientes em abundância, sendo observados os valores de 4,57; 5,01 e 4,16 Log UFC g⁻¹ para superfície 10 e 15 cm, respectivamente (Figura 7).

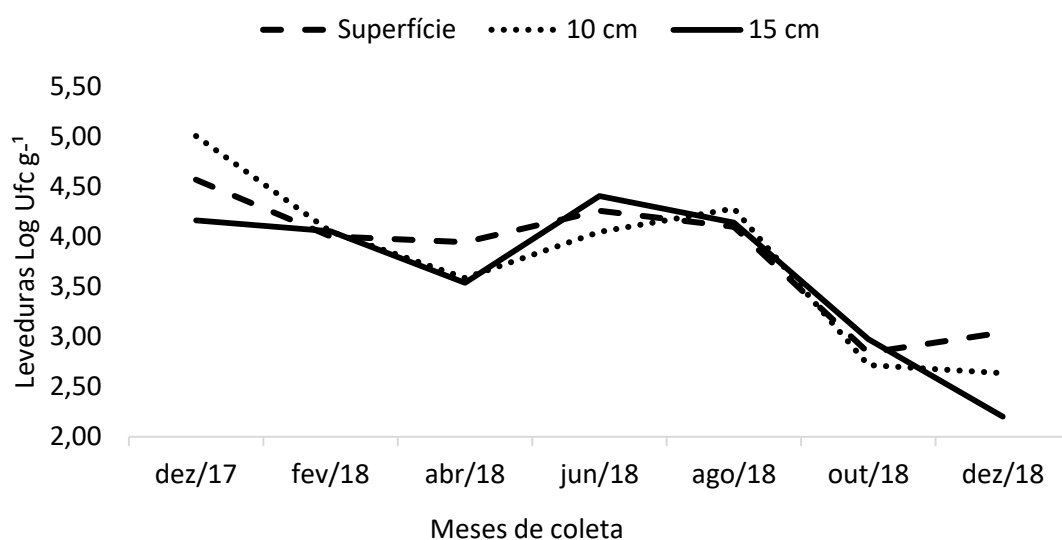


Figura 7. Ocorrência de leveduras em diferentes profundidades de cama de repouso do sistema Compost Barn

Para Leitão et al. (1988) e Dias e Schwan (2010), a população de leveduras é influenciada diretamente pela umidade e temperatura. As leveduras apresentam ótimo crescimento em temperaturas entre 25°C a 28°C e pH na faixa de 4,0 a 4,5. Tais fatores podem explicar o decréscimo desse grupo ao longo do período avaliado, atingindo valores de 3,04; 2,64 e 2,20 Log UFC g⁻¹ para superfície 10 e 15 cm, respectivamente, apesar da umidade permanecer baixa, variando entre 29-39% durante todo o estudo. Após o mês de

junho, com o aumento das temperaturas, consequentemente, a umidade tornou a baixar para valores entre 25-39%, enquanto o pH situou-se na faixa de 7,0 (Tabela 1).

Em relação aos fungos, constatou-se diferentes gêneros nas amostras de cama, que apresentaram variação ao longo do período experimental (Figura 8). Os gêneros *Rhizopus*, *Penicillium*, *Bipolares* e *Fusarium* foram predominantes em todas as profundidades, enquanto o gênero *Aspergillus* spp. apresentou maior crescimento nos meses de dezembro de 2017 e fevereiro, quando a compostagem ainda estava iniciando o processo fermentativo e as temperaturas da cama não estavam elevadas.

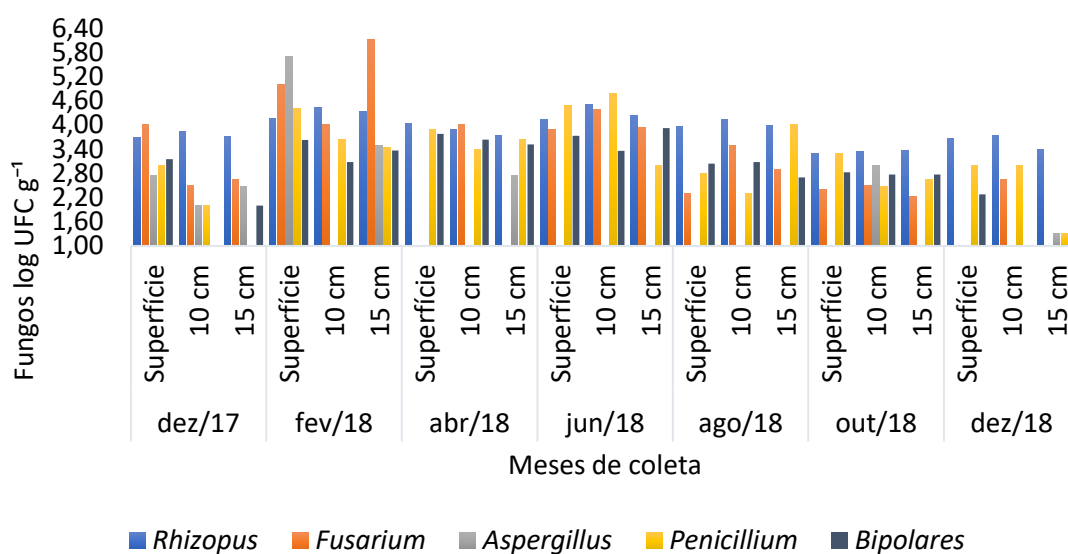


Figura 8. Ocorrência de fungos em diferentes profundidades da cama de repouso do sistema Compost Barn

De acordo com Lazzari (1997) e Bernal et al. (2009), os fungos estão presentes durante todo o processo de compostagem. Os fungos apresentam ótimo crescimento em temperaturas entre 25°C a 30°C, pH ótimo entre 4,5 a 5,0, mas conseguem crescer entre valores de 2,0 a 8,5. Contagens mais altas são registradas quando os níveis de água estão abaixo de 35% e são inativos em temperaturas maiores que 60°C. No presente trabalho, os valores de umidade permaneceram, na maior parte do tempo, abaixo da faixa recomendada por NRAES-54 (1992), de 40% a 65%, além disso as temperaturas foram amenas durante todo o período avaliado e o pH manteve-se na faixa de 7,0 (Tabela 1), apresentando contagens mais altas de fungos.

Algumas variações, tanto de contagens de microrganismos como de temperaturas, podem ter ocorrido pelos pontos de coletas serem escolhidos ao acaso e nem todos

estarem com a fermentação na mesma condição. A contagem maior de bactérias, na coleta de dezembro de 2017, pode ser resultante das chuvas que ocorreram em grandes volumes (431 mm e 233 mm em outubro e novembro de 2017, respectivamente), com a presença de ventos, o que resultou, ainda, no aumento dos teores de umidade da cama. Com exceção das coletas de agosto (60 mm) e outubro (92 mm), as demais coletas ocorreram com a presença de sol.

Chang e Hsu (2008) relatam que diversas populações de microrganismos interagem entre si e com os fatores ambientais, aos quais estão submetidos durante a compostagem. Para Black et al. (2014), a temperatura da cama não basta chegar somente à faixa recomendada de eliminação dos patógenos, devendo permanecer próxima aos 65°C constantemente, para ocasionar a morte dos microrganismos comumente causadores da mastite (*Escherichia coli*, *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., e *Bacillus* spp.).

Fávero et al. (2015), ao avaliar três fazendas com implantação do sistema Compost barn durante um ano, também constatou dificuldade em relação à manutenção da temperatura da cama. Os autores relatam que a umidade é um dos fatores de maior dificuldade de controle do CB e de acordo com Lobeck et al. (2011), pode ser influenciada pela forma de manejo da cama, condições climáticas, revolvimento da cama inadequado, alta taxa de lotação animal e falta de ventilação.

Há uma divergência na literatura em relação à taxa de lotação ideal para animais em compost barn. Para Janni et al. (2007), a taxa de lotação animal em compost barn varia de 7,5 a 20m², entretanto, Endres (2009) e Brito (2016) preconizam um espaço de 10m² por vaca. Pilatti (2017) relata que o tamanho do animal e as condições climáticas, principalmente a umidade, deve ser levada em consideração na escolha do espaçamento. No presente trabalho, obteve-se uma taxa de lotação máxima de 51 animais no galpão (13,72m²/vaca), somente em uma coleta (agosto), e aproximadamente 35 animais (20m²/vaca) nas coletas restantes, o que pelas altas temperaturas da região, principalmente no período de verão, pode ter contribuído para a manutenção do teor de umidade abaixo do recomendado, assim como a temperatura.

3.4 Conclusão

A baixa taxa de lotação aliada ao clima mais seco durante o período de avaliação podem ter contribuído para que o processo de compostagem necessitasse de mais tempo para alcançar as condições necessárias para ter eficiência na compostagem da cama. O pH permaneceu neutro o que é considerado ideal para o bom desenvolvimento da compostagem. As bactérias avaliadas apresentaram crescimento constante, reduzindo as contagens quando as temperaturas ultrapassaram os 45°C nas profundidades de 10 e 15cm, tornando o processo de compostagem eficiente.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Committee on microbiological methods for foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association (APHA), p.701, 1992.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Vol.1, Agricultural Chemical; Contaminants; Drugs. Arlington: AOAC Inc.; 1990 [citado 2016 Dez 20, p. 768]. Disponível em: <<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>>. Inglês. Acesso em: 22/04/20.
- ARCURI, E.F.; BRITO, M.A.V.P.; BRITO, J.R.F. et al. Qualidade microbiológica do leite refrigerado nas fazendas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58 n. (3), p. 440-446, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000300024>
- BARBERG, A.E.; ENDRES, M.I.; JANNI, K.A. Dairy compost barns in Minnesota: a descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**. v. 23, n. 2, p. 231-238, 2007. doi: 10.13031/2013.22606
- BARKEMA, H.W.; SCHUKKEN, Y.H.; ZADOKS, R.N. Invited Review: The Role of Cow, Pathogen, and Treatment Regimen in the Therapeutic Success of Bovine Staphylococcus aureus Mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 6, p. 1877-1895, 2006. [doi:10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72256-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72256-1)
- BERNAL, M.P.; ALBURQUERQUE, J.A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5444–5453, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- BEWLEY, J.; TARABA, J.; DAY, G. et al. Compost Bedded Pack Barn Design Features and Management Considerations. **Cooperative Extension Publ. ID-206, Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture**, Lexington KY, 2012.
- BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B. et al. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6778>
- BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B. et al. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 5, p. 2669-2679, 2014. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6779>
- BRACKETT, R.E.; SPLITTSTOESSER, D.F. Fruits and vegetables. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium for the Microbiological Examination of Foods**. 3rd ed. Washington DC: American Public Health Association, 1992. p. 919-927.

- BRITO, M.A.V.P.; BRITO, J.R.F. Qualidade do leite armazenado em tanques de refrigeração comunitários. In: MARTINS, C.E.; FONSECA, P.C.; BERNARDO, W.F. et al. (Eds). **Alternativas tecnológicas, processuais e de políticas públicas para a produção de leite em bases sustentáveis**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.21-34, 2003.
- BRITO, E. C. **Produção intensiva de leite em compost barn: uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677> Acesso em: 22/02/19.
- CHAMBERS, J.V. The microbiology of raw milk. In: ROBINSON, R.K. (Ed). **Dairy Microbiology Handbook**. New York: Wiley-Interscience, p. 39-90, 2002. <https://doi.org/10.1002/0471723959.ch2>
- CHANG, J.I.; HSU, T.E. Effects of compositions on food waste composting. **Bioresource technology**, v. 99, n. 17, p. 8068-8074, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.043>
- CHANGIRATH, S.; HALBACH, T.R.; DORFF, R. Media and Media Mix Evaluation for Dairy Barn Compost Bedding Systems. Department of Soil, Water and Climate. **Final report. Department of Soil, Water and Climate, University of Minnesota, St. Paul, MN**, 2011.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton *et al.* **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p.141-198.
- COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL (COPAGRIL) Disponível em: <https://www.copagrill.com.br/chuvas.php?ano=2018&mes=8> Acesso em: 20/01/2018.
- COUSIN, M.A. Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. **Journal of Food Protection**, v.45, n.2, p.172-207, 1982. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-45.2.172>
- DAMASCENO, F.A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- DIAS, D.R.; SCHWAN, R.F. Isolamento e identificação de leveduras. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. D. E. **Manual de biologia dos solos tropicais: Amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 386, 2010.

- ENDRES, M.I.; JANNI, K.A. Compost Bedded Pack Barns for Dairy Cows. University of Minnesota - **Online. Extension, Univ. of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE**, 2009.
- FÁVERO, S.; PORTILHO, F.V.R.; OLIVEIRA, A.C.R. et al. Factors associated with mastitis epidemiologic indexes, animal hygiene, and bulk milk bacterial concentrations in dairy herds housed on compost bedding. **Livestock Science**, v. 181, p. 220-230, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.09.002>
- FERREIRA L.M.; FILHO, A.N.; de OLIVEIRA, E. et al. Variabilidade genotípica e fenotípica de estirpes de *Staphylococcus aureus* isoladas em casos de mastite subclínica bovina. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 128-1234, 2006. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782006000400028>
- GUERREIRO, P.K.; MACHADO, M.R.F.; BRAGA, G.C. et al. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 216-222, 2005. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542005000100027>
- [International Commission on Microbiological Specifications for Foods](#) (ICMSF). **Microorganisms in Foods**. Microbiological Specifications of Food Pathogens. Blackie Academic & Professional: p. 299-339, v. 5, p. 112-125. 126-140, 1996.
- JANNI, K.A.; ENDRES, M.I.; RENEAU, J.K. et al. Compost barns: An alternative dairy housing system in Minnesota. In: **2006 ASAE Annual Meeting**. American Society of Agricultural and Biological Engineers, p. 1, 2006. [doi: 10.13031/2013.20909](https://doi.org/10.13031/2013.20909)
- JANNI, K.A.; ENDRES, M.I.; RENEAU, J.K. et al. Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**. v.23, n. 1, 97-102, 2007. <https://doi.org/10.13031/2013.22333>
- KLICH, M.A. **Biogeografia of Aspergillus species in soil and litter**. Mycologia, v. 94, n. 1, p. 21 -27, 2002. <https://doi.org/10.2307/3761842>
- LAZZARI, F.A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. 2a ed. Curitiba: **Ed. Do Autor**, p.148, 1997.
- LEITÃO, M.F.F.; HAGLER, LC.S.M.; HAGLER, A.N., et al. **Tratado de Microbiologia: microbiologia de alimentos, sanitária e industrial**. Manole, v.1, p.181, 1988.
- LOBECK, K.M.; ENDRES, M.I.; SHANE, E.M. et al. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 11, p. 5469-5479, 2011. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4363>
- MASSUKADO, L.M. **Compostagem: nada se cria, nada de perde; tudo se transforma**. Brasília: Editora IFB, p. 86, 2016. DOI: <https://doi.org/10.19123/edifb.v0i0.376>

- MCEVOY, J.M.; DOHERTY, A.M.; SHERIDAN, J.J. The prevalence of *Salmonella* spp. in bovine faecal, rumen and carcass samples at a commercial abattoir. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, n. 4, p. 693-700, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01898.x>
- MENEZES, M.F.C.; SIMEONI, C.P.; ETCHEPARE, M.A. et al. Microbiota e conservação do leite. **REGET-Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental, Santa Maria**, v. 18, n. 5, p. 76-89, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117013033>
- NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICES (NRCS), Part 637 Environmental Engineering, National Engineering Handbook, U.S. **Department of Agriculture, Washington, D.C.** 2010.
- NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, p. 183, 1989.
- NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE (NRAES). **On-farm composting handbook**. NRAES-54. Ithaca, NY, 1992.
- OFNER-SCHRÖCK, E.; ZÄHNER, M.; HUBER, G., et al. Compost barns for dairy Cows aspects of animal welfare. **Journal of Animal Science**, v. 5, N. 2, p.124-131, 2015. <https://doi.org/10.4236/ojas.2015.52015>
- OLIVEIRA, M.D.S. Manejo sanitário em sistemas intensivos de produção de leite. **Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1999.
- OLIVEIRA, V.C.; DAMASCENO, F.A.; OLIVEIRA, C.E.A., et al. Compost-bedded pack barns in the state of Minas Gerais: architectural and technological characterization. **Agronomy Research**, 2019. <https://doi.org/10.15159/AR.19.179>
- PETZEN, J.; WOLFANGER, C.; BONHOTAL, J. et al. **Eagleview compost dairy barn - case study**. Farm viability institute, 2009. Disponível em: <https://db.nyfvi.org/documents/1367.pdf> Acesso em: 22/02/2019.
- PILATTI, J.A. **O comportamento diurno e o bem-estar de vacas em sistema de confinamento compost barn**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- SANTANA, E.H.W.; BELOTI, V.; ARAGONALEGRO, L.C. et al. Estafilococos em alimentos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.3, p.545-554, 2010.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.deM. **Silagem de gramíneas tropicais**. In: *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215, v. 2, n. 1, p. 32-45, 2006. doi: [10.5747/ca.2006.v02.n1.a21](https://doi.org/10.5747/ca.2006.v02.n1.a21)
- 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**, v. 26, n. 3, p. 465-473, 2010. doi: [10.13031/2013.29952](https://doi.org/10.13031/2013.29952)

- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; ILVEIRA, N.F.A **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, p. 295, 1997.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Ed UFV, 235p. 2002.
- STAMFORD, T.L.M.; SILVA, C.M.D.; MOTA, R.A. et al. Enterotoxigenicity of *Staphylococcus* spp. isolated of milk in natura. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 1, p. 41-45, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000100007>
- STENTIFORD, E.I. **Composting control: principles and practice**. In: The Science of Composting. p. 49 - 59, Springer, Dordrecht, 1996.
- TIQUIA, S.M. Evaluation of organic matter and nutrient composition of partially decomposed and composted spent pig litter. **Environmental technology**, v. 24, n. 1, p. 97-107, 2003. <https://doi.org/10.1080/09593330309385540>
- VIEIRA, F.M.C; PILATTI, J.A.; RANKRAPE, F., et al. **Ambiente térmico em sistema de confinamento compost barn em estações climáticas quentes e frias**, 2017. DOI: [10.6084/m9.figshare.5176504](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5176504)
- WAGNER, P.E. 2002. **Bedded pack shelters**. Lancaster Farming 47, no. 20 (2002): 36.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T.J. **Dairy Science and Technology**. Second Edition. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group. 2006.
- ZAFALOM, L.F.; LANGONI, H.; BENVENUTTO, F. et al. Aspectos epidemiológicos da mastite bovina causada por *Staphylococcus aureus*. **Veterinária e Zootecnia**. v.15, n.1, p. 56-65, 2008.

4 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E COMPOSICIONAL DO LEITE DE VACAS MANTIDAS EM CONFINAMENTO COMPOST BARN

RESUMO

O leite é um alimento rico nutricionalmente, os nutrientes presentes também o tornam um excelente substrato para o crescimento de microrganismos, os quais em alta concentração afetam a qualidade e a composição do leite. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica do leite, bem como a sua composição: gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado, extrato seco total, Contagem de Células Somáticas e Contagem Padrão de Placas do leite. O estudo foi realizado durante um ano, com coletas realizadas a cada dois meses, utilizando-se 95 animais da raça holandesa de uma propriedade com o sistema de compostagem da cama. As contagens bacterianas do leite foram determinadas para microrganismos aeróbios mesófilos totais, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., bem como a composição física, Contagem de Células Somáticas e Contagem Padrão de Placas do leite. A produção de leite apresentou correlação negativa de 43% para gordura e 62% para proteína, enquanto a lactose e Nitrogênio Uréico do Leite tiveram relação positiva de 33% e 44%, respectivamente. A lactose apresentou relação negativa de 41% com Contagem de Células Somáticas do leite e 31% para Contagem Padrão de Placas. Em relação às contagens microbianas do leite, houve relação com as variáveis da composição. Para a cama, a temperatura apresentou correlação negativa de 88% com a umidade, 20% para aeróbios mesófilos, 87% para *Streptococcus* spp., 68% para *Enterobactérias* spp. e correlação positiva de 73% para *Staphylococcus* spp. Pode-se observar na divisão dos grupos que a microbiota da cama pode apresentar relação com a qualidade microbiológica e com a composição do leite.

Palavras-chave: CCS, composição química, microrganismos, produção de leite.

MICROBIOLOGICAL AND COMPOSITIONAL QUALITY OF COW'S MILK KEEP IN CONFINEMENT COMPOST BARN

ABSTRACT

Milk is a nutritionally rich food, the nutrients present also make it an excellent substrate for the growth of microorganisms and pathogens, which in high concentration affect the quality and composition of milk. This work aimed to evaluate the microbiological quality of milk, as well as its composition: fat, protein, lactose, defatted dry extract, total dry extract, Somatic Cell Count and Standard Plate Count of milk. The study was carried out for one year, with collections performed every two months, using 95 animals of the Dutch breed from a property with the bed composting system. Bacterial counts of milk were determined for total mesophilic aerobic microorganisms, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., As well as physical composition, Somatic Cell Count and Standard Plate Count. Milk production showed a negative correlation of 43% for fat and 62% for protein, while lactose and Milk Urea Nitrogen there was a positive relationship of 33% and 44% respectively. Lactose showed a negative ratio of 41% with Somatic Cell Count and 31% for Standard Plate Count. Regarding microbial milk counts, there was a relationship with the composition variables. For the bed, the temperature showed a negative correlation of 88% with humidity, 20% for aerobic mesophiles, 87% for *Streptococcus* spp. and 68% for *Enterobacteria* spp. and a positive correlation of 73% for *Staphylococcus* spp. It can be observed in the division of the groups that the microbiota of the bed can be related to the microbiological quality and the composition of the milk.

Key words: CCS, chemical composition, microorganisms, milk production

4.1 Introdução

O leite é considerado um dos principais produtos do agronegócio. Com isso há a procura por alternativas que levam a um aumento na produção, como é o caso do sistema de confinamento compost barn.

O manejo correto da cama de descanso é de grande importância em razão da presença de microrganismos, especialmente os patógenos que podem entrar em contato direto com o animal (tetos e leite) e causar alterações na qualidade do leite, provocando doenças que prejudicam a atividade leiteira (BLACK et al., 2013). Desta forma, a realização do *pré-dipping* e *pós-dipping* é recomendado para diminuir a exposição dos tetos aos patógenos, assim prevenindo e controlando as infecções da glândula mamária como a mastite, considerada a principal causadora de prejuízos no sistema de produção de leite (FONSECA e SANTOS 2000; JÚNIOR et al., 2011).

O leite, por ser um alimento que possui composição química contendo lipídios, proteínas, açúcares, vitaminas e minerais, é considerado essencial na alimentação humana. Entretanto a composição é facilmente influenciada por fatores como clima, alimentação, período de lactação, saúde, estações, ambiente, entre outros (EMBRAPA, 2018).

A riqueza nutricional do leite também o torna um excelente meio de cultura para microrganismos (HILL et al. 2012). O aumento de microrganismos compromete a qualidade e resulta em alteração dos componentes do leite, por meio da deterioração de seus componentes, como as proteínas, gordura e açúcares, afetando também o rendimento, a durabilidade e a qualidade dos derivados, além da presença de microrganismos patógenos ser prejudicial para a saúde do ser humano (ANDRADE et al., 2010; DE VARGAS et al., 2013). Sendo assim, buscou-se avaliar os parâmetros microbiológicos e composição física, CCS e CPP do leite em relação à cama de compostagem do sistema Compost barn.

A hipótese com este estudo é de que a carga microbiana presente na cama de descanso pode influenciar na contaminação do leite de vacas mantidas no sistema de confinamento Compost Barn.

4.2 Material e Métodos

O estudo foi realizado em uma propriedade leiteira no município de Quatro Pontes/PR (LATITUDE: - 24.594530°, LONGITUDE: - 53.962742). De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, a região possui clima subtropical úmido (Cfa), com temperatura média inferior a 18°C (mesotérmico) no mês mais frio e temperatura média acima de 22°C no mês mais quente, com verões quentes e maiores concentrações de chuva, porém sem estação de seca definidas e geada pouco frequente (CAVIGLIONE et al., 2000).

O período experimental foi de 13 meses (outubro de 2017 a outubro de 2018), sendo 7 coletas realizadas nos meses 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 13. A primeira coleta ocorreu com uma semana de antecedência da implantação do sistema Compost Barns. Foram selecionadas 95 vacas da raça Holandês (preta e branca), buscando escolher animais com fase de lactação próximas. O galpão possui uma área de repouso de aproximadamente 700 m², coberta por cerca de 50 cm de maravalha, com seis ventiladores dispersos na instalação, o revolvimento da cama era realizado duas vezes por dia após a ordenha da manhã (7:00 hrs) e da tarde (17:00 hrs), numa profundidade de até 50 cm.

Os tetos foram higienizados com um pano contendo uma solução pré-dipping, e então realizada a ordenha utilizando medidores de leite para coletar as amostras individuais e para quantificar a produção (L/dia) de leite no dia da coleta. Foram coletadas amostras compostas de leite, sendo 70% do leite da ordenha da manhã e 30% da ordenha da tarde e armazenadas em frascos padronizados de 70mL, utilizando conservante Bronopol para avaliação da composição química e contagem de células somáticas (CCS), e como conservante, o Azidiol para a contagem bacteriana total (CPP). As amostras foram enviadas refrigeradas para a Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) em Curitiba e processadas no IBC (BENTLEY INSTRUMENTS INC).

Para a análise do crescimento bacteriano, o leite foi coletado em frascos com tampa previamente esterilizados a 121°C por 15 minutos em autoclave, para análise de Contagem padrão de aeróbios mesófilos, *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp., *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp.

As amostras foram armazenadas em caixa de isopor com gelo e transportadas até o Laboratório de microbiologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon – PR. As análises ocorreram imediatamente após a chegada das amostras.

Para as análises microbiológicas, adicionou-se 1mL de amostra em tubos contendo 9mL de água destilada esterilizada e agitado, sendo essa a diluição 10^{-1} . Na sequência foram realizadas diluições seriadas até a diluição 10^{-7} (APHA, 1992).

A contagem padrão de aeróbios mesófilos (Plate Count Agar), *Staphylococcus* spp., (Agar Sal Manittol), *Clostridium* spp. (Reinforced Clostridium), *Streptococcus* spp. (Agar seletivo para *Streptococcus*) foi realizada através da técnica de semeadura em superfície, e as placas, incubadas em estufa (Eletrolab-EL202) a 37°C por 24 a 48 horas, para aeróbios mesófilos e *Staphylococcus* spp., enquanto *Clostridium* spp. e *Streptococcus* spp. foram incubados em estufa com injeção de CO₂ (Tecnal-Te-399) a 35°C por 24 horas. Para a contagem de enterobactérias, foi utilizada a técnica de semeadura por profundidade, em meio Violet Red Bile Agar (VRB) e as placas foram incubadas em estufa (Eletrolab-EL202) a 36°C por 24 a 48 horas. Após o tempo de incubação, foram contadas placas que apresentavam entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (UFC), com o auxílio de um contador de colônias tipo Quebec e transformados para logUFC/g.

A determinação das variáveis explicativas da qualidade do leite e características da cama foram feitas por meio de análise estatística multivariada, utilizando-se a análise de componentes principais (ACP) (BARROSO & ARTES, 2003) por meio do software SPSS 18.0. Foram mantidas as variáveis que obtiveram os maiores escores de contribuição descritas em termos de variância explicada (KUBRUSLY, 2001) e ajuste fiel aos dados originais (α de Crombach > 0,75), sendo construídas 22 variáveis. Seguindo o modelo estatístico a seguir:

$$\frac{X_{ij} = Z_{ij}}{\sqrt{r_i \cdot c_j}}$$

- a) as ponderações levam em conta a variável X_{ij} , sendo:
- b) X na sua i -ésima observação para a j -ésima categoria (ou nível);
- c) As categorias são exclusivas, cada caso só pode assumir uma categoria por variável.
- d) A análise de Correspondência Múltipla é aplicada à matriz indicadora Z com as n linhas (sistemas de produção leiteira ou propriedades) e p colunas para categorias nominais das variáveis de estudo.
- e) A matriz Z é padronizada em cada elemento para X por seus respectivos perfis de linha (r_i) e coluna (c_j).

De acordo com Moita Neto & Moita (1997), a análise fatorial em componentes principais (ACP) descreve as coordenadas das amostras em outro sistema de eixos mais conveniente. Através de combinações lineares das n variáveis, são criados n componentes principais em ordem decrescente de máxima variância (Tabela 1). A análise fatorial permite reduzir a dimensionalidade dos pontos representativos das amostras e julgar a importância das variáveis originais.

Tabela 1 - Correlação entre as variáveis e os componentes principais

Matriz de componente rotativa^a		
Variável	Componente	
	Dim 1	Dim 2
Produção de leite	,111	-,090
Gordura	,050	-,140
Proteína	-,201	,186
Lactose	-,107	-,117
Sólidos	-,073	-,066
Esd	-,247	,096
Ccs	-,029	-,070
Cpp	-,044	-,140
Nul	,060	,206
Aeróbio mesófilo total	-,860	,046
<i>Enterobacteria</i> spp.	-,106	,525
<i>Clostridium</i> spp.	,104	-,229
<i>Staphylococcus</i> spp.	,246	-,489
<i>Streptococcus</i> spp.	-,004	-,156
Amtcama	,156	,173
Strepcama	-,748	,241
Staphcama	,926	-,074
Enterocama	-,147	,908
Clostrcama	,482	,660
Ph cama	,806	-,292
Tempcama	,655	-,679
Umidcama	-,455	,833

Método de extração: análise de componente principal.

a. Rotação convergida em 11 iterações

Legenda: AMTcama: aeróbio mesófilo total, CCS: contagem de células somáticas, CLOSTRcama: *Clostridium* da cama, CPP: contagem padrão em placas, ENTEROcama: *Enterobactérias* da cama, ESD: extrato seco desengordurado, NUL: nitrogênio ureico no leite, STAPHcama: *Staphylococcus* da cama, STREPCama: *Streptococcus* da cama, TEMPcama: temperatura da cama, UMIDcama: umidade da cama.

Formada a matriz com as variáveis de respostas, essas foram analisadas por meio da análise de clusters hierárquicos (CHA) para dividir as vacas em grupos heterogêneos entre si e homogêneos entre suas características (REIS, 1997). A CHA foi realizada com a ajuda do software SPSS 18.0 e analisada segundo o modelo estatístico:

Seja: $X=\{X_1.....X_p\}$ um conjunto de variáveis e

$O=\{O_1.....O_p\}$ um conjunto de objetos (sistemas de produção leiteiros)

que se deseja agrupar.

Tomando o conjunto X_1 determinar uma participação de O em grupos g_i tal que:

Se O_r e O_s pertencem a $g_i \rightarrow O_r$ e O_s são semelhantes,

Se O_r pertencem a g_i e O_s pertencem a $g_j \rightarrow O_r$ e O_s são distintos.

4.3 Resultados e Discussão

Com base nos resultados obtidos pela análise de componentes principais (ACP), as duas primeiras dimensões foram responsáveis por 42,02% da variância explicada. O componente principal 1 (CP1) explicou 24,6% da variância e o componente principal 2 (CP2) explicou 17,2% da variância (Tabela 2). No total foram 22 variáveis que assumiram os maiores valores para cada dimensão explicada.

Tabela 2. Contribuição dos componentes da análise de componentes principais (ACP), porcentagem da variância explicada e porcentagem acumulada da variância explicada

Componente	Total	% de variância	% cumulativa
CP1	5,40	24,59	24,59
CP2	3,83	17,43	42,03

As variáveis que assumem os maiores valores para cada dimensão são as que mais contribuem para a variância acumulada, estão demonstradas na Figura 1.

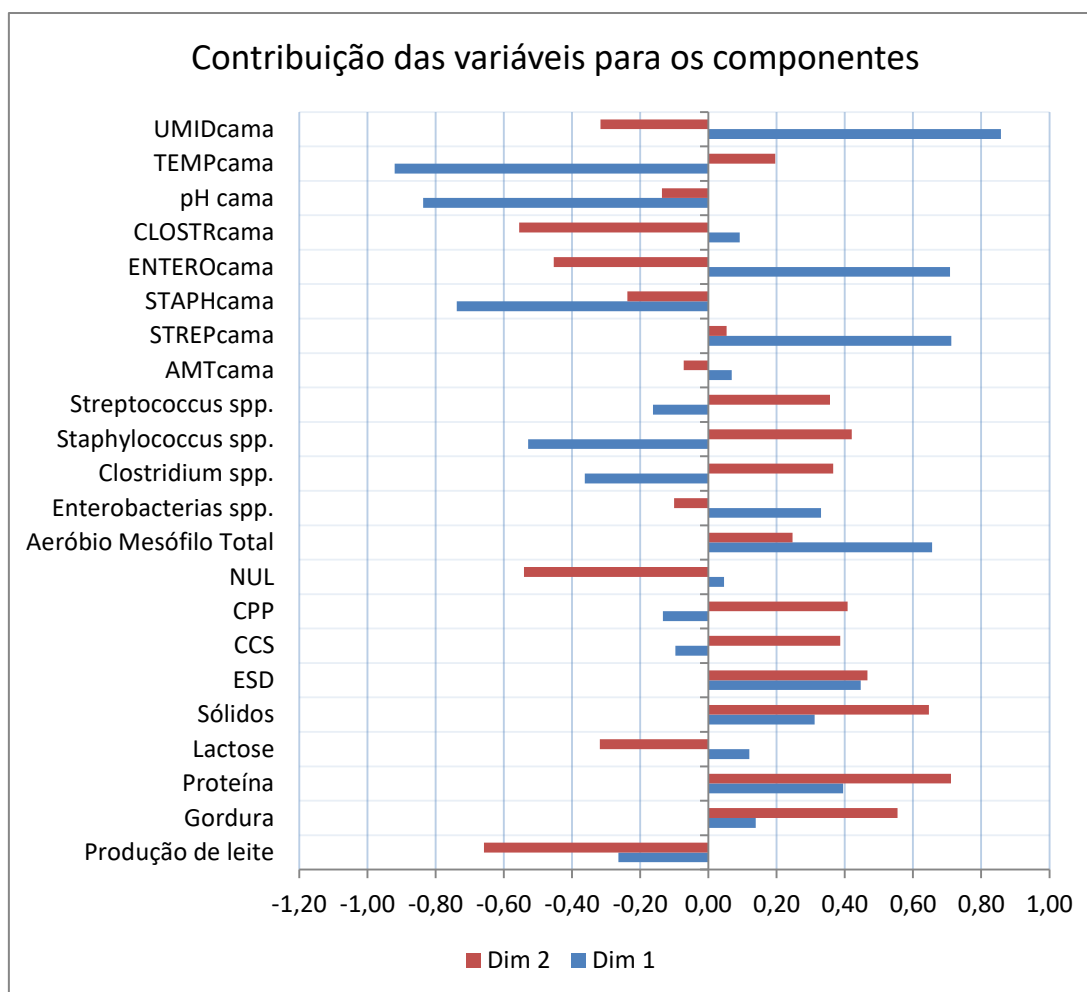


Figura 1. Distribuição das variáveis de maiores valores para cada dimensão

Legenda: AMTcama: aeróbio mesófilo total, CCS: contagem de células somáticas, CLOSTRcama: *Clostridium* da cama, CPP: contagem padrão em placas, ENTEROcama: *Enterobactérias* da cama, ESD: extrato seco desengordurado, NUL: nitrogênio ureico no leite, STAPHcama: *Staphylococcus* da cama, STREPCama: *Streptococcus* da cama, TEMPcama: temperatura da cama, UMIDcama: umidade da cama.

As variáveis que mais contribuíram para a formação da Dimensão 1 (Dim 1) estão relacionadas à qualidade microbiológica e características da cama de descanso: temperatura, umidade, pH, *Enterobacteria* spp., *Staphylococcus* spp. e *Streptococcus* spp. (cama), *Staphylococcus* spp., *Enterobacteria* spp. e Aeróbio Mesófilo Total (leite). Para a Dimensão 2 (Dim 2) as variáveis de maior importância são referentes à qualidade físico-química e microbiológica do leite: proteína, produção de leite, sólidos, gordura, NUL, *Clostridium* spp. e Aeróbio Mesófilo Total da cama, CPP, ESD, CCS, lactose e *Streptococcus* spp., *Clostridium* spp. do leite, (Figura 2). Sendo assim, a Dim 1 representa as características da cama e a qualidade microbiológica do leite, enquanto a Dim 2 está mais relacionada com a composição química do leite.

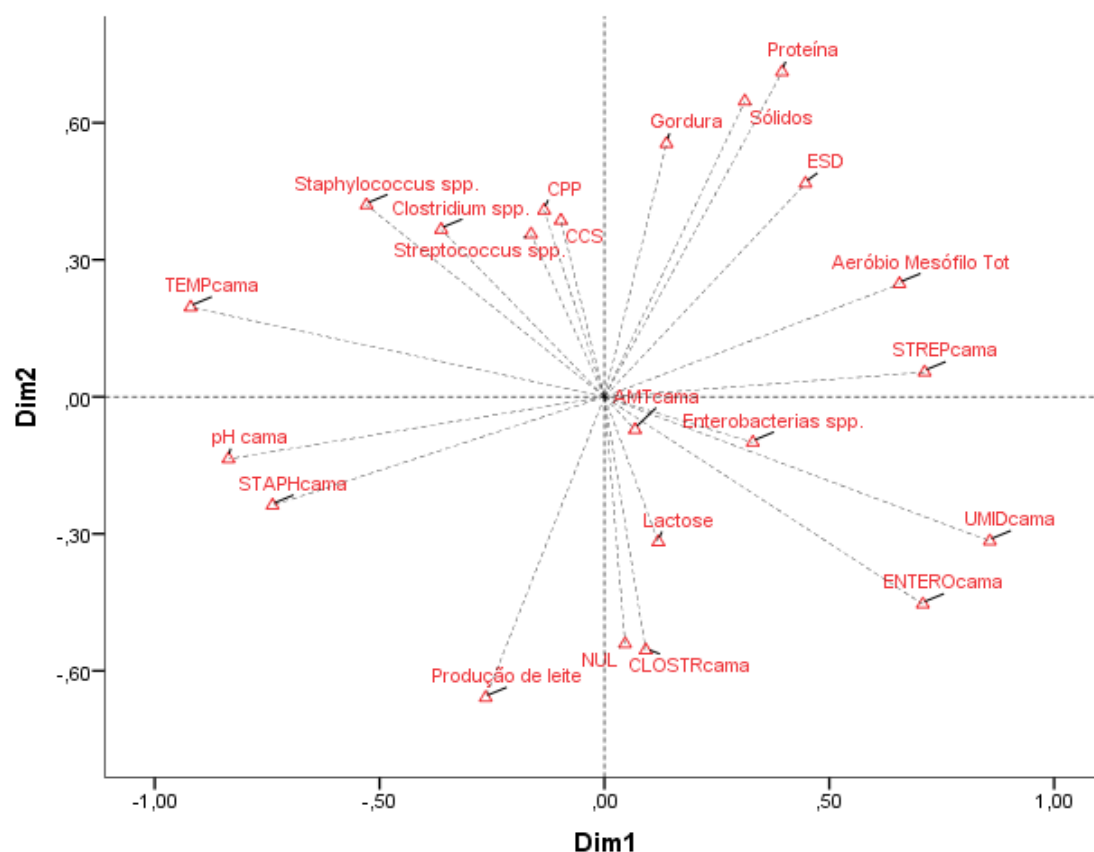


Figura 2. Representação das variáveis e suas contribuições para a formação das duas primeiras dimensões da ACP

Legenda: AMTcama: aeróbio mesófilo total, CCS: contagem de células somáticas, CLOSTRcama: *Clostridium* da cama, CPP: contagem padrão em placas, ENTEROCama: *Enterobacterias* da cama, ESD: extrato seco desengordurado, NUL: nitrogênio ureico no leite, STAPHcama: *Staphylococcus* da cama, STREPCama: *Streptococcus* da cama, TEMPcama: temperatura da cama, UMIDcama: umidade da cama.

Utilizando 95 animais como base, foram formados quatro grupos homogêneos de produção (Figura 3), sendo eles G1, G2, G3 e G4, com características heterogêneas entre os grupos (Tabela 3).

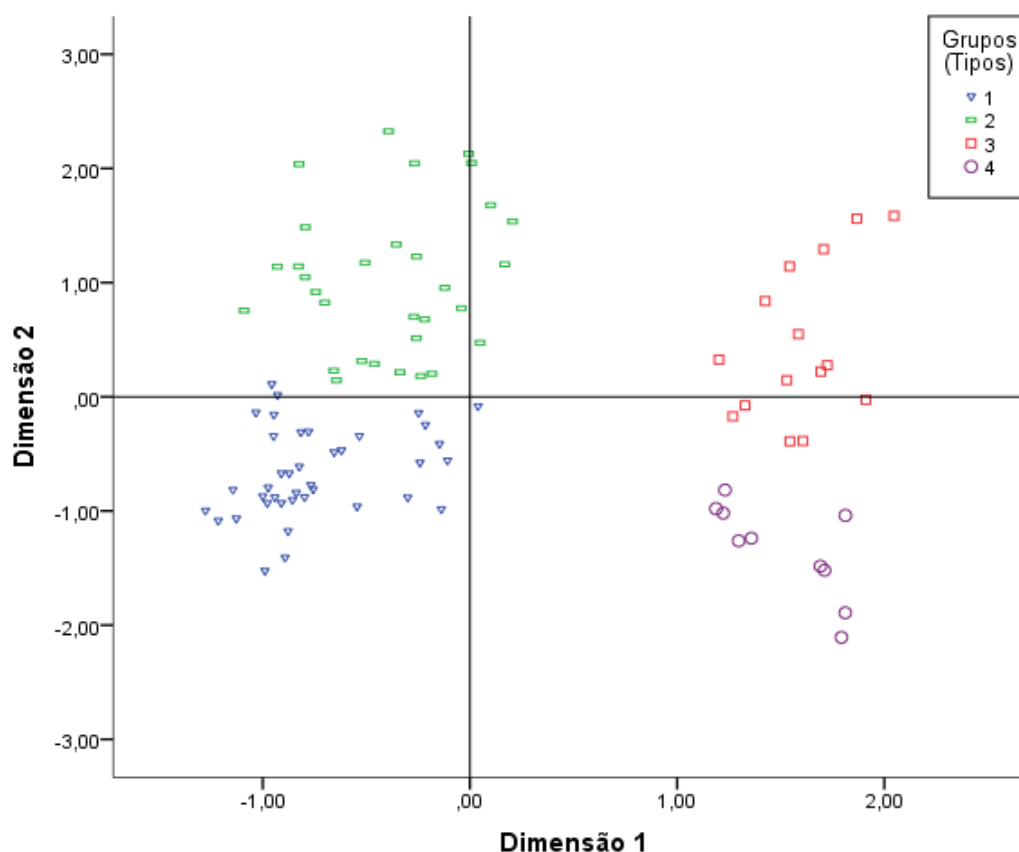


Figura 3. Distribuição dos grupos nas dimensões 1 e 2, em relação às características de maior semelhança

O G1 composto por 39 animais, com a segunda maior média de produção de leite 25,23 L/cada/dia, apresentou melhor destaque para a dimensão 1, com melhores resultados de pH (7,59) e temperatura da cama (25,30°C), consequentemente, menor teor de umidade e diminuição de contagens de microrganismos da cama (Tabela 3). Em relação à microbiota do leite, apresentou-se a melhor qualidade microbiológica do leite, em particular de *Enterobacteria spp.* (3,04 UFC g⁻¹), *Staphylococcus spp.* (1,31 UFC g⁻¹) e *Streptococcus spp.* (1,16 UFC g⁻¹) que possuem espécies causadoras de mastite, o que pode ser observado no valor de CCS de 339,64 Cel/mL do grupo. No entanto, a qualidade do leite foi menor em relação aos outros grupos, com 3,0% para proteína, 12,01% para sólidos totais e 8,62% para ESD.

No G2 estão incluídos 31 animais com média de 18,44 L/vaca/dia de produção de leite, esse grupo destaca-se como o pior para a dimensão 2, com o maior valor para CCS (1370,23 Cel/mL) e CPP (975,13 UFC/mL), que está relacionada com a alta carga microbiana do leite também observada nesse grupo, com destaque para *Staphylococcus*

spp. (2,29 UFC g⁻¹) e *Streptococcus* spp. (2,07 UFC g⁻¹), consideradas espécies contagiosas de mastite que resultam no aumento da CCS. Em compensação, o G2 se destaca como o melhor grupo para a dimensão 1, em relação às características da cama, registrou a segunda maior temperatura 23,89°C, em vista disso foram registrados menores contagens de microrganismos, principalmente de *Clostridium* spp. (5,05 UFC g⁻¹) e *Enterobacteria* spp. (7,25 UFC g⁻¹) (Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição dos grupos de produção em relação as características de qualidade e microbiota do leite e características da cama de descanso

Categorias	Variáveis	G1 (n 39)	G2 (n 31)	G3 (n 15)	G4 (n 10) =95
Produção	Produção de leite (L/dia)	25,23	18,44	17,83	27,88
	Gordura (%)	3,39	4,21	3,96	3,36
	Proteína (%)	3,00	3,58	3,68	3,04
	Lactose (%)	4,68	4,55	4,51	4,77
Qualidade do leite	Sólidos Totais (%)	12,01	13,31	13,15	12,10
	ESD (%)	8,62	9,11	9,19	8,74
	CCS (cel/mL)	339,64	1370,23	569,00	160,80
	CPP (UFC/mL)	49,95	975,13	75,07	43,30
	NUL (mg/dL)	8,82	7,96	8,75	12,81
Microbiologia do leite	AMT (UFC g ⁻¹)	5,32	6,26	6,17	6,28
	Entero (UFC g ⁻¹)	3,04	3,25	3,83	3,72
	Clostr (UFC g ⁻¹)	3,21	3,55	2,67	2,72
	Staph (UFC g ⁻¹)	1,31	2,29	0,87	0,00
	Strep (UFC g ⁻¹)	1,16	2,07	2,01	1,00
Características da cama	AMT (UFC g ⁻¹)	7,13	7,32	7,81	7,76
	Strep (UFC g ⁻¹)	4,42	4,76	5,02	5,07
	Staph (UFC g ⁻¹)	4,65	4,18	3,98	3,96
	Entero (UFC g ⁻¹)	7,31	7,25	8,48	8,48
	Clostr (UFC g ⁻¹)	5,60	5,05	6,50	6,49
	pH cama	7,59	7,41	7,27	7,28
	Temperatura (°C)	25,30	23,89	19,41	19,22

Umidade (%)	33,03	33,95	42,20	42,38
-------------	-------	-------	-------	-------

Legenda: AMT: aeróbio mesófilo total, CCS: contagem de células somáticas, Clostr: *Clostridium* spp., CPP: contagem padrão em placas, Entero: *Enterobacteria* spp., ESD: extrato seco desengordurado, NUL: nitrogênio ureico no leite, Staph: *Staphylococcus* spp., Strep: *Streptococcus* spp.

O G3 apresentou a menor média de produção entre os quatro grupos (17,83 L/vaca/dia), mas se destacou pelos altos teores da composição, 3,96% de gordura, 3,68% de proteína, 9,19% ESD, entretanto apresentou alta CCS (569,00 Cel/mL) e CPP (75,07 UFC/mL), que pode ser relacionada com a maior contagem de *Enterobacteria* spp. (3,83 UFC g⁻¹) e *Streptococcus* spp. (2,01 UFC g⁻¹) no leite. Quanto à cama, o G3 apresentou teor de umidade de 42,20%, portanto a temperatura foi baixa, o que levou a um aumento de contagem de microrganismos, como *Clostridium* spp. (6,50 UFC g⁻¹), *Enterobacteria* spp. (4,48 UFC g⁻¹) e aeróbio mesófilo total (7,81 UFC g⁻¹) (Tabela 2).

O G4 é o grupo que apresentou melhor resultados para a dimensão 2, com destaque para a produção de leite de 27,88 L/vaca/dia e os menores valores de CCS 160,80 CS/ml e CPP 43,30 UFC/ml dentre os grupos, que pode ser relacionada com a baixa carga microbiana obtida, especialmente as menores contagens para *Staphylococcus* spp. (0,00 UFC g⁻¹) e *Streptococcus* spp. (1,00 UFC g⁻¹). No entanto, o grupo com menos destaque para a dimensão 1, em virtude da maior contagem bacteriana, especialmente *Streptococcus* spp. e *Enterobacteria* spp., resultante da menor temperatura (19,22 °C) e maior teor de umidade (42,38%) registrados (Tabela 3).

Os teores de gordura, proteína, ESD e CPP dos quatro grupos apresentaram-se dentro dos limites estipulados pela IN62 de dezembro de 2011, que vigorava no período do estudo, sendo os limites mínimos estabelecidos de 3,0% para gordura, 8,4% para sólidos não gordurosos (ESD), 2,9% para proteína e máximo de 100.000 Unidades Formadoras de Colônias (UFC/mL) de leite para CPP. Em relação a CCS, somente G1, G3 e G4 estavam de acordo com o limite máximo estipulado de 400.000 células somáticas por mililitro (Cel/mL) de leite pela IN62.

A correlação negativa da produção de leite com gordura (43%), proteína (62%) e correlação positiva com a lactose de 33% e 44% com NUL (Tabela 3), também pode observada nos grupos 3 e 4. Cunha et al., (2008) ao verificarem a ocorrência de mastite subclínica em animais da raça Holandesa, também observaram correlação negativa entre produção de leite, gordura (29%) e proteína (34%).

Santos e Fonseca (2019) mencionam que o aumento dos valores de CCS pode resultar na diminuição do teor de lactose, aumento de proteína e gordura, no entanto, essas alterações dependem da gravidade da infecção e do tipo de patógeno causador.

A proteína apresentou correlação positiva (27%) com a CCS e com a CPP (22%). Conforme Santos e Fonseca (2019), com o aumento da CCS, há um aumento no teor de proteínas do soro, isso porque a maior passagem de proteínas do sangue para o leite ocorre em razão do aumento da permeabilidade vascular e da resposta contra patógenos.

A diminuição no teor de lactose pode ser segundo Auldist et al. (1995), pela utilização da lactose como principal substrato pelos microrganismos presentes no leite. E também, de acordo com Arashiro et al. (2006) e Santos e Fonseca (2019), a redução no teor de lactose no leite com o aumento da CCS pode ser decorrente da inflamação da glândula mamária, que resulta em lesões nas células alveolares, levando a uma diminuição da síntese desse açúcar, consequentemente, causando posteriormente a redução da produção de leite. A lactose apresenta correlação negativa com CCS e CPP de 41% e 31%, respectivamente (Tabela 4).

A CCS apresentou alta correlação positiva com a CPP de 81%, conforme Santos e Fonseca (2019), tanto a CCS quanto a CPP representam o estado de saúde da glândula mamária. Desta forma, Harmon (1994) atribui a infecção e multiplicação dos microrganismos patogênicos na glândula mamária, à redução da atividade sintética, aumento da CCS e alterações na composição do leite.

Santos e Fonseca (2019) relatam que a época do ano pode ter efeito direto sobre a CCS, ocorrendo um aumento na CCS em períodos mais quentes e chuvosos e redução nos períodos mais frios e secos. O aumento em períodos de maior umidade e temperatura pode ser atribuído a maior exposição dos tetos e agentes causadores de mastite, além da menor capacidade de resposta imunológica devido ao estresse térmico das vacas. No presente estudo, o teor de umidade e a temperatura da cama onde os animais estavam alojados não foram os maiores valores para os grupos 2 e 3, que obtiveram os maiores valores de CCS e CPP, entretanto, pode ter uma pequena parcela de contribuição.

Assim como neste estudo, Rangel et al. (2009), ao avaliarem a correlação entre a contagem de células somáticas (CCS) e o teor de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado do leite (ESD) de 12 vacas da Raça Holandesa em Viçosa-MG, observaram correlação positiva entre CCS e o teor de gordura. Da mesma forma, Vargas et al. (2014), ao avaliarem 1.541 unidades produtoras de leite do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, também relataram correlação positiva entre teor de gordura e CCS.

A alta correlação de 90% e 65% de gordura e proteína, respectivamente, com os sólidos, deve-se ao fato de sólidos compreenderem todos os componentes do leite, exceto a água. Enquanto ESD engloba todos os componentes, menos a água e a gordura, por isso a relação positiva de 75% com proteína, 36% para lactose e 69% para sólidos.

Baggio e Montanhini (2017), ao avaliarem a qualidade do leite produzido por produtores da região Norte Pioneiro do Estado do Paraná, observaram correlação positiva de CCS com a proteína e negativa com a lactose. O que também foi observado no presente estudo, correlação positiva de 27% da CCS com proteína e relação negativa de 41% da CCS com lactose. A redução no teor de lactose pode ser atribuída pela perda de açúcar da glândula mamária para o sangue, devido a mudanças na permeabilidade da membrana separatória segundo Silva et al. (2014).

Os grupos 1 e 4 também apresentaram semelhança entre as variáveis (Tabela 3), como alta produção de leite e maior teor de lactose e NUL, baixos teores de gordura e proteína, também menores valores CCS e CPP.

Mühlbach (2004) cita a facilidade de alteração da concentração de gordura em função da alimentação, normalmente com o aumento na oferta de concentrado, ocorre diminuição do teor de gordura enquanto aumenta o volume de produção. Como pode ser observado na Tabela 3, há correlação negativa da produção de leite com a gordura (43%).

A produção de leite apresentou ainda correlação positiva com o teor de lactose de 33% (Tabela 4), isso pode ser explicado segundo Santos e Fonseca (2019), pela secreção de lactose dentro do lúmen alveolar causar a entrada de água, o que torna a lactose um componente de controle do volume de leite.

A correlação positiva entre NUL e produção de leite (44%) e NUL e lactose (26%) pode ser observada na Tabela 4. Segundo Meyer (2006), a variável mais positivamente correlacionada com NUL é a produção de leite e seguida da lactose. Doska et al. (2012), ao analisarem 16.013 vacas leiteiras, verificaram positiva (34%) de NUL e produção de leite, correlação negativa de 11% entre correlação NUL e teor de gordura. No presente estudo também foi observada correlação negativa de 21% da concentração de NUL com gordura (Tabela 4). Segundo Nousiainen et al. (2004), teores ótimos de NUL situam-se entre 10mg/dl e 14mg/dl, Almeida (2012) associa a concentração de NUL abaixo do ideal à deficiência de proteína na dieta, ou seja, quantidades limitadas de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta, acarretando em perdas na produção.

Tabela 4. Correlação entre as variáveis transformadas para a ACP

Variáveis	Produção de leite	Gordura	Proteína	Lactose	Sólidos	ESD	CCS	CPP	NUL	AMT	Entero
Produção de leite	1										
Gordura	-,439**	1									
Proteína	-,628**	,405**	1								
Lactose	,337**	-0,092	-,332**	1							
Sólidos	-,507**	,902**	,651**	0,095	1						
ESD	-,381**	,311**	,755**	,363**	,691**	1					
CCS	-0,151	0,095	,274**	-,416**	0,055	-0,038	1				
CPP	-0,063	0,085	,227*	-,317**	0,058	-0,015	,818**	1			
NUL	,443**	-,210*	-0,122	,269**	-0,123	0,081	-0,089	-0,023	1		
AMT	-,220*	-0,021	,295**	-0,021	0,101	,259*	0,044	0,026	-0,057	1	
Entero	-0,034	-0,014	0,059	0,137	0,054	0,141	-0,175	-0,141	0,075	0,103	1
Clostr	-0,036	-0,098	0,037	-0,039	-0,074	0,002	0,141	,252*	-0,12	0,023	,310**
Staph	-0,049	0,146	0,113	-0,096	0,134	0,05	-0,029	0,069	-0,109	-0,105	-0,039
Strep	-0,099	0,062	,296**	-0,175	0,132	0,188	0,018	0,084	0,139	0,08	0,117
AMTc	-0,131	0,060	,240*	-0,049	0,152	,233*	0,015	0,036	0,188	0,012	-0,043
STREPC	0,074	0,182	,227*	-0,063	,209*	0,156	0,052	0,145	,277**	,455**	0,161
STAPHc	-0,017	-0,176	-,282**	0,09	-,230*	-,210*	-0,023	-0,152	-,306**	-,350**	-0,167
ENTEROc	-0,056	-0,068	0,148	0,02	0,021	0,16	-0,146	-,205*	0,201	0,181	,212*
CLOSTRc	0,156	-0,058	-0,127	-0,029	-0,108	-0,14	-0,023	-0,108	,216*	-,374**	-0,062
pH	,277*	-0,062	-,365**	-0,066	-,230*	-,399**	-0,008	0,01	0,037	-,685**	-0,116
Temperatura	-0,007	-0,087	-,258*	0,034	-0,163	-,213*	0,066	0,016	-,295**	-,456**	-,275**
Umidade	-0,108	-0,094	0,18	0,065	0,02	0,207	-0,198	-,241*	0,102	,436**	,484**

Legenda: AMT: aeróbio mesófilo total, AMTc: aeróbio mesófilo total da cama, CCS: contagem de células somáticas, Clostr: *Clostridium* spp., Clostrc: *Clostridium* spp. da cama, CPP: contagem padrão em placas, Entero: Enterobacteria spp., Enteroc: *Enterobacteria* spp. da cama, ESD: extrato seco desengordurado, NUL: nitrogênio uréico no leite, Staph: *Staphylococcus* spp., Staphc: *Staphylococcus* spp. da cama Strep: *Streptococcus* spp., Strepc: *Streptococcus* spp. da cama.

Tabela 4. Correlação entre as variáveis transformadas para a ACP (continuação)

	Clostr	Staph	Strep	AMTc	STREPC	STAPHc	ENTEROc	CLOSTRc	pH	Temperatura	Umidade
Clostr	1										
Staph	,245*	1									
Strep	,224*	,239*	1								
AMTc	-0,197	-0,135	,469**	1							
STREPC	-0,152	-0,038	0,177	-0,015	1						
STAPHc	0,06	-0,057	-,519**	-,437**	-,796**	1					
ENTEROc	-,394**	-,450**	-0,1	,373**	,272**	-0,16	1				
CLOSTRc	-,357**	-,263*	-,304**	0,136	-0,154	,333**	,625**	1			
pH	,253*	,444**	-0,061	-,380**	-,545**	,716**	-,506**	0,151	1		
Temperatura	,265**	,234*	-0,144	-,208*	-,872**	,736**	-,681**	-0,098	,679**	1	
Umidade	-,293*	-,554**	-0,202	0,077	,490**	-,465**	,885**	,295**	-,610**	-,885**	1

Legenda: AMTc: aeróbio mesófilo total da cama, Clostr: *Clostridium* spp., Clostrc: *Clostridium* spp. da cama, Enteroc: *Enterobacteria* spp. da cama, Staph: *Staphylococcus* spp., Staphc: *Staphylococcus* spp. da cama, Strep: *Streptococcus* spp., Strepc: *Streptococcus* spp. da cama.

A alta correlação positiva de 67% do pH com a temperatura da cama é explicada pela temperatura ser um fator de variação do pH. Em comparação com os microrganismos analisados, o pH apresenta correlação negativa para aeróbio mesófilo total do leite e da cama, *Streptococcus* e *Enterobactérias* da cama e positiva para *Clostridium* e *Staphylococcus* do leite e *Staphylococcus* da cama, as bactérias crescem em ambientes com pH na faixa dos 7,0, no entanto, cada microrganismo tem uma faixa ideal para o seu o crescimento.

A temperatura apresenta correlação negativa de 88% com a umidade da cama (Tabela 4), isso porque à medida que a temperatura da cama se eleva ocorre evaporação da água que diminui o teor de umidade, tornando o composto mais seco e na forma de poeira, podendo ocasionar problemas respiratórios, além de tornar a fermentação da cama, lenta. Entretanto a umidade é um parâmetro essencial para a atividade das bactérias, assim como o controle da temperatura.

Verificou-se correlação negativa entre teor de umidade e *Staphylococcus* spp. do leite (55%) e da cama (46%), esse grupo de bactérias também apresenta crescimento em situações de alta umidade. No entanto, o grupo de *Streptococcus* spp. apresentou correlação positiva de 49% com a umidade, pois esta representa um fator limitante do crescimento, ou seja, em situação de baixo teor de umidade, há uma redução no crescimento de *Streptococcus* spp. A umidade indica relação negativa de 61% com o pH, presença de bactérias que liberam ácidos em ambientes úmidos, conforme Carvalho (2010), como é o caso das bactérias lácticas e *Clostridium botulinum*, que além de tornar o meio mais ácido e prejudicam a compostagem, gerando um ambiente desconfortável para os animais.

Segundo Bewley et al. (2012), o teor de umidade de 30% ou menos, inibe o crescimento microbiano, além da perda de calor, tanto o G1 como o G2 apresentam o teor de umidade de 33,03% e 33,95%, respectivamente. Em função disso, ambos os grupos apresentaram as maiores temperaturas de 25,30°C para G1 e 23,89°C para G2. Black et al. (2013), ao avaliarem 42 galpões de compostagem no estado de Kentucky (EUA), verificaram temperatura de 32,3°C e teor de umidade de 53%.

A temperatura é um fator de controle de crescimento de microrganismos, situações como dos grupos 1 e 2 que obtiveram a maior média de temperatura e menores valores de microrganismos, exceto de *Staphylococcus* spp.,.

Os grupos 2 e 3, que apresentaram os maiores valores de CCS e CPP, também obtiveram maiores contagens de *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. e de

Enterobacteria spp., grupo que engloba a *Escherichia coli*. Estas bactérias podem causar mastite, uma enfermidade que afeta a produção e a composição do leite, afetando a saúde nos animais e dos consumidores.

4.4 Conclusão

A carga microbiana composto apresentou influência da temperatura e umidade da cama, visto que, quando a temperatura foi maior, o crescimento bacteriano diminuiu. Elevada contaminação da cama pode acarretar na contaminação do leite pelo contato direto da cama com os animais e, conseqüentemente, levar a uma alteração na composição, uma vez que a carga microbiana do leite influenciou no aumento da CCS e CPP do leite.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA Rde. Nitrogênio uréico no leite como ferramenta para ajuste de dietas – II Simpósio Internacional em Formulação de Dietas para Gado Leiteiro **Anais.....** p.35-65, Lavras, 2012.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Committee on microbiological methods for foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association (APHA), p.701, 1992.
- ANDRADE, U.V.C.; HARTMAN, W.; MASSON, M.L. Isolamento microbiológico, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total em amostras de leite. **Arqs Veterinaria, Jaboticabal, SP.** v. 25, n. 3, p. 129-135, 2010. <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106.2009v25n3p129-135>
- ARASHIRO, E.K.N.; TEODORO, V.A.M.; MIGUEL, E.M. Mastite bovina: importância econômica e tecnológica. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 61, n. 352, p. 32-36, 2006.
- ARAUJO, G.G.L.; PEREIRA, L.G.R.; VOLTOLINI, T.V.; SÁ, J.L.; SANTOS, R.D.; NEVES, A.L.A. O componente água nos sistemas de produção de leite. In: PEREIRA, L.G.R.; NOBRE, M.M.; NEVES, A.L.A. et al. (Org.). **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da bovinocultura leiteira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, v. 1, p. 147-171, 2011.
- AULDIST, M.J.; COATS, S.; ROGERS, G.L.; MCDOWELL, G.H. Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, n. 4, p. 427-436, 1995.
- BAGGIO, A.P.; MONTANHINI, M.T.M. Qualidade de leite cru produzido na região do Norte Pioneiro do Paraná. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 11, n. 2, p. 184-189, 2017.
- BARROSO, L.P.; ARTES, R. Análise Multivariada. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRÔNOMICA, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas, p.152, 2003.
- BEWLEY, J.; TARABA, J.; DAY, G. et al. Compost Bedded Pack Barn Design Features and Management Considerations. **Cooperative Extension Publ. ID-206, Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture**, Lexington KY, 2012.
- BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B. et al. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6778>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 62, de dezembro de 2011**. Brasília, 2011.

CARVALHO, I.Tde. **Microbiologia Básica**. Recife: EDUFRPE, p. 108, 2010.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>> Acesso em: 22/02/19.

CUNHA, R.P.L.; MOLINA, L.R.; CARVALHO, A.U.; FACURY FILHO, E.J.; FERREIRA, P.M.; GENTILINI, M.B. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 19-24, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352008000100003>

DE VARGAS, D.P.; DE NÖRNBERG, J.L.; MELLO, R.O.; SHEIBLER, R.B.; MILANI, M.P.; MELLO, F.C.B. Correlações entre contagem bacteriana total e parâmetros de qualidade do leite. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, n. 4, 2013. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.009>

DOSKA, M.C.; SILVA, D.F.F.D.; HORST, J.A.; VALLOTO, A.A.; ROSSI JUNIOR, P.; ALMEIDA, R.D. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 692-697, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000300032>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 7º Dia de Campo do Leite: da Pesquisa para o Produtor, DOCUMENTOS 464. **Editores técnicos**. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000.

HARMON, R.J. Symposium: mastitis and genetic evaluation for somatic cell count count-physiology of mastitis and factors affecting somatic-cell counts. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 7, p. 2103-2112, 1994.

HILL, B.; SMYTHE, B.; LINDSAY, D.; Shepherd, J. Microbiology of raw milk in New Zealand. **International Journal of Food Microbiology**, v. 2, p. 305-308, Jul. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.031>

INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (Emater). **Palestra: Extensão Rural orienta produtores que implantaram o Sistema Compost Barn**, 2019. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=5765>>. Acesso em: 08/06/20.

JÚNIOR, B.R.C.L.; OLIVEIRA, P.M.; MARTINS, M.L.; PINTO, C.L.O.; MARTINS, E.M.F.; SOUZA, G.H. Aplicação das boas práticas agropecuárias no processo de ordenha em uma propriedade rural do município de Rio Pomba, Minas

- Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 380, p. 31-39, 2011.
- KUBRUSLY, L.S. **Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados__multivariados**. Pesquisa Operacional, v.21, n.1, p.107-117, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382001000100007>
- MEYER, P.M.; MACHADO, P.F.; COLDEBELLA, A. CASSOLI, L.D.; COELHO, K.O.; RODRIGUES, P.H.M. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1114-1121, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000400024>
- MOITA NETO, J.M.; MOITA, G.C. **Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados**. Química Nova, v.21, n.4, p.467-469, 1997.
- MÜHLBACH, P.R.F. Nutrição da vaca em lactação e a qualidade do leite. In: I Simpósio de Bovinocultura de Leite (09 e 10 setembro 2003). **Anais...** Chapecó: SC, p. 25-43, 2003.
- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 2, p. 386-398, 2004. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73178-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73178-1)
- ORDÓÑEZ, J.; et al. **Tecnologia de alimentos. Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, v.2. p.41-48, 2005.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, P.F.; BARANCELLI, G.; SILVA, L.V.F. Contagem de células somáticas e qualidade do leite. **Revista do Criador**, ano LXVII, n.807, p.19-21, 1997.
- RANGEL, A.H.doN.; MEDEIROS, H.R.de; SILVA, J.B.A.da; BARRETO, M.L.deJ.; JÚNIOR, D.M.L. Correlação entre a contagem de células somáticas (CCS) e o teor de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado do leite. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 57-60, 2009.
- REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa, 1997.
- SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Controle da mastite e qualidade do leite – Desafios e soluções**. São Paulo: Edição dos Autores, ed.1, 2019.
- SILVA, V.N.; RANGEL, A.H.DON.; NOVAES, L.P.; BORBA, L.H.F.; BEZERRIL, R.F.; DE LIMA JÚNIOR, D.M. Correlação entre a contagem de células somáticas e composição química no leite cru resfriado em propriedades do Rio Grande do Norte. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 165-172, 2014. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v69i3.277>
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295p.
- USDA. **Cows milk production and consumption: summary for selected countries**. 2018. Disponível em:

<<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>> Acesso em: 22/02/2019.

VARGAS, D.P.D.; NÖRNBERG, J.L.; MELLO, R.D.O.; SHEIBLER, R.B.; BREDA, F.C.; MILANI, M.P. Correlações entre contagem de células somáticas e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 473-483, 2014. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v15i420637>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de compostagem inicial foi prejudicado em função de chuvas no período, dificultando o aumento da temperatura. Com isso, as contagens microbiológicas retardaram sua diminuição, sendo constatado que a temperatura da cama somente atingiu faixa ideal na última coleta.

A realização correta do manejo da cama é de extrema importância pela necessidade de diminuir a carga microbiana, visto que, elevada contaminação de microrganismos na cama pode aumentar o número de bactérias do leite e isso, por sua vez, irá interferir na composição. Foi observada conformidade com os teores de gordura, proteína, sólidos e CPP, somente um grupo de animais apresentou CCS acima do limite máximo permitido pela normativa.