

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

EDUARDA CARNEIRO ARAUJO

AVALIAÇÃO DO USO DE PROBIÓTICO NA CAMA DE
COMPOSTAGEM DE VACAS EM LACTAÇÃO SOBRE A CONTAGEM
BACTERIANA TOTAL, A TEMPERATURA E A CULTURA
MICROBIOLÓGICA DA CAMA

PONTA GROSSA
2023

EDUARDA CARNEIRO ARAUJO

AVALIAÇÃO DO USO DE PROBIÓTICO NA CAMA DE
COMPOSTAGEM DE VACAS EM LACTAÇÃO SOBRE A CONTAGEM
BACTERIANA TOTAL, A TEMPERATURA E A CULTURA
MICROBIOLÓGICA DA CAMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia
na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área
de Ciências Agrárias e Tecnologia.
Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Adriana de Souza
Martins.

PONTA GROSSA
2023

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida pela vida, por tudo o que tenho e tudo o que sou. Agradeço pela minha saúde e pela grande conquista de finalizar a graduação.

Agradeço à minha família, especialmente pai, irmãs e mãe, por me ajudarem a tornar esse sonho possível desde o início. Aos meus três sobrinhos Luísa, Pietro e Ravi que são minha fortaleza e minha alegria. À minha mãe por nunca me desamparar, por me dar força nos dias mais difíceis e fazer o impossível para que eu chegasse até aqui.

Agradeço meu namorado, Diego, por sempre me apoiar e acreditar em mim. Obrigada por todo o incentivo, por estar comigo e me acompanhar nesta jornada acadêmica e na vida.

Agradeço à Prof^a Dr.^a Adriana de Souza Martins pela orientação, pelo conhecimento compartilhado e por ser esse ser humano abençoado que me auxiliou desde o início deste trabalho. Levarei para sempre em meu coração.

Agradeço à minha colega de turma e melhor amiga, Rubia Fernanda Soares, por tudo. Obrigada pela ajuda na realização deste experimento. Obrigada por toda força e por todo o apoio durante esse período de graduação. Passamos por inúmeras experiências e hoje estamos aqui, realizando este grande sonho juntas. Você foi excepcional.

Agradeço ao Renan Ribeiro, por ser parte da equipe e ajudar no experimento. Obrigada pela sua dedicação e por todo o auxílio. Desejo que tenha um futuro brilhante e de muito sucesso.

Agradeço ao Antônio, técnico do laboratório de Nutrição Animal, por toda ajuda e prontificação relacionadas ao trabalho.

Agradeço ao pessoal da Frísia Cooperativa Industrial e ao Rildo, representante comercial, que tornaram possível a realização e a execução deste projeto.

Agradeço a todos os meus professores, sem vocês nada disso seria possível.

Agradeço aos meus colegas de turma em geral, muitos se tornaram grandes amigos. Desejo que todos sejam muito felizes.

Obrigada a todos que de alguma forma, participaram da execução deste projeto.

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de um probiótico sobre a temperatura, a contagem bacteriana total e a cultura microbiológica em camas para vacas em confinamento. O estudo foi conduzido em quatro propriedades localizadas no município de Carambeí-PR, onde três propriedades adotaram o sistema *Compost Barn* e uma propriedade utilizou o sistema *Free Stall*. Nos galpões de *Compost Barn*, a área total da cama foi dividida em duas de mesma dimensão, onde metade da área recebeu o tratamento e a outra não. No sistema *Free Stall*, dez camas foram selecionadas aleatoriamente, sendo que cinco receberam o produto e as outras cinco não receberam o probiótico. Foram registrados os dados de umidade relativa do ar, temperatura ambiente, temperatura da cama e contagem bacteriana total da cama (CBT). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos e quatro repetições por tratamento, com medidas repetidas no tempo. Para a comparação das médias foi utilizado o teste F a 5% de significância. Como resultado, em função da aplicação do probiótico, a CBT da cama apresentou diferença estatística ($P < 0,05$), já a umidade e a temperatura da cama, não apresentaram essa diferença. Conclui-se que o tratamento com probiótico nas camas de compostagem e de *Free Stall* não alteram sua temperatura e sua CBT.

Palavras-chave: Cama, Compostagem, Fermentação, Microrganismos, Probiótico.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of the probiotic on temperature, total bacterial count and microbiological culture in bedding for confinement cows. The study was conducted on four properties located in the municipality of Carambeí-PR, where three properties adopted the Compost Barn system and one property used the Free Stall system. In the Compost Barn sheds, the total bed area was divided into two of equal size, where half of the area received the treatment and the other did not. In the Free Stall system, ten beds were randomly selected, with five receiving the product and the other five not receiving the probiotic. Relative humidity, ambient temperature, litter temperature, and total bacterial count (TBC) were recorded. The experimental design was entirely randomized with two treatments and four repetitions per treatment, with measurements repeated over time. For comparison of means the F test was used at 5% significance level. As a result, in function of the application of probiotic, the CBT of the bed presented statistical difference ($P < 0.05$), already the humidity and temperature of the bed, did not present this difference. It is concluded that the treatment with probiotic in the composting and Free Stall litter do not alter its temperature and its CBT.

Keywords: Bed, Composting, Fermentation, Microorganisms, Probiotics.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Valores médios obtidos para as variáveis de temperatura ambiente e umidade relativa do ar nas propriedades leiteiras avaliadas	19
TABELA 2- Análise de variância (ANOVA) da temperatura, do teor de umidade e contagem bacteriana total (CBT) da cama em função do tratamento e das aplicações do probiótico na cama de compostagem de vacas leiteiras	20
TABELA 3- Valores médios da temperatura da cama de compostagem, do teor de umidade da cama e da contagem bacteriana total (CBT) na cama de compostagem de vacas leiteiras.....	22
TABELA 4- Valores médios de contagem bacteriana total (CBT) da cama de compostagem em função da ausência do probiótico na cama (SP) ou da aplicação do probiótico na cama (CP).....	26

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Médias de temperatura (Temp. ambiente), temperatura da cama sem a aplicação do probiótico (Temp. da cama SEM) e temperatura da cama com a aplicação do probiótico (Temp. da cama COM) em função dos dias de aplicação do produto.	21
GRÁFICO 2- Níveis de CBT (UFC/g) da cama de compostagem com a aplicação do probiótico (CP) e sem a aplicação do probiótico (SP).	25
GRÁFICO 3- Frequência relativa dos microrganismos nas áreas com e sem aplicação do produto.	27
GRÁFICO 4- Carga microbiana (UFC/g) dos microrganismos identificados nas camas de compostagem SP e CP.	29

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- Cronograma de atividades e aplicações realizadas durante o experimento.....	17
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
ASA	Amostra Seca ao Ar
CBT	CONTAGEM BACTERIANA TOTAL
CFB	Clima temperado, com verão ameno
CO ₂	Gás Carbônico
CP	Com Probiótico
CH ₄	Metano
CH ₄ NO ₂	Ureia
C/N	Carbono/Nitrogênio
H ₂ O	Água
H ₂ S	Sulfeto de Hidrogênio
MS	Matéria Seca
NH ₃	Amônia
NH ₄ ⁺	Íon amônio
NO ₂ ⁻	Dióxido de Nitrogênio
O ₂	Oxigênio
pH	Potencial Hidrogeniônico
SP	Sem Probiótico
UF	Umidade Relativa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Descrição dos Sistemas de Criação.....	14
2.1.1 Sistema <i>Compost Barn</i>	14
2.1.2 Sistema <i>Free Stall</i>	15
2.2 Descrição do Produto e Procedimentos de Coleta de Dados.....	15
2.3 Cronograma de Aplicação	17
2.4 Análises Laboratoriais	18
2.5 Delineamento Estatístico.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Diante de fatores econômicos ligados à produção leiteira, torna-se necessário a investigação de formas de melhorar o conforto e o bem-estar dos animais para se obter melhorias nos índices produtivos. Neste sentido, os sistemas de confinamento têm como principal objetivo fornecer aos animais o conforto, principalmente em relação às camas, à temperatura ambiente e ao piso. No confinamento, os animais tendem a gastar menos energia para a manutenção corporal e a convertem de forma eficiente em produção de leite (DOMENICO *et al.*, 2015).

No sistema de confinamento denominado *Free Stall* os animais alojados possuem camas individuais de acesso livre, essas baias podem ser separadas por estruturas metálicas dimensionadas de acordo com o tamanho do animal em produção, sempre levando em consideração o espaço ocupado pela cabeça quando esses animais se levantam. As camas são forradas e alguns dos materiais que podem ser utilizados são: areia, casca de arroz, maravalha, entre outros (MARTELO, 2006).

Este modelo de confinamento torna possível o alojamento de animais em uma quantidade de área menor em relação ao método convencional de pastagem, com isso, o produtor consegue ter um maior aproveitamento da área dentro da propriedade. Apesar do alto custo de instalação, o *Free Stall* apresenta diversos benefícios, como por exemplo as melhoras nos índices produtivos devido ao menor deslocamento dos animais (DOMENICO *et al.*, 2015).

O *Free Stall* visa maximizar a densidade de animais e a eficiência de manejo. Este sistema, apresenta-se como uma instalação de confinamento fechado, sendo que, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar devem ser controladas dentro da instalação. Este controle é importante pois, o clima ou a sazonalidade do ano podem impactar negativamente no estresse térmico, na produção assim como na maior umidade nas camas (MATARAZZO, 2004).

O sistema *Compost Barn* é alternativo ao *Free Stall*. Foi desenvolvido no estado de Virginia nos EUA e posteriormente difundido para outros estados do país, marcando o início da sua exploração somente no ano de 2001. O sistema *Compost Barn* consiste em uma área coberta para descanso de vacas leiteiras, tendo em sua maioria, uma cama composta de serragem e esterco, com a presença das vacas. O princípio básico do sistema é a compostagem da cama (ZANETONI, 2019).

Atualmente o *Compost Barn* apresenta crescente implantação no território brasileiro devido às suas características sustentáveis. As vacas circulam, urinam e defecam livremente, o que torna necessário o revolvimento, para que ocorra a aeração da cama. O piso, neste sistema apresenta-se forrado com o substrato de cama que é disperso por toda a área coletiva de descanso (ZANETONI, 2019).

Quando a cama não sofre uma boa compostagem, todo o sistema pode ser comprometido, ou seja, casos de mastite clínica, assim como a contagem de células somáticas podem aumentar. Por outro lado, quando a cama sofre uma boa compostagem, há a redução na incidência de mastite e na quantidade de células somáticas. Sendo assim, a qualidade do leite tende a aumentar (SOARES, *et al.*, 2019).

A taxa de lotação e a variabilidade microclimática dentro do galpão determinam o sucesso do sistema. É recomendável que a taxa de lotação esteja entre 7,4 e 12,5 m² por vaca, caso contrário, ocorrerá superlotação e conseqüentemente menor conforto térmico dos animais. De forma geral, 9,29 m² por vaca é o mínimo recomendado para área de descanso, assim todas as vacas têm espaço suficiente para deitar-se ao mesmo tempo e espaço para caminhar no interior do galpão. Vale ressaltar que o tamanho da área de descanso é importante para que a compostagem ocorra de forma correta, para manter os animais em bem-estar e limpos (SOARES, *et al.*, 2019).

Dá-se o nome de compostagem o processo natural de decomposição da matéria orgânica pela ação microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea. Os constituintes orgânicos dos dejetos são transformados em um produto estável, orgânico e rico em substâncias húmicas. A compostagem ocorre em ambiente aeróbico, com geração de calor pela ação de bactérias termofílicas. Além disso, neste processo, parte do carbono orgânico é convertido em substâncias húmicas e parte é convertida em gás carbônico, metano e outros compostos voláteis, reduzindo o teor de carbono do composto (RIGON, 2016).

Frente a isso, é de extrema importância que se realize o monitoramento de variáveis como temperatura (da cama e do ambiente) e o teor de umidade da cama. Estes fatores são fundamentais para proporcionar uma cama de composto seca e com menor contaminação (RIGON, 2016). A compostagem tem como principais vantagens a redução de microrganismos patogênicos e obtenção de um produto com ótimas características fertilizantes que podem ser aproveitadas na produção vegetal (ZULPO,

2020). Sendo assim, na compostagem tradicional ocorre degradação dos materiais orgânicos através de decomposição microbiológica aeróbica, onde o material da cama é a principal fonte de carbono e as fezes e urina, fonte de nitrogênio, a interação entre esses itens promove a fermentação aeróbia da matéria orgânica, com produção de dióxido de carbono, água e calor. Vale destacar que, para que todo esse processo ocorra de forma correta e eficaz, é de extrema importância levar em consideração o pH, a temperatura, umidade, relação carbono nitrogênio, revolvimento da cama, ventilação e densidade de animais pois, somente com essas condições é possível garantir a atividade dos microrganismos e a degradação da matéria orgânica que produzirá calor para secar o material e reduzir a população de microrganismos patogênicos (FERREIRA; RIBEIRO, 2022).

Segundo Zulpo (2020), quando o esterco é fermentado com microrganismos considerados eficientes, o período de maturação é reduzido. Estes microrganismos contribuem com o aumento na concentração de nutrientes e na ausência de odor do composto, permitindo que a fermentação ocorra de forma mais rápida e eficiente.

Diante dos desafios apresentados sobre o uso de sistemas *Free Stall*, e principalmente, *de Compost Barn* cama verifica-se a necessidade de avaliar estratégias que viabilizem este sistema de criação, reduzindo os impactos negativos da umidade da cama sobre o desempenho dos animais confinados.

O uso de probióticos comerciais encontra-se como uma alternativa para acelerar a decomposição da matéria orgânica e promover o equilíbrio dos microrganismos na cama de composto. Estes probióticos são formados por microrganismos naturais benéficos, eficientes e não patogênicos, como as leveduras e bactérias ácido-láticas. O modo de ação se dá por meio da degradação dos compostos orgânicos da cama como os minerais, açúcares, proteínas e gorduras, promovendo a rápida decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes. Além disso, há a exclusão competitiva de outros microrganismos indesejáveis que causam doenças e maus odores, e a produção de compostos bioativos benéficos que proporcionam o bem-estar dos animais (ácidos orgânicos, aminoácidos, enzimas, antioxidantes e antibióticos naturais).

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de um probiótico sobre a temperatura, o teor de umidade, a contagem bacteriana total (CBT) e a cultura microbiológica em camas de *Compost Barn* e *Free Stall*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi executado em uma parceria da Universidade Estadual de Ponta Grossa com a Frísia Cooperativa Agroindustrial, localizada na cidade de Carambeí, no Estado do Paraná. O objetivo foi verificar a ação e a eficácia de um probiótico em camas de compostagem de bovinos leiteiros nos sistemas de criação de *Compost Barn* e de *Free Stall*.

O estudo foi conduzido no município de Carambeí-PR, com o uso do produto em quatro propriedades, sendo que, três propriedades utilizaram o sistema *Compost Barn* e apenas uma, o sistema *Free Stall*. De acordo com a classificação de Köppen, na cidade de Carambeí, o clima predominante é o Cfb, que apresenta nos meses mais frios, temperatura média abaixo de 18°C, e nos meses mais quentes, temperatura média abaixo de 22°C. No clima Cfb não há estação seca definida e os verões são frescos. A temperatura e a densidade pluviométrica média anual do município é de 17°C a 18°C e 1.800 a 2.000 mm, respectivamente. Entretanto nos meses mais secos (junho, julho e agosto) a precipitação média é de 75mm. (DIAS, 2018). O município apresenta uma área de 645,42 km² e está situado entre as coordenadas 24°47'02.0"S, 50°12'30.5W (BERLING *et al.*, 2022).

O experimento teve uma duração total de seis semanas, com início em 03/09/2022 e término em 21/10/2022.

Para que fosse possível verificar o efeito do probiótico nas camas de compostagem, os tratamentos foram divididos em:

- 1) Cama de compostagem sem a adição do probiótico (controle).
- 2) Cama de compostagem com a adição do probiótico.

2.1 Descrição dos Sistemas de Criação

2.1.1 Sistema *Compost Barn*

A primeira propriedade, pertencente ao produtor Bauke van Westering, possui 72 vacas em lactação, das raças Holandesa, Jersey e mestiças Holandês x Jersey. No período em que foi realizado o experimento, a instalação não possuía ventiladores e o manejo de aeração da cama foi realizado duas vezes por dia (pela manhã e pela tarde) com um escarificador. O galpão apresentou 75 metros de comprimento por 28 metros de largura sendo que, 15 metros foram destinados ao armazenamento de

serragem e outra parte destinada a pista de alimentação. A densidade animal foi de 15 m²/vaca.

A segunda propriedade, do produtor Dirk Marinus van Vliet, possui 141 vacas em lactação, todas da raça Holandesa. A instalação dispunha de ventiladores em pleno funcionamento. O revolvimento da cama foi realizado duas vezes por dia. A densidade da instalação foi de 14 m²/vaca.

A terceira propriedade, de Daniel Dolizete Ribeiro, apresenta 30 vacas em lactação, das raças Jersey e Holandesa e, vacas Mestiças Holandês x Jersey. A instalação apresentou beirais apenas nas laterais do galpão e não dispunha de ventiladores. O manejo de aeração da cama foi realizado duas vezes por dia com uma enxada rotativa. A densidade animal neste sistema foi de 13 m²/vaca.

O material utilizado para cama nestas três propriedades foi a serragem. Durante o experimento, sua reposição foi realizada quando a umidade estava acima de 60% e quando o material estava disponível no mercado.

2.1.2 Sistema *Free Stall*

A quarta propriedade, do produtor Dalvan Floriano Félix Ribeiro, apresentou o sistema de criação *Free Stall*, com 25 vacas da raça Jersey, em lactação. Durante o período do experimento o manejo de limpeza das camas foi realizado diariamente, assim como a reposição de serragem, quando necessário. O galpão apresentou 25 camas, cada uma medindo 1,5 m de comprimento x 1 m de largura e 15 cm de profundidade. A instalação dispunha de ventiladores em pleno funcionamento e as medidas do galpão eram de 10 m de largura por 15 m de comprimento.

2.2 Descrição do Produto e Procedimentos de Coleta de Dados

O produto comercial testado nas camas de compostagem é composto de probióticos, ou seja, de leveduras e bactérias ácido-láticas (*Lactobacillus*), apresentando pH de 3,5. Sua aplicação se deu na proporção de 1 litro do produto para 300 m² de cama. Para sua utilização, o mesmo teve que ser ativado, uma semana antes da aplicação. A ativação consistiu na diluição do probiótico em água e melaço de cana, que serviu de substrato para os microrganismos. Desta forma, para a ativação foram necessárias as seguintes proporções: 90 litros de água, 5 quilos de melaço de cana e 5 quilos do probiótico. Nos dias de aplicação nas camas de

compostagem, o produto foi novamente diluído, diretamente no pulverizador costal, na seguinte proporção: 1 litro do produto e 19 litros de água. O produto foi aplicado na superfície da cama utilizando-se um pulverizador costal elétrico manual, da marca kawashima, modelo PEM-P20, com capacidade de 20 litros.

No sistema *Free Stall*, o produto foi mais diluído: 200 ml do produto diluídos em 1,8 litros de água. Com isso, a quantidade de probiótico aplicada foi proporcional à área de aplicação das camas no *Free Stall*. Neste sistema, 20 camas foram selecionadas aleatoriamente. Em 10 camas foi realizada a aplicação do produto e nas outras 10 não se aplicou o probiótico.

Antes da aplicação propriamente dita foram anotados dados como a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar (UR), assim como a aferição da temperatura da cama. Dados pertinentes ao estudo como ocorrência de chuvas no dia da aplicação, compactação da cama, revolvimento da cama, reposição de serragem etc. também foram registrados.

Para a aferição da temperatura da cama foi utilizado um termômetro tipo espeto digital, com haste de 15 centímetros. Nas áreas tratada e não tratada (nos sistemas de *Compost Barn*) sete pontos distintos foram escolhidos de forma aleatória para a avaliação, de modo a obter 14 pontos de leitura. Nas camas de *Free Stall*, foram analisados 10 pontos de leitura. Em ambos os sistemas a profundidade do termômetro para registro da temperatura foi de 15 cm da superfície.

Além da aferição da temperatura da cama, neste mesmo ponto de leitura, foram coletadas sub-amostras das camas de compostagem, sendo que, no sistema *Compost Barn* houve coleta de sete sub-amostras na área tratada com o produto e sete sub-amostras na área sem tratamento. As sub-amostras foram homogeneizadas em sacos plásticos com capacidade de 2 kg e após, colocadas em sacos plásticos esterilizados para posterior análise laboratorial. As amostras compostas foram divididas em quatro partes, duas amostras da área tratada e duas amostras da área sem tratamento, de cada propriedade. As amostras compostas, foram identificadas pelo nome do produtor, data e tratamento (com ou sem o probiótico). As amostras foram enviadas ao laboratório para as análises microbiológicas no mesmo dia em que foi realizada a coleta. As outras duas amostras da cama de cada propriedade foram congeladas a -10° C para posterior análise do teor de umidade.

As práticas de coleta das amostras ocorreram todas no período da manhã, com início às oito horas e término às dez horas. Cerca de 21 dias após o término do

experimento realizou-se novamente coletas em todas as propriedades para verificar o efeito residual do produto.

2.3 Cronograma de Aplicação

Para a aplicação do produto, as datas foram organizadas da mesma maneira em ambos os sistemas, assim como mostra o quadro 1. Seguindo o cronograma, na primeira semana não houve aplicação do produto nas camas, pois o mesmo estava em seu período de ativação. Nesta semana houve coleta da cama, assim como foram anotadas a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente três vezes por semana.

QUADRO 1- Cronograma de atividades e aplicações realizadas durante o experimento.

Semana 01		
13/09/2022	14/09/2022	16/09/2022
C; T	C; T	C; T
Semana 02		
20/09/2022	21/09/2022	23/09/2022
C; T; A	C; T; A	C; T; A
Semana 03		
27/09/2022	28/09/2022	30/09/2022
C; T; A	C; T; A	C; T; A
Semana 04		
04/10/2022	05/10/2022	07/10/2022
C; T; A	C; T; A	C; T; A
Semana 05		
11/10/2022	12/10/2022	14/10/2022
C; T; A	C; T; A	C; T; A
Semana 06		
18/10/2022	19/10/2022	21/10/2022
C; T; A	C; T; A	C; T; A

Fonte: A autora.

Legenda: C = Coleta de amostras da cama; A = aplicação do produto; T = registros de temperatura da cama.

Na segunda semana, foram iniciadas as aplicações do produto nas camas de compostagem. Além dos procedimentos realizados na primeira semana, foi necessário realizar a diluição do produto em água, e posteriormente distribuí-lo sobre a superfície da cama da área que receberia o tratamento.

Entre os dias que envolvem a terceira, quarta, quinta e sexta semanas do experimento, as práticas realizadas foram as mesmas. Diante disso, houve 15 aplicações do probiótico nas camas de compostagem durante o período experimental,

sendo três aplicações por semana durante cinco semanas. É válido acrescentar que, no dia 11/10/2022, data correspondente a quinta semana, não houve aplicação do produto em duas propriedades por problemas relacionados ao equipamento de trabalho, assim como na sexta semana houve aplicação do produto em duas propriedades e em outras duas foi verificado o efeito residual do produto.

2.4 Análises Laboratoriais

De cada propriedade as amostras compostas da cama tratada ou não tratada foram separadas em quatro partes: duas amostras (uma tratada e outra não tratada), foram destinadas ao laboratório LabVet Patologia Animal, localizado em Carambeí-PR. Estas amostras foram conduzidas até o laboratório logo após a coleta em cada propriedade. E, as outras duas amostras (tratadas e não tratadas) foram congeladas à -10°C, para posterior análises laboratoriais.

Em cada dia de prática realizada, foram enviadas oito amostras de cama ao laboratório, para que fosse realizada a análise microbiológica, para identificar as colônias de microrganismos e para que fosse realizada a determinação da contagem bacteriana total (CBT). A metodologia utilizada para as análises foi a contagem padrão em placas.

As amostras congeladas foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Posteriormente, as amostras foram descongeladas para a realização da pré-secagem. As análises do teor de ASA (amostra seca ao ar) da cama foram feitas em duplicata. Utilizou-se bandejas de alumínio e uma balança analítica de precisão. Primeiramente, a bandeja foi pesada e logo após se adicionou cerca de 80 gramas de amostra que foram secas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 60° C, durante 72 horas. Após retiradas da estufa, todas as bandejas foram pesadas novamente. A base para o cálculo da ASA foi o peso da amostra seca e o peso da amostra verde, já o teor de umidade (%) foi calculado pela diferença de 100 – ASA. As amostras foram então moídas em moinho com facas, em peneiras com crivos de 2mm. Posteriormente, as amostras foram analisadas para o teor de matéria seca (MS). A determinação foi realizada em estufa a 105° C durante 16 horas, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2015). O cálculo do teor de MS real foi obtido da seguinte forma:

$$\%MS = \%ASA \times \%MS_{em\ estufa\ 105}/100$$

2.5 Delineamento Estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos e quatro repetições (propriedades leiteiras), com medidas repetidas no tempo (três vezes por semana durante cinco semanas). Para a comparação das médias de cada variável foi utilizado o teste F a 5% de significância. Para a análise estatística dos dados de CBT, os valores foram transformados para a escala logarítmica (\log_{10}). Utilizou-se o Programa Estatístico SAS (versão 9.4).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Damasceno (2020), o processo de compostagem sofre influência de diversos fatores que podem interferir na atividade microbiológica, dentre eles pode-se citar a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar. A umidade relativa é um índice utilizado para avaliar a capacidade que o ar possui de reter água. Segundo Piovesan; Oliveira (2020) para o conforto das vacas, a faixa ideal de umidade relativa é de 40 a 70%, enquanto a faixa de temperatura ambiente ótima fica entre 5 e 25° C. Na tabela 1 é possível observar as médias de temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante as seis semanas de experimento.

TABELA 1- Valores médios obtidos para as variáveis de temperatura ambiente e umidade relativa do ar nas propriedades leiteiras avaliadas.

Variável	Semana					
	1	2	3	4	5	6
Temperatura ambiente (°C)	16,5±1,79	15,6±1,46	15,1±1,43	17±1,98	18,8±1,55	18,8±2,53
Umidade relativa do ar (%)	80±11,02	78±16,12	86±5,49	73±11,70	81±6,33	82±6,79

Propriedades localizadas no município de Carambeí-PR.
Fonte: A autora.

De acordo com Damasceno (2020), valores muito elevados de umidade relativa associada à baixas temperaturas, dificultam o manejo da cama e a redução de sua umidade em sistemas de *Compost Barn*. Entretanto, valores muito baixos de umidade relativa podem promover o ressecamento da mucosa e problemas respiratórios em

bovinos leiteiros. Ainda de acordo com este autor, quando a temperatura e a umidade da cama não estão adequadas, o desenvolvimento dos microrganismos é alterado, afetando o tempo de crescimento e, conseqüentemente, sua atividade nas camas de compostagem.

Na Tabela 2 encontra-se a análise de variância da temperatura e do teor de umidade da cama. A CBT da cama não sofreu influência dos tratamentos (cama tratada ou não com o probiótico). Adicionalmente, a ordem de aplicação do probiótico causou diferença significativa ($P < 0,05$) nos níveis de CBT.

TABELA 2- Análise de variância (ANOVA) da temperatura, do teor de umidade e contagem bacteriana total (CBT) da cama em função do tratamento e das aplicações do probiótico na cama de compostagem de vacas leiteiras.

Variável	Tratamento¹		Período²	
	Fvalue	P	Fvalue	P
Temperatura da cama (C)	0,00	NS	1,64	NS
Umidade da cama (%)	0,04	NS	0,38	NS
CTB da cama (UFC/mL)	0,57	NS	3,67	*

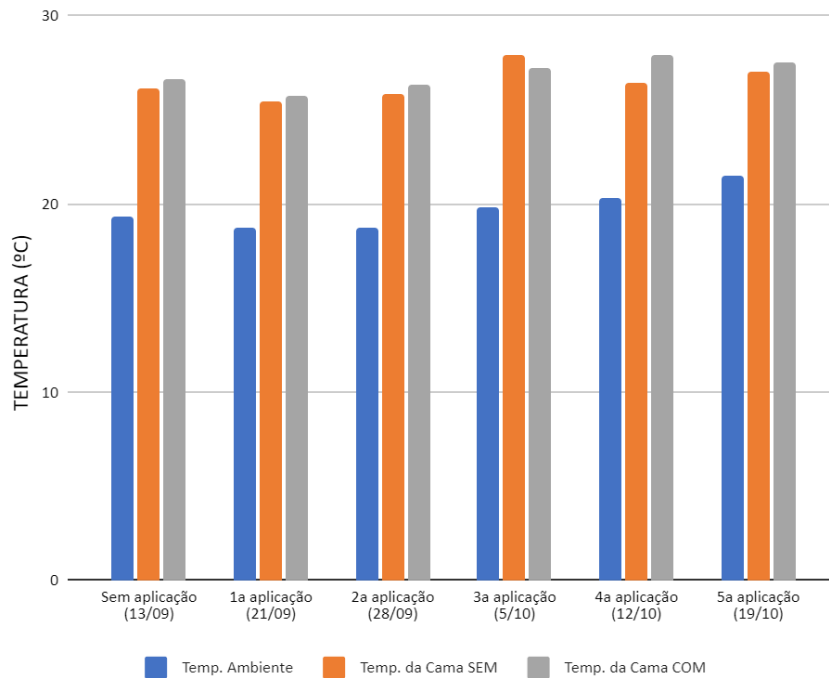
¹Com ou sem a aplicação do probiótico na cama de compostagem das vacas. ²Período de aplicação: de 13 a 16/09/2022; 1^a 2^a e 3^a aplicação: 20, 21 e 23/09/2022; 4^a, 5^a e 6^a aplicação: 27, 28 e 30/09/2022; 7^a, 8^a e 9^a aplicação: 4, 5 e 7/10/2022; 10^a, 11^a e 12^a aplicação: 11, 12 e 14/10/2022; 13^a, 14^a e 15^a aplicação: 18, 19 e 21/10/2022. *Significativo a 5%.

Fonte: A autora.

De acordo com os resultados, esta diferença não ocorreu em função do tratamento (cama tratada ou não com o probiótico), mas sim em função da ordem de aplicação. Este resultado é decorrente de fatores externos como alterações na temperatura ambiente e na umidade relativa, aeração da cama, umidade da cama, reposição da cama, entre outros.

No Gráfico 1 verificam-se as médias de temperatura ambiente e temperatura da cama, com e sem a aplicação do probiótico, em função dos períodos de aplicação.

GRÁFICO 1- Médias de temperatura (Temp. ambiente), temperatura da cama sem a aplicação do probiótico (Temp. da cama SEM) e temperatura da cama com a aplicação do probiótico (Temp. da cama COM) em função dos dias de aplicação do produto.



Fonte: A autora.

A temperatura ambiente média obtida durante a realização do experimento foi de 17,2° C, com mínima registrada de 13° C e máxima de 22° C. A umidade relativa do ar (UR) média foi de 80,3%, variando de 51% (1 registro) a 100% (1 registro). Desta forma, durante maior parte do experimento, a temperatura ambiente foi relativamente baixa, com ocorrência de chuvas em alguns dias de avaliação. A atividade microbiológica é dependente das condições de temperatura e umidade da cama. Em condições de clima frio e úmido, como os registrados em grande parte do experimento, pode ter limitado a ação do probiótico sobre a cama.

A temperatura da cama é diretamente afetada pelo manejo de aeração e, além disso, possui grande relação com a atividade metabólica dos microrganismos. A diminuição dessa temperatura geralmente ocorre pela redução ou aumento na umidade, pela diminuição de nutrientes no substrato, pelo manejo que é realizado na cama e pela ventilação (DAMASCENO, 2020).

Estudos realizados em instalações de *Compost Barn*, relataram temperaturas da cama diferentes do ideal, para a ocorrência do processo de compostagem. No

estudo, foram obtidas temperaturas de 29,6°C no verão e 11,7°C no inverno, quando aferidas na profundidade de 20 cm. a cama, nestas condições não apresentava processo de compostagem. Porém, a grande diferença entre a temperatura ambiente com a temperatura da cama, indica que possivelmente havia atividade microbiológica na cama (LESO *et al.*, 2018).

Na Tabela 3 é possível observar as médias de temperaturas da cama obtidas durante o período do experimento, nas áreas com e sem a aplicação do probiótico.

TABELA 3- Valores médios da temperatura da cama de compostagem, do teor de umidade da cama e da contagem bacteriana total (CBT) na cama de compostagem de vacas leiteiras.

Variável	Tratamento		P
	CCSP	CCPP	
Temperatura da cama (°C)	26,86±1,00	26,88±0,86	NS
Umidade da cama (%)	61,27±7,29	61,16±6,71	NS
CBT da cama (x 1.000 UFC/g)	42.145±13.133,63	33.940±14.793,14	NS

CCSP = cama de compostagem sem a aplicação do probiótico. CCPP= cama de compostagem com a aplicação do probiótico.

Fonte: A autora.

A temperatura média da cama de compostagem do presente trabalho foi de 26,8° C, não havendo diferença (P=0,979) entre os tratamentos (com ou sem a aplicação do probiótico). O processo de compostagem é dividido em duas fases: fase de degradação ativa e fase de maturação. A primeira fase envolve a ação de microrganismos termófilos. Estes microrganismos são ativos sob temperaturas entre 45 e 65° C. Nesta fase, ocorrerá decomposição da matéria orgânica facilmente degradável, como os carboidratos e, conseqüentemente haverá maior estabilização da biomassa. Na fase de maturação, há a ação de microrganismos mesófilos, que são ativos sob temperaturas de 20 a 45° C, porém, nesta fase, é ideal que a temperatura se mantenha entre 30 e 45° C. No final da fase de maturação, temperaturas entre 25 e 30° C são comuns (RIGON, 2016). No presente trabalho, a temperatura média da cama (26,8°C) durante a maior parte do experimento e em 3 das quatro propriedades estudadas, não foram constatadas temperaturas elevadas o suficiente a ponto de identificar um processo de fermentação. Portanto, a temperatura pode ter limitado a ação do probiótico na cama.

A faixa de temperatura considerada ótima para o processo de compostagem deve ser de 45°C a 55°C. Quando as temperaturas estão abaixo de 45°C, o processo ocorre de forma lenta e não há eliminação de microrganismos patogênicos que podem estar presentes no material da cama, por outro lado, temperaturas acima de 65°C podem inibir o processo. É importante destacar que no Brasil, as temperaturas médias das camas de compostagem não são altas o suficiente para eliminar microrganismos patogênicos (DAMASCENO, 2020).

Em instalações de *Compost Barn*, caracterizadas pela semi-compostagem, temperaturas entre 43,3 e 65°C são consideradas ideais, porém, esses valores podem sofrer alterações de acordo com a temperatura ambiente e com a estação do ano. Diante das médias de temperatura da cama registradas durante o período do experimento, provavelmente o processo de compostagem não ocorreu de forma adequada, pois a temperatura ambiente pode ter limitado a ação do probiótico. De acordo com Ambiem (2019) a ação de probióticos em camas de compostagem ocorre de forma eficiente por meio do processo de fermentação. Apesar da redução numérica da CBT da cama, a ação dos microrganismos do probiótico e da cama não foi suficiente a ponto de elevar a temperatura e favorecer o processo de compostagem. Além disso, a temperatura média da superfície da cama foi baixa (10,5° C) e permaneceu próxima da temperatura ambiente em todos os dias de coleta.

Nas propriedades cujo sistema de confinamento foi o *Compost Barn*, foi possível observar uma cama bastante compactada, apesar do manejo de revolvimento ocorrer diariamente, nos horários entre as ordenhas. Somente em uma propriedade verificou-se que as características de compostagem da cama foram boas, pois a troca da mesma se deu dois meses antes do início do experimento. Outro fator observado foi que as camas apresentaram maior compactação nas laterais, junto à parede da instalação, provavelmente devido à maior aglomeração dos animais nesses locais, promovendo maior concentração de fezes e urina e, conseqüentemente, maior compactação (PIOVESAN; OLIVEIRA, 2020). Nas propriedades que não utilizaram ventiladores, esta situação foi bastante visível.

Os teores médios de umidade da cama (Tabela 3) registrados nas instalações foram de 61,27% e 61,16%, respectivamente, para a cama não tratada e tratada, não havendo diferença entre ambos ($P>0,05$). A umidade da cama é um dos principais fatores responsáveis pela atividade microbiológica durante o processo de compostagem. A estrutura dos microrganismos é composta de 90% de água, e em

casos de produção de células novas, a compostagem é capaz de fornecer água e todos os nutrientes requeridos para o processo (PIOVESAN; OLIVEIRA, 2020).

De acordo com Soares *et al.* (2019) uma cama que apresenta superfície seca e confortável é uma cama que sofre boa compostagem, pois com a ação dos microrganismos, ocorre produção de CO₂ e consumo de água durante a fermentação, deixando a cama com menor teor de umidade e conseqüentemente mais seca. Por outro lado, quando a umidade está elevada, a cama tende a aderir com maior facilidade na pelagem dos animais, sendo necessário adicionar material seco para reduzir a umidade, pois esta expõe os animais à maior contaminação dos quartos mamários e a incidência de mastite.

A umidade da cama deve estar na faixa entre 30 e 60%. Quando a umidade se encontra menor do que 30%, pode haver a inibição da degradação realizada pelos microrganismos e conseqüentemente, interrupção da compostagem. Valores de umidade acima de 60% geram lenta decomposição. A umidade é capaz de interferir negativamente na temperatura do processo de compostagem, que é uma conseqüência da atividade metabólica dos microrganismos. Ademais, uma cama com elevada umidade é mais suscetível a compactação, seja pelo deslocamento dos animais, seja pelas rodas do trator (DAMASCENO, 2020). Verificou-se no presente estudo, que os teores médios de umidade da cama foram elevados. As condições de temperatura e umidade do ambiente (Tabela 1) estavam desfavoráveis à fermentação microbiológica da cama, afetando negativamente o processo de compostagem como um todo e, provavelmente, afetando a ação do probiótico. Além disso, para que o probiótico atue de maneira expressiva, a umidade deve estar entre 30 e 50% (AMBIEM, 2019). Os valores de umidade da cama obtidos neste estudo foram superiores a 50%.

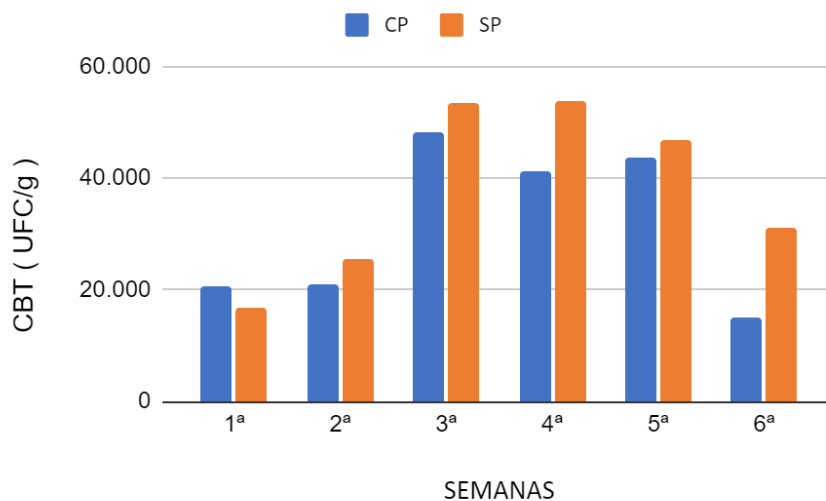
O sistema *Compost Barn* é uma excelente alternativa para elevar a produtividade de um rebanho. No entanto, para que o resultado obtido seja positivo, é excepcional que o manejo seja adequado, ou seja, deve haver o aumento da temperatura e a redução da umidade da cama, pois isso favorecerá a manutenção da compostagem (RIGON, 2016).

Os valores de CBT foram inferiores nas camas tratadas com o probiótico, apresentando valores médios de 33.940.000 UFC/g e de 42.145.000 UFC/g, respectivamente, para as camas tratadas e não tratadas com o probiótico. Portanto, verifica-se que, apesar de não ter ocorrido diferença estatística, houve redução

numérica da CBT nas camas que receberam o produto. Embora o probiótico não tenha atuado diretamente no processo de compostagem, este resultado pode estar indicando que houve exclusão competitiva entre os microrganismos, fazendo com que uns predominassem em relação a outros, como apresenta o gráfico 4.

Com relação aos períodos de aplicação do probiótico na cama, observa-se no Gráfico 2, que da 1ª para a 6ª aplicação (2ª e 3ª semana, respectivamente), houve aumento da CBT da cama. Já na última aplicação (6ª semana), houve redução expressiva da CBT, tanto na área tratada como na área não tratada com o probiótico.

GRÁFICO 2- Níveis de CBT (UFC/g) da cama de compostagem com a aplicação do probiótico (CP) e sem a aplicação do probiótico (SP).



Fonte: A autora.

Diante da impossibilidade do isolamento de algumas fontes de variação, como por exemplo a divisão das áreas tratadas ou não nos sistemas de *Compost Barn*, o deslocamento das vacas em ambas as áreas (tratadas ou não com o probiótico) pode ter ocultado um possível efeito do probiótico sobre a cama. Adicionalmente, o manejo de aeração da cama, realizado diariamente, promoveu o contato de ambas as áreas (tratada e não tratada), o que também influenciou no resultado.

Na sexta semana, referente à 13ª, 14ª e 15ª aplicações, a diminuição da contagem bacteriana total na área que recebeu o produto, pode ser explicada pelo fato de que em duas propriedades não foram realizadas as aplicações. Sendo assim, nestas propriedades verificou-se apenas o efeito residual do produto.

Na Tabela 4 é possível observar mais detalhadamente as informações de CBT da cama em relação às aplicações realizadas, que estão contidas no gráfico 2.

TABELA 4- Valores médios de contagem bacteriana total (CBT) da cama de compostagem em função da ausência do probiótico na cama (SP) ou da aplicação do probiótico na cama (CP).

Período	SP	CP	P
Sem aplicação	16.942.000 ^e	20.617.000 ^e	0,712
1 ^a a 3 ^a aplicação	26.944.000 ^f	24.179.000 ^d	0,784
4 ^a a 6 ^a aplicação	65.591.000 ^a	56.816.000 ^a	0,523
7 ^a a 9 ^a aplicação	53.841.000 ^b	41.375.000 ^c	0,883
10 ^a a 12 ^a aplicação	46.666.666 ^c	43.700.000 ^b	0,929
12 ^a a 15 ^a aplicação	31.166.666 ^d	15.141.000 ^f	0,241

Sem aplicação: 13, 14 e 16/09/2022; 1^a a 3^a aplicação: 20, 21 e 23/09/2022; 4^a a 6^a aplicação: 27, 28 e 30/09/2022; 7^a a 9^a aplicação: 4, 5 e 7/10/2022; 10^a a 12^a aplicação: 11, 12 e 14/10/2022; 12^a a 15^a aplicação: 18, 19 e 21/10/2022.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo Teste de Tukey.

Fonte: A autora.

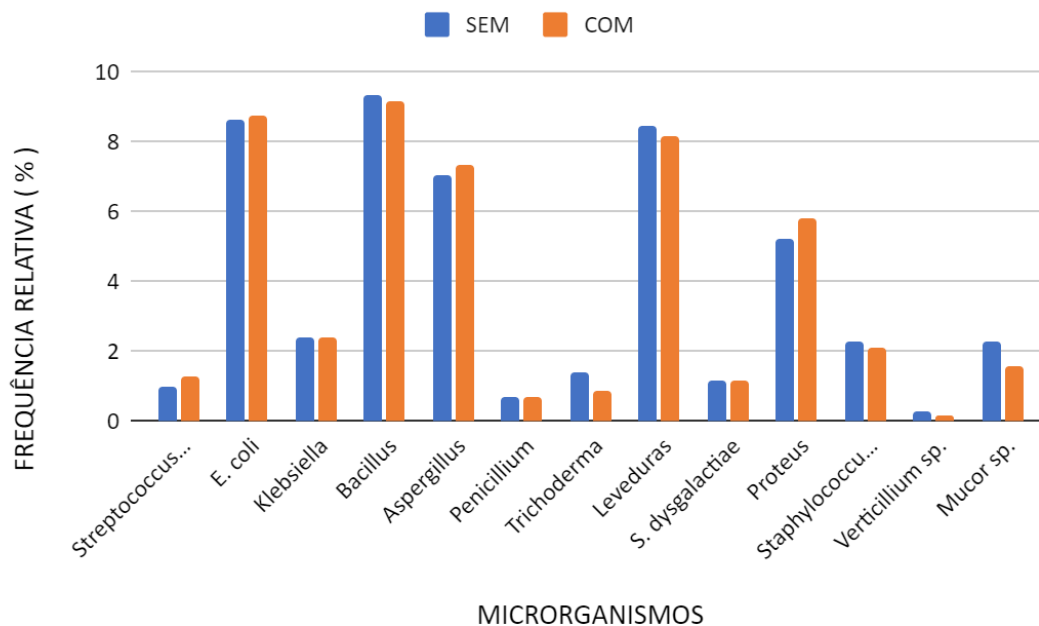
Mesmo não sendo observada diferença significativa da CBT em função do tratamento ou não do probiótico na cama, verificou-se uma redução numérica da CBT com a aplicação. Desta forma, outros fatores podem estar interferindo nos resultados. O teor de umidade, juntamente com a aeração, pH, a relação C/N e a granulometria do material, apresentam efeito direto sobre o desenvolvimento dos microrganismos.

Para que a cama de compostagem se mantenha dentro das conformidades, é ideal que se realize o controle da temperatura e da umidade da cama, pois estes são os fatores que mais influenciam na compactação e, portanto, no aumento do número de bactérias (PIOVESAN; OLIVEIRA, 2020). Baêta *et al.* (2022) relataram que o revolvimento da cama é capaz de promover a incorporação de dejetos e consequentemente favorecer a aeração da cama, sendo assim, a atividade metabólica de microrganismos aeróbicos que decompõem os dejetos é favorecida.

A compostagem é caracterizada por diversas mudanças dos tipos de microrganismos, sendo quase impossível a identificação de todos que participam deste processo. Além disso, a variedade de nutrientes concentrados está diretamente relacionada com a intensidade da atividade microbiológica de decomposição (PIOVESAN; OLIVEIRA, 2020).

No Gráfico 3 encontram-se os microrganismos e a frequência relativa encontrada na cama de compostagem tratada ou não com o probiótico e no Gráfico 4 verifica-se a carga microbiana (UFC/g) dos microrganismos identificados.

GRÁFICO 3- Frequência relativa dos microrganismos nas áreas com e sem aplicação do produto.



Fonte: A autora.

De acordo com o gráfico, nota-se que os microrganismos que apareceram com maior frequência na área onde não foi aplicado o probiótico, foram: *Bacillus*, *Trichoderma*, *Leveduras*, *Staphylococcus sp*, *Verticillium* e *Mucor sp*. Microrganismos como *Streptococcus sp*, *E. coli*, *Aspergillus* e *Proteus* apareceram com maior frequência na área onde houve a aplicação do probiótico. A frequência relativa dos microrganismos *Klebsiella*, *Penicillium* e *S. dysgalactiae* não variou com a aplicação do produto.

Os fungos são considerados decompositores e são encontrados na fase mesofílica e na fase de maturação do processo de compostagem. Os gêneros mais comuns são: *Aspergillus*, *Acremonium*, *Chrysosporium*, *Fusarium*, *Mortierella*, *Penicillium* e *Trichoderma* (DAMASCENO, 2020).

As bactérias saprófitas presentes no processo de compostagem são em sua grande maioria, decompositoras. Neste processo, normalmente são encontrados gêneros bacterianos como *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Zymomonas*, *Xanthomonas* e bactérias aeróbias fixadoras de nitrogênio (DAMASCENO, 2020). O probiótico utilizado tem como principal característica atuar facilitando o processo de decomposição da matéria orgânica, o que é positivo para acelerar a fermentação e, conseqüentemente, melhorar o processo de compostagem. A combinação de

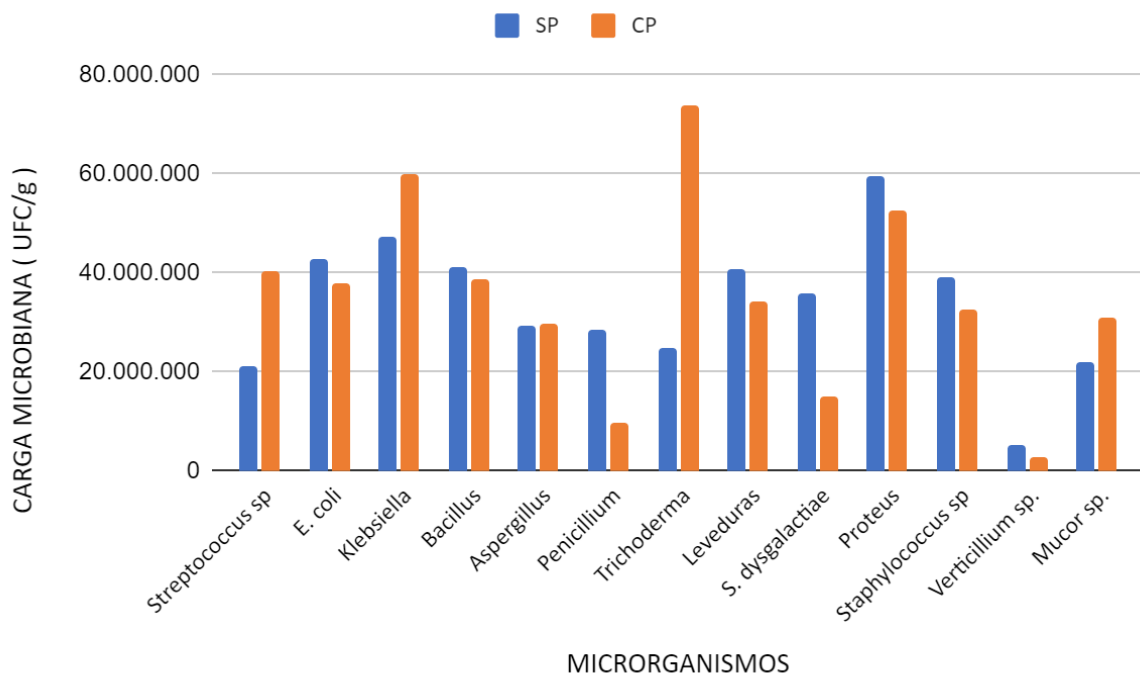
microrganismos naturais como leveduras e *Lactobacillus* podem promover vários benefícios para a flora microbiana nas camas de compostagem, como a fermentação antioxidante benéfica, por exemplo. Sendo assim, esperava-se que com a utilização do probiótico, houvesse um sinergismo entre microrganismos da cama com microrganismos do probiótico e, conseqüentemente, as características das camas de compostagem fossem melhoradas. No entanto, verificou-se o oposto neste trabalho.

No processo de compostagem, diversas transformações químicas e biológicas são realizadas por uma grande variedade de microrganismos, como fungos, bactérias e actinomicetos, que utilizam o carbono e outros nutrientes para sua sobrevivência. Porém, a quantidade de microrganismos se altera em função das condições para o seu desenvolvimento, o que ocorre ao longo de todo o processo de fermentação. Além disso, a predominância dos microrganismos varia de acordo com a temperatura da cama, teor de umidade, disponibilidade de oxigênio, relação C/N e pH da cama (RIGON, 2016).

Sabe-se que na cama de compostagem a aeração diminui em função da profundidade, fazendo com que exista uma região aeróbia e outra anaeróbia. A decomposição e a estabilização da matéria orgânica são realizadas por microrganismos e determina o processo de compostagem da cama, havendo a produção de dióxido de carbono, calor e vapor d'água. Para que ocorra o processo de degradação da matéria orgânica, bactérias e fungos consomem oxigênio (O_2) para a obtenção de energia. Desta forma, são produzidos CO_2 e H_2O na zona óxica (aeróbia) da cama. Este processo é responsável por gerar ainda mais energia e, conseqüentemente, aumentar a temperatura da região aerada.

Os microrganismos presentes nas fezes dos animais produzem a enzima urease intracelular e extracelular, que realiza a hidrólise da ureia (CH_4NO_2), sendo decomposto em NH_4^+ e CO_2 . As bactérias saprófitas e diversas espécies de fungos são responsáveis pela decomposição de materiais orgânicos presentes na cama. Na zona anóxica (anaeróbia), ocorre formação de gases como H_2S , CO_2 e CH_4 que podem interferir negativamente na atividade microbiológica da cama. Microrganismos que oxidam NH_3 a NO^{2-} podem ter suas enzimas bloqueadas pela presença e ação do gás H_2S (DAMASCENO, 2020). Os microrganismos oriundos do probiótico utilizado (leveduras e *Lactobacillus*) são aeróbios facultativos, ou seja, sua ação pode ocorrer em ambientes tanto aeróbios quanto anaeróbios, permitindo a atuação no processo aeróbio e anaeróbio do processo de compostagem (AMBIEM, 2019).

GRÁFICO 4- Carga microbiana (UFC/g) dos microrganismos identificados nas camas de compostagem SP e CP.



Fonte: A autora.

O que se observa no gráfico 4 é que, com a utilização do produto, houve a diminuição da carga microbiana de alguns microrganismos como *E. coli*, *Bacillus*, *Penicillium*, *Leveduras*, *S. dysgalactiae*, *Proteus*, *Staphylococcus sp.* e *Verticillium*.

Na cama de compostagem, existem diversos tipos de microrganismos, mas os principais são os que realizam a fermentação, sejam eles aeróbicos ou anaeróbicos e microrganismos patogênicos que, quando não são eliminados, causam mastite nas vacas confinadas. Os principais microrganismos que se desenvolvem nas camas de compostagem e que causam mastite são: coliformes, *Escherichia coli*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus* e *Bacillus spp.* (RADAVELLI, 2018). No presente estudo verificou-se que o microrganismo patogênico *Staphylococcus* teve sua frequência relativa (Gráfico 3) e sua carga microbiana (Gráfico 4) reduzidas nas áreas tratadas com o probiótico.

Em sistemas de *Compost Barn* a cama é em sua maioria, orgânica. Este fato gera preocupação quanto a maior exposição a patógenos ambientais que causam mastite. Para a mastite clínica, os principais agentes causadores são os coliformes como *Klebsiella spp* e os estreptococos ambientais (*S. uberis* e *S. dysgalactiae*).

Sendo a causa mais frequente de mastite clínica causada por *E. coli* seguido por estafilococos (DAMASCENO, 2020).

É válido ressaltar que o material utilizado como camas em todas as propriedades avaliadas foi a serragem, ou seja, um material orgânico, o qual também apresenta populações bacterianas, principalmente bactérias coliformes.

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que seria importante avaliar o efeito do probiótico por um período mais longo. Além disso, ressalta-se que a separação das áreas tratadas ou não com o probiótico, evitando a circulação das vacas em ambas as camas, seria fundamental para determinar o efeito do produto sobre as características microbiológicas da cama.

4. CONCLUSÕES

A aplicação do probiótico em camas de compostagem de vacas leiteiras não alterou a umidade, a temperatura e a contagem bacteriana total da cama. Fatores como a baixa temperatura ambiente, a ocorrência de chuvas e a impossibilidade de isolar as áreas tratadas ou não com o probiótico, limitaram o seu efeito nas camas.

Nas camas tratadas com o probiótico houve redução da carga microbiana de alguns microrganismos ambientais, como a *Escherichia coli*, considerado um dos principais causadores de mastite clínica em bovinos leiteiros.

Diante do aumento no uso de camas de compostagem em propriedades leiteiras e dos desafios encontrados nas instalações de animais em confinamento, o uso de probióticos compostos por microrganismos eficazes necessita de estudos científicos que avaliem sua eficiência no processo de compostagem.

Além disso, diante dos resultados obtidos, verifica-se a necessidade de mais investigações sobre as variáveis que possam influenciar na atividade biológica da cama no processo de decomposição, visando tornar o sistema mais eficiente em manter vacas saudas e com melhor desempenho.

REFERÊNCIAS

AMBIEM. **Ltda.Em.1. Microrganismos eficazes**. 2019. 8 p.

BAÊTA, C. *et al.* Caracterização da cama utilizada em sistemas Compost Barn. **Anais do IV Simpósio e XVI Semana Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 24, 2022.

BERLING, F. *et al.* Influência do estresse calórico na produção in vitro de oócitos e embriões de vacas Holandesas de alta produtividade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 23, 2022.

DAMASCENO, F. A. **Compost Barn como alternativa para a pecuária leiteira**. 1. ed. Divinópolis: Gulliver, 2020.

DIAS, S. V. **Modelagem geológica e avaliação dos recursos minerais de ouro e prata na Fazenda São Daniel-Carambeí-PR**. 2018. Dissertação de Mestrado (Mestre em Geociência) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

DOMENICO, D. *et al.* Comparativo dos custos de manejo da produção leiteira: sistema de pastoreio e sistema Free Stall. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Custos**, Foz do Iguaçu, nov. 2015.

FERREIRA, B. H. A.; RIBEIRO, L. F. Mastites causadas por *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. E *Streptococcus uberis* relacionadas ao sistema de produção Compost Barn e o impacto na qualidade do leite. **GeTec**, v. 11, n. 35, p.1-18, 2022.

LESO, L.; RIBEIRO, L.; ROSSI, G.; RIBEIRO, M. *Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: a case study in Italy*. **Agronomy Research** 16(3), 794-805, 2018.

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em Free Stall**, 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2006.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo Free Stall para vacas em lactação**, 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

PIOVESAN, S. M.; DE OLIVEIRA, D. S. Fatores que influenciam a sanidade e conforto térmico de bovinos em sistemas de compost barn. **Vivência**, v. 16, n. 30, p. 247-258, jan/jun. 2020.

RADAVELLI, W. M. **Caracterização do sistema Compost Barn em regiões subtropicais brasileiras**, 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2018.

RIGON, A. D. **Compostagem de resíduos orgânicos do sistema compost barn**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

SOARES, A.A. *et al.* **Variabilidade espacial do microclima em sistema compost barn: influência na qualidade da cama, termorregulação e comportamento de vacas leiteiras**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

ZANETONI, H. H. R. **Características do ar e da cama de instalações para bovinos de leite em sistemas compost barn**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

ZULPO, M. **Manejo e caracterização dos dejetos compostados da bovinocultura de leite e sua contribuição ambiental**, 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade de Passo Fundo, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em ciências ambientais, Passo Fundo, 2020.