

Impacto do tipo de cama orgânica no desempenho produtivo e reprodutivo de vacas

Holandesas estabuladas em *free stall*

Impact of the organic bedding type on the productive and reproductive performance of

Holstein cows housed in *free stall*

Impacto del tipo de lecho orgánico en el desempeño productivo y reproductivo de vacas

Holstein alojadas en establo libre

Recebido: 19/09/2020 | Revisado: 21/09/2020 | Aceito: 22/09/2020 | Publicado: 23/09/2020

Angélica Cabral Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0397-4903>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: angelicacabraloliveira@hotmail.com

Letícia Ribeiro Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6652-6561>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: leticiamarqueszootec@yahoo.com

João Vítor Nogueira Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1236-9898>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: jvnogueir1@gmail.com

Karen Martins Leão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5236-7558>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: karen.leao@ifgoiano.edu.br

Thaís Campos Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1112-6699>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: thaisacm@hotmail.com

Resumo

Camas orgânicas estão sendo utilizadas em *free stall* no intuito de posterior aproveitamento para adubação. Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça Holandesa em dois grupos de cama: maravalha de eucalipto (ME) e sabugo de milho triturado

(SMT). Durante 180 dias foram coletados dados de mastite clínica, produção diária de leite e taxa de concepção à primeira inseminação artificial. Mensalmente, durante o período experimental, foram coletadas amostras de ME e SMT virgens e presente nas camas para determinar crescimento bacteriano e amostras de leite de cada vaca para análise eletrônica de contagem de células somáticas (CCS). Os dados quantitativos foram submetidos ao teste de Tukey e os qualitativos ao teste Qui-quadrado. Vacas alojadas em SMT apresentaram maior CCS no terceiro mês de lactação e maior produção de leite em 180 dias de lactação do que vacas em ME. Não foi observada diferença nos dias em lactação no pico, produção de leite no pico, número de casos de mastite clínica, taxa de concepção e perda de prenhez entre os grupos avaliados. Conclui-se que maravalha de eucalipto e sabugo de milho triturado apresentaram resultados satisfatórios para serem utilizados como cama orgânica, pois apresentaram baixa contagem de células somáticas, não interferiram no número de casos de mastite clínica e na taxa de concepção à primeira inseminação artificial.

Palavras-chave: Maravalha de eucalipto; Produção total de leite; Sabugo de milho triturado; Taxa de concepção.

Abstract

Organic beds are being used in *free stall* for the purpose of later use for fertilization. The objective was to evaluate the productive and reproductive performance of Holstein cows in two bed groups: eucalyptus wood shavings (ME) and crushed corn cobs (SMT). For 180 days, data on clinical mastitis and daily milk production were collected. Monthly, during the experimental period, virgin and present in the beds samples of ME and SMT were collected to determine bacterial growth and milk samples from each cow for electronic analysis of somatic cell count (CCS). Quantitative data were submitted to the Tukey test and qualitative data to the Chi-square test. Cows housed in SMT showed higher CCS in the third month of lactation and higher milk production at 180 days of lactation than cows in ME. There was no difference in peak lactation days, peak milk production, number of clinical mastitis cases, conception rate and pregnancy loss between the groups evaluated. It is concluded that eucalyptus shavings and crushed corn cobs showed satisfactory results to be used as organic bed, as they presented low somatic cell count, did not interfere in the number of cases of clinical mastitis and in the conception rate at the first artificial insemination.

Keywords: Conception rate; Crushed corn cobs; Eucalyptus wood shavings; Total milk production.

Resumen

Lechos orgánicos se están utilizando en *free stall* para su uso posterior en fertilización. El objetivo fue evaluar el desempeño productivo y reproductivo de vacas Holstein en dos grupos de lechos: astillas de madera de eucalipto y mazorcas de maíz trituradas. Durante 180 días, se recopilaron datos sobre mastitis clínica y producción diaria de leche. Mensualmente, durante el período experimental, se recolectaron de ME y SMT vírgenes y presentes en los lechos para determinar el crecimiento bacteriano y la leche de cada vaca para el análisis electrónico de células somáticas (CCS). Los datos cuantitativos se sometieron a la prueba de Tukey y los datos cualitativos a la prueba de Chi-cuadrado. Las vacas alojadas en SMT mostraron mayor CCS en el tercer mes de lactancia y mayor producción de leche a los 180 días de lactancia que las vacas en ME. No hubo diferencia en los días de pico de lactancia, producción máxima de leche, número de casos clínicos de mastitis, tasa de concepción y pérdida de embarazo entre los grupos evaluados. Se concluye que las astillas de madera de eucalipto y mazorcas de maíz trituradas presentaron resultados satisfactorios para ser utilizados como lecho orgánico, ya que presentaron bajo recuento de células somáticas, no interfirieron en el número de casos de mastitis clínica y en tasa de concepción a primera inseminación artificial.

Palabras clave: Astillas de madera de eucalipto; Mazorcas de maíz trituradas; Producción total de leche; Tasa de concepción.

1. Introdução

Dentro do agronegócio brasileiro, a cadeia produtiva de leite é um dos segmentos mais importantes, social e economicamente (Neto et al., 2013). A produção de leite ocorre em todo território nacional e desempenha importantes papéis, como a geração de empregos e rendas, e suprimento alimentício para a população, impulsionando o crescimento do produto interno bruto do país (EMBRAPA, 2016).

Para atender de forma eficaz a grande demanda por alimentos de origem animal, os produtores são cada vez mais influenciados a optarem por sistemas de produção com maior tecnologia. Portanto, os sistemas de confinamento estão sendo cada vez mais utilizados, pois tem-se um maior controle das condições ambientais, como a temperatura e a umidade (Perissinotto et al., 2009).

O *free stall* é um sistema no qual os animais são alocados em camas individuais com saída e entrada livres, corredores de acesso e pista de trato, podendo ser dotado ou não de ventilação forçada, e tem o intuito de proporcionar aos animais maior conforto e maior

facilidade de limpeza (Kara et al., 2015). Entretanto, apresenta o inconveniente da geração de resíduos a partir de dejetos dos animais e material usado como cama (Petersen, 2018).

Os materiais comumente utilizados para o revestimento das camas podem ser orgânicos ou inorgânicos como areia e colchões de borracha (Santos, 2014). Os principais materiais orgânicos são: serragem, maravalha, palha, cascas de amendoim e arroz (Favero et al., 2015b; Leso et al., 2018; Lybæk & Kjaer, 2019; Oliveira et al., 2019; Leso et al., 2020).

As camas orgânicas devem ser melhor manejadas em comparação às camas inorgânicas, mas tem sido um atrativo devido a possibilidade de posterior utilização como adubo orgânico (Leso et al., 2020). De acordo com Kiehl (1998), a oxidação da matéria orgânica pelo metabolismo microbiano provoca a elevação da temperatura. Dessa forma, o equilíbrio dos nutrientes é importante para a manutenção da temperatura, sendo que em camas menos compactadas ocorrem maiores temperaturas (Barberg, et al., 2007).

Assim, o uso adequado de camas em sistema de confinamento é essencial para o conforto da vaca, qualidade do leite e saúde do úbere. Por isso, o material para cama deve ter crescimento microbiano baixo, drenagem de umidade adequada e facilidade de limpeza (Dibbern & Santos, 2013) para evitar o aumento dos patógenos causadores de mastite e outras desordens (Gantner et al., 2017).

Seguindo este contexto, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça Holandesa alojadas em sistema *free stall* em dois materiais orgânicos (maravalha de eucalipto e sabugo de milho triturado) como alternativas de cama.

2. Metodologia

O estudo trata-se de uma pesquisa de campo quantitativa e aplicada, pois os dados foram coletados e analisados por métodos estatísticos para verificar a relação entre o tipo de cama orgânica com o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas Holandesas estabuladas em *free stall* (Pereira et al., 2018).

O experimento foi realizado através da utilização do banco de dados retroativo (maio a dezembro de 2018) de uma fazenda leiteira comercial parceira no município de Santa Helena de Goiás, Sudoeste Goiano. Apenas números contidos nos softwares utilizados pela propriedade foram compilados para análise. Dessa forma, não houve contato com os animais nem alteração na rotina da fazenda, sendo que toda a metodologia descrita neste projeto seguiu os padrões pré-estabelecidos e realizados diariamente pela propriedade.

Os animais eram ordenhados três vezes ao dia, sendo que neste momento as camas eram limpas, retirando-se fezes e urina e, feita a reposição e nivelamento com material virgem. Duas vezes por semana, cal virgem era utilizado em ambos os tipos de cama no intuito de controlar a umidade. A quantidade e o preço por tonelada de cada material foram anotados durante o período experimental.

O tamanho médio de partículas das camas utilizadas no experimento foi de $20,0 \pm 8,3$ mm de comprimento e 1,0 mm de espessura para a maravalha de eucalipto e, granulometria de $4,2 \pm 0,8$ mm para o sabugo de milho triturado.

Delineamento experimental

Após o parto, cem vacas foram divididas aleatoriamente em dois grupos de cama: maravalha de eucalipto (ME) e sabugo de milho triturado (SMT).

Dados de produção diária de leite, ocorrência de mastite clínica (correspondente a apresentação de grumos no teste de caneca) e taxa de concepção à primeira inseminação artificial foram coletadas durante o período de 180 dias de lactação. Mensalmente também foi coletado o leite individual das vacas para análise de contagem de células somáticas e amostras de ME e SMT virgens e presente nas camas para determinação de crescimento bacteriano. A quantidade e o preço de cada material utilizado foram mensurados durante o período experimental.

Coleta e Análises de leite

A coleta de leite de cada vaca foi realizada em frasco plástico com capacidade de cerca de 40 mL contendo conservante bronopol a 0,05%, previamente identificado com o número do animal. Após a ordenha completa de cada vaca, homogeneizou-se o leite pela abertura da entrada de ar no medidor e posterior transferência para o frasco. Em seguida, o frasco foi invertido repetidas vezes para a completa dissolução da pastilha do conservante.

As amostras de leite foram enviadas para análise de contagem de células somáticas (CCS) em laboratório terceirizado, cujo princípio analítico é baseado na citometria de fluxo foi realizada através do equipamento Fossomatic 5000 Basic (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark). O resultado foi expresso em células somáticas por mililitro (CS/mL).

Coleta e Análises das camas

Mensalmente, amostras de material virgem e presente nas camas eram coletadas. A metodologia de coleta foi adaptada de Black et al. (2013), a qual consiste na avaliação de seis pontos distribuídos geometricamente na área de cama, totalizando cinco coletas e trinta amostras de cada grupo. Cada amostra foi composta de 300 gramas, coletadas com profundidade de 0 a 30 cm. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, vedados e acondicionados em caixa de isopor com gelo reciclável para ser enviado até o laboratório terceirizado para determinação de crescimento bacteriano.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional R Core Team (2018) a 5% de significância. Os dados quantitativos foram submetidos ao teste de Tukey e os qualitativos ao teste Qui-quadrado.

3. Resultados e Discussão

As amostras virgens de SMT apresentaram maior crescimento bacteriano que a ME em relação a *Coliformes* e *Pseudomonas ssp*, mas menor quanto a *Bacillus ssp* ($P < 0,001$; Tabela 1). Entretanto, após colocadas nas camas e manejadas, apresentaram crescimento semelhante para todos os agentes avaliados (Tabela 1).

Materiais orgânicos com partículas maiores propiciam um crescimento bacteriano mais lento (Dibbern & Santos, 2013). Isto vai de encontro com os resultados deste estudo, sendo que a cama virgem de ME pode ter apresentado menor crescimento bacteriano que SMT pelo maior tamanho de partícula. Além disso, temperatura ambiente, umidade e presença de nutrientes podem influenciar a capacidade das bactérias se multiplicarem na cama (Godden et al., 2008).

Os patógenos encontrados nas camas deste estudo são importantes causadores de mastites ambientais (Dutra et al., 2017), sendo que conforme o agente infeccioso e a intensidade da infecção, há variação nos sinais clínicos e alteração na composição do leite (EMBRAPA, 2018).

Tabela 1. Crescimento bacteriano (x1000 UFC/ml) de amostras virgem e das camas de maravalha de eucalipto (ME) e sabugo de milho triturado (SMT).

Variáveis (x1000 UFC/mL)	Amostra virgem		Valor de P	Amostra da cama	
	SMT	ME		SMT	ME
<i>Coliformes</i>	2000±110,5b	500±110,5a	<0,001	Incontáveis	Incontáveis
<i>Klebsiella ssp</i>	1000±40,8a	0±40,8a	<0,001	Incontáveis	Incontáveis
<i>Pseudomonas ssp</i>	5000±408,2b	400±408,2a	<0,001	Incontáveis	Incontáveis
<i>Streptococcus Camp Negativo</i>	0	0	Ns	Incontáveis	Incontáveis
<i>Bacillus ssp</i>	0b	50±2,6a	<0,001	Incontáveis	Incontáveis
<i>Staphylococcus coagulase Negativo</i>	0	0	Ns	Incontáveis	Incontáveis
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	Ns	Incontáveis	Incontáveis
<i>Streptococcus agalactiae</i>	0	0	Ns	Incontáveis	Incontáveis

Letras diferentes na mesma linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

Ns: não significativo

Fonte: Autores.

Apesar de vacas alojadas em SMT terem apresentado maior CCS no terceiro mês de lactação em relação às SMT (P=0,003; Tabela 2), os valores de CCS encontram-se dentro dos padrões da legislação vigente (BRASIL, 2018). Assim, mesmo com altas concentrações bacterianas presentes em ambos materiais das camas usadas neste estudo (Tabela 1), não houve impacto na qualidade do leite. Entretanto, medidas de melhoria e controle da mastite, assim como seleção para baixa CCS devem ser realizadas continuamente.

Tabela 2. Contagem de células somáticas (CCS-células somáticas/mL) mensal de vacas leiteiras alojadas em sabugo de milho triturado (SMT) e cama de maravalha de eucalipto (ME) avaliada em 180 dias de lactação.

Variável	SMT	ME	Valor de P
CCS1 (1º mês lactação)	121,63±2,21a	157,24±23,01 a	0,277
CCS2 (2º mês lactação)	142,68±27,92 a	145,78±27,68 a	0,937
CCS3 (3º mês lactação)	223,51±31,53 b	90,29±31,26 a	0,003
CCS4 (4º mês lactação)	186,98±24,57 a	137,05±24,36 a	0,150
CCS5 (5º mês lactação)	221,64±34,63 a	189,41±34,48 a	0,510
CCS6 (6º mês lactação)	200,62±26,69 a	184,00±26,69 a	0,660

Letras diferentes na mesma linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

Fonte: Autores.

Além do mais, no presente estudo não houve diferença estatística no número de casos de mastite clínica até 180 dias de lactação (Tabela 3).

Características como umidade e tamanho de partículas influenciam diretamente a saúde dos animais (Favero et al., 2015a). Quando os materiais de cama orgânica possuem partículas muito finas tornam-se mais propensos a aderir à pele do teto, aumentando a população de bactérias nos tetos e o risco de infecção intramamária (Dibbern & Santos, 2013). Entretanto, o risco de mastite também está relacionado com o manejo da cama (Barreto et al., 2010; Robles et al., 2019), uma vez que este tem o objetivo de deixar a cama seca e solta (Favero et al., 2015b).

Tabela 3. Média e erro padrão de dias em lactação e produção de leite no pico (kg), produção total de leite em 180 dias de lactação (kg) e casos de mastite clínica em 180 dias de lactação de vacas leiteiras alojadas em cama de sabugo de milho triturado (SMT) e maravalha de eucalipto (ME).

Variáveis	SMT	ME	Valor de P
Dias em lactação no pico	93,21±5,02 a	85,79±4,98 a	0,295
Produção de leite no pico	44,99±0,75 a	43,54±0,74 a	0,168
Produção total de leite em 180 DEL	5672,65±100,10 a	5084,36± 99,67 b	<0,001
Casos de mastite clínica em 180 DEL	0,32±0,06 a	0,27±0,06 a	0,579

Letras diferentes na mesma linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

DEL: dias em lactação

Fonte: Autores.

Assim, pode ser que neste estudo, a diferença do tamanho de partícula entre SMT e ME não tenha gerado maior incidência de mastite clínica devido ao manejo rigoroso realizado nas camas, tanto pela reposição adequada dos materiais quanto pela adição de cal virgem nas mesmas. Estes resultados vão de encontro com a quantidade de material usado no manejo das camas, sendo que se utilizou sete vezes mais SMT do que ME. Entretanto, o custo da ME foi 39,4% mais alto quando comparado com SMT durante o período avaliado.

Dias em lactação e produção de leite no pico não diferenciaram entre os tratamentos (P>0,05; Tabela 3). Contudo, vacas alojadas em SMT tiveram maior produção total de leite aos 180 dias do que aquelas que permaneceram em ME (P<0,001; Tabela 3).

A produção de leite está relacionada diretamente com o comportamento e bem-estar animal (Bilby et al., 2009). Portanto, ao favorecer um ambiente adequado e favorável ao

animal, consequentemente irá influenciar a higiene da vaca, reduzindo a incidência de mastite e melhorando a qualidade e a produção de leite (Leso et al., 2020), como observado neste estudo.

O tipo de material utilizado nas camas do sistema *free stall* influencia diretamente no tempo em que as vacas permanecerão deitadas, sendo que a produção de leite está relacionada com o descanso (Mitev et al., 2012). Ademais, camas macias proporcionam mais conforto e melhoram o bem-estar dos animais (Kull et al., 2017). Neste intuito, sugere-se que SMT pode ter proporcionado maior conforto às vacas do que ME e, consequentemente produziram mais leite durante o período avaliado.

O presente estudo não apresentou diferença estatística em relação a taxa de concepção aos 30 e 60 dias após a inseminação artificial nem a perda de prenhez durante este período (Tabela 4), o que pode estar relacionado com o manejo e conforto animal em relação aos tipos de cama utilizados no estudo.

Tabela 4. Taxa de concepção aos 30 e 60 dias após a inseminação artificial e perda de prenhez de vacas leiteiras alojadas em cama de sabugo de milho triturado (SMT) e maravalha de eucalipto (ME).

Variáveis	SMT	ME	Valor de P
Taxa de concepção 30 dias	22,88% a	25,00% a	0,821
Taxa de concepção 60 dias	22,89% a	24,14% a	0,942
Perda de prenhez (30 aos 60 dias)	0,00% a	4,55% a	0,993

Letras diferentes na mesma linha diferem-se entre si pelo teste de Qui-Quadrado ($P < 0,05$)
Fonte: Autores.

A reprodução dos animais está diretamente relacionada com o conforto térmico, bem-estar e nutrição animal. Portanto, ao proporcionar instalações de alojamento das vacas favoráveis à produtividade (Ferreira et al., 2009), consequentemente ocorrerá aumento da produção de leite, melhorando a capacidade reprodutiva e ampliação da longevidade produtiva das vacas de alta produção (Baimishev et al., 2017). Isto é, a tendência de uma maior taxa de concepção, menores perdas por abortos e doenças infecciosas e maior taxa de prenhez está diretamente relacionada com a imunidade e bem-estar físico do animal. O tipo de cama utilizado pode influenciar o estresse calórico no qual sofrerá alterações no metabolismo ocorrendo a redução da fertilidade, que influencia a função ovariana, expressão do estro, saúde do ovócito e desenvolvimento embrionário (Shabaan, et al., 2016).

4. Considerações Finais

Maravalha de eucalipto e sabugo de milho triturado são eficientes para serem utilizados como cama orgânica, pois apresentaram baixa contagem de células somáticas, não interferiram no número de casos de mastite clínica e na taxa de concepção à primeira inseminação artificial.

No entanto, a escolha do tipo de cama deve englobar disponibilidade e forma de armazenamento do material, tipo de manejo adotado, mão de obra e custo do material colocado na propriedade e o melhor custo-benefício.

Pesquisas futuras são necessárias para comparar o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas alojadas em camas de maravalha de eucalipto e sabugo de milho triturado com camas inorgânicas.

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

Referências

Baimishev, M. H., Eremin, S. P., Baimishev, H. B., & Safiullin, H. A. (2017). Connection of reproductive indices of high-productive cows with duration of their deadwood period. *Biomedical & Pharmacology Journal, Bhopal*, 10(4), 2145-2151. doi: 10.13005/bpj/1339

Barberg, A. E., Endres, M. I., Salfer, J. A., & Reneau J. K. (2007). Performance, health and well-being of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, 90(9), 1575-1583. doi: 10.3168/jds.2006-751

Barreto, M. L. J., Rangel, A. H. N., Araújo, V. M., Araújo, V. M., Bezerra, K. C., Medeiros, H. R., Oliveira, J. P. F., & Andarde, K. D. (2010). Análise de correlação entre a contagem de células somáticas (CCS), a produção, o teor de gordura, proteína e extrato seco total do leite bubalino. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 6(2), 47-53.

Bilby, T. R., Tatcher, W. W., & Hansen, P. J. (2009). Estratégias farmacológicas, nutricionais

e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. *Anais do XIII Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos*, Uberlândia, 59-71.

Black, R. A., Taraba, J. L., Day, G. B., Damasceno, F. A., & Bewley, J. M. (2013). Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 8060-74. doi: 10.3168/jds.2013-6778

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2018). Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Diário Oficial da União, 30 nov. 2018, Seção I, p. 9.

Neto, J. R. M. A., Santos, G. M., Arroyo, R. J. O., Sousa, V. O., & Ferreira, A. M. (2013). Sustentabilidade da pequena propriedade leiteira. *Revista Interdisciplinar de Direito*, 10(2), 1-6. Recuperado de <<https://core.ac.uk/download/pdf/230231729.pdf>>.

Dibbern, A. G., & Santos, M. V. (2013). Uso adequado da cama afeta a saúde da glândula mamária de vacas leiteiras. *Revista Leite Integral.Sanidade*. Recuperado de <http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/uso-adequado-da-cama-afeta-a-saude-da-glandula-mamaria-de-vacas-leiteiras>.

Dutra, M. M., Araújo, G. H. M., Silva, R. R., & Camargos, A. S. (2017). Influência de diferentes soluções de pré-dipping na população microbiana dos tetos de vacas leiteiras criadas a pasto. *Colloquium Agrariae*, 13(2), 116-122. doi: 10.5747/ca.2017

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2016). *Pecuária de Leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos*. Brasília: Embrapa.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). *Biosseguridade na bovinocultura leiteira*. Brasília: EMBRAPA.

Favero, S., Portilho, F. V. R., Oliveira, A. C. R., Langoni, H., & Pantoja, J. C. F. (2015a). Factors associated with mastitis epidemiologic indexes, animal hygiene, and bulk milk bacterial concentrations in dairy herds housed on compost bedding. *Livestock Science*, 181, 220-230. doi: 10.1016/j.livsci.2015.09.002

Favero, S., Portilho, F. V. R., Oliveira, A. C. R., Langoni, H., & Pantoja, J. C. F. (2015b). Longitudinal trends and associations between Compost Bedding Characteristics and Bedding Bacterial Concentrations. *Journal of Agricultural Science*, 7(10), 58–7. doi: 10.5539/jas.v7n10p58

Ferreira, F., Campos, W.E., Carvalho, A. U., Pires, M. F. A., Martinez, M. L., Silva, M. V. G. B., Verneque, R. S., & Silva, P. F. (2009). Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(4), 763-768. doi: 10.1590/S0102-09352009000400001

Gantner, V., Bobic, T., Gantner, R., Gregic, M., Kuterovac, K., Novakovic, J., & Potocnik, K. (2017). Differences in response to heat stress due to production level and breed of dairy cows. *International Journal of Biometeorology*, 61(9), 1675-1685. doi: 10.1007/s00484-017-1348-7

Godden, S., Bey, R., Lorch, K., Farnsworth, R., & Rapnicki, P. (2008). Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 151-159. doi: org/10.3168/jds.2007-0415

Kara, N. K., Galic, A., & Koyuncu, M. (2015). Comparison of milk yield and animal health in Turkish farms with differing stall types and resting surfaces. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(2), 268-272. doi: 10.5713/ajas.14.0366

Kiehl, E. J. (1998). *Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba.

Kull, J. A., Ingle, H. D., Black, R. A., Eberhart, N. L., & Krawczel, P. D. (2017). Effects of bedding with recycled sand on lying behaviors, udder hygiene, and preference of lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7379-7389. doi: 10.3168/jds.2016-12307

Leso, L., Barbari, M., Lopes, M. A., Damasceno, F. A., Galama, P., Taraba, J. L., & Kuipers, A. (2020). Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *Journal. Dairy Science*. 103(2), 1072–1099. doi: 10.3168/jds .2019 -16864

Lybæk, R., & T. Kjaer. (2019). Pre-assessment of the circular economic benefits and challenges of biogas production in Denmark when utilizing sand bedding in dairy cow stables. *Journal of Cleaner Production*, 219:268–277. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.01.241

Mitev, J., Varlyakov, I., Mitev, A. T., Vasilev, N., Gergovska, J., Uzunova, K., & Dimova, V. (2012). Preferences of freestall housed dairy cows to different bedding materials. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 38(2), 135-140.

Oliveira, V. C., Damasceno, F. A., Oliveira, C. E. A., Ferraz, P. F. P., Ferraz, G. A. S. J. A. O. Saraz, G. A. S. (2019). Compost-bedded pack barns in the state of Minas Gerais: Architectural and technological characterization. *Agronomy Research*. 17(5), 2016–2028. doi: 10.15159/AR.19.179

Pereira A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFMS. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Perissinotto, M., Moura, D. J., Cruz, V. F., Souza, S. R. L., Lima, K. A. O., & Mendes, A. S. (2009). Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. *Ciência Rural*, 39(5), 1492-1498. doi: 10.1590/S0103-84782009005000094

Petersen, S.O. (2018). Greenhouse gas emissions from liquid dairy manure: Prediction and mitigation. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6642-6654. doi: org/10.3168/jds.2017-13301

R Core Team (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria (2018). Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 03/05/2020.

Robles, I., Kelton, D. F., Barkema, H. W., Keefe, G. P., Roy, J. P., von Keyserlingk, M. A. G., & DeVries, T. J. (2019). Bacterial concentrations in bedding and their association with dairy cow hygiene and milk quality. *Animal*, 14(5), 1052-1066. doi:10.1017/s1751731119002787

Santos, M. V. (2014). Manejo de cama e qualidade do leite. *Mundo do Leite: A revista do mercado lácteo*, 65, 12-13. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002730961>. Acesso em: 29/08/2020

Shabaan, M. M., Rashad, A. M. A., Mahdy, A. E., EL-Zarkouny, S. Z., & Hassan, G. A. Seasonal. (2016). Changes in productive and reproductive performance in holstein dairy cows synchronized for estrus with the ovsynch protocol under subtropical conditions. *Journal of King Abdulaziz University*, 26(2), 41-50. doi: 10.4197/Met.26-2.5

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Angélica Cabral Oliveira – 40%

Letícia Ribeiro Marques – 10%

João Vítor Nogueira Almeida – 5%

Karen Martins Leão – 15%

Thaísa Campos Marques – 20%