
CARACTERÍSTICAS E RECOMENDAÇÕES DE GERENCIAMENTO NO CONFINAMENTO
DE VACAS DE LEITE EM *COMPOST BARN*: REVISÃO

Characteristics and management recommendation in confinement of milk in compost barn: a review

Beatriz Danieli¹, Daniel Augusto Barreta², Ana Luiza Bachmann Schogor³

¹ Zootecnista; Universidade do Estado de Santa Catarina – Chapecó/SC: beatrisdanieli@hotmail.com

² Zootecnista; Universidade do Estado de Santa Catarina – Chapecó/SC: daniel_barretta@hotmail.com

³ Doutora em Zootecnia; Professor em Universidade do Estado de Santa Catarina – Chapecó/SC: ana.schogor@udesc.br

*Autor para correspondência

Artigo enviado em 18/09/2017, aceito em 28/05/2018 e publicado em 17/07/2018.

Resumo – O alojamento de vacas leiteiras em *Compost Barn* tornou-se um tipo de confinamento com interesse global, o qual é composto por uma grande área de descanso dotada de um sistema de cama sobreposta e área de alimentação, com piso sólido. A prioridade deste confinamento alternativo é o conforto proporcionado às vacas leiteiras e a busca pela maior produtividade de leite, principalmente das vacas de alto potencial genético. Diante disso, este confinamento tem sido implantado em diversos países do mundo, principalmente na América do Norte, Israel e recentemente na América do Sul. Os principais aspectos decisivos para o sucesso do sistema estão relacionados à localização e planejamento estrutural do estábulo, ventilação, manejo de cama e densidade animal. Contudo, são escassos os dados referentes à adequação do sistema para cada uma das regiões as quais ele está inserido. O crescente conhecimento acerca do assunto motivou alguns pesquisadores identificar os aspectos relevantes ao sucesso do sistema para cada situação, com a finalidade de diminuir os problemas inerentes ao manejo relativo a cada condição climática, estrutural ou de manejo. Portanto, o objetivo do trabalho foi discutir sobre a caracterização deste sistema, com base em pesquisas de diferentes países.

Palavras-chave – cama sobreposta, confinamento, estábulo, ventilação.

Abstract – The housing of dairy cows in *Compost Barn* has become a type of confinement of global interest, which consists of a large rest area with a superimposed bed system and feeding area with solid floor. The priority of this alternative confinement is the comfort provided to dairy cows and the search for higher milk yield, especially of cows with high genetic potential. As a result, this confinement has been implemented in several countries of the world, mainly in North America, Israel and recently in South America. The main decisive factors for the success of the system are the location and structural planning of the stable, ventilation, handling bedding and animal density. However, the data regarding the suitability of the system for each of the regions are scarce. The growing knowledge about the subject, motivated some researchers to identify the aspects relevant to the success of the system for each situation, in order to reduce the problems inherent in the management of each climatic, structural or management condition. Therefore, the objective of the work was to discuss the characterization of this system, based on research from different countries.

Keywords – bedded pack barn, confinement, dairy barn, ventilation.

INTRODUÇÃO

É conveniente ressaltar que os sistemas extensivos de produção de leite a pasto ou a pasto com suplementação, não oferecem estabilidade alimentar ou de conforto térmico ao longo de um dado período de tempo. Repentinamente o início do inverno é caracterizado pela baixa qualidade das forragens de verão e inviabilidade da apropriação das forragens de inverno, sugerindo a sua menor oferta (Meinerz et al., 2011). Entretanto, os sistemas confinados ou semiconfinados podem oferecer melhores condições de conforto térmico, por meio do uso de equipamentos de ventilação e umidificadores com a finalidade de proporcionar o conforto térmico e aprimorar a capacidade produtiva dos animais (Rezelman, 1993).

A cadeia leiteira no Brasil está vinculada ao repentino aumento do custo de produção, forçando os produtores buscar alternativas que reduzam as despesas e aumente a produtividade, independente do sistema produtivo. No Brasil, o sistema a pasto é o mais explorado. Todavia, nos últimos anos houve ampla transição para os sistemas confinados. Além da busca pela produtividade, o aumento de área produtiva agrícola e oportunidade de favorecer as condições ambientais são os principais motivos para tal escolha (Pilatti, 2017).

O alojamento de animais em estábulo com material de compostagem, o qual é conhecido como *compost barn*, tornou-se um sistema de abrigo com interesse global (Pilatti, 2017). Esse sistema de habitação oferecido às vacas (lactantes ou não lactantes) consiste em uma grande área de descanso, separada do corredor de alimentação por um beiral de concreto (Barberg et al., 2007a; Bewley et al., 2012; Endres e Barberg, 2007). O maior desafio é proporcionar conforto e uma cama seca durante todo o tempo em que os animais estejam no local (Bewley et al., 2012; NRCS, 2007).

De acordo com Kammel (2004), tal sistema de produção tem a capacidade de reduzir a exposição à agentes causadores de mastite, melhorar as características de conforto térmico, saúde de pernas e taxa de concepção dos animais alojados. Diante das características citadas, Damasceno (2012) complementa que o ambiente confortável, seco e seguro o ano todo confere maior longevidade para as vacas, além de comportar o dejetos por longo prazo (Petzen et al., 2009). Em contrapartida, o sistema de confinamento encarece o custo de produção e em alguns casos exige mão de obra especializada, tornando-se um impecilho para tal investimento (Mota et al., 2017).

A descoberta do benefício acerca do confinamento motivou alguns pesquisadores identificar os aspectos relevantes ao sucesso do sistema. Contudo, ainda é escassa uma literatura que traga informações concisas e consolidadas a respeito da eficiência do *compost barn*, especialmente nas regiões do Brasil. Portanto, o objetivo do trabalho foi discutir sobre a caracterização deste sistema, com base em pesquisas de diferentes países.

Descrição do sistema Compost Barn

O *Compost Barn* (CB) é um sistema de confinamento derivado do *loose housing* (estabulação livre) (Eckelkamp et al., 2016), que há alguns anos foi introduzido no Brasil. Entretanto, sua configuração ainda não está totalmente consolidada. Todavia, este surgiu na década de 80 nos Estados Unidos com a finalidade de aprimorar as condições de conforto e a longevidade das vacas (Janni et al., 2007; Bewley et al., 2012).

O primeiro *Compost Barn* foi construído por volta do ano de 2001 em Minnesota, Estados Unidos da América (EUA) (Petzen, 2009). Em seguida, pesquisadores de Minnesota (Barberg et al., 2007b; Shane et al., 2010), Kentucky (Damasceno, 2012, Black et al., 2014), Nova York (Petzen et al., 2009) e Brasil (Pilatti, 2017) conduziram pesquisas com a finalidade de avaliar a adequação de estábulos em cada região e a resposta dos animais alojados.

A configuração de um CB geralmente é baseada na separação do ambiente em dois espaços. O maior espaço é denominado área de descanso, o qual possui um sistema de cama sobreposta (compostagem) para o alojamento dos animais. O segundo espaço é composto por piso sólido ou chapeado, o qual é denominado área de alimentação (Ofner-Schröck et al., 2015). Quanto ao material da cama sobreposta, geralmente utiliza-se maravalha ou serragem de madeira. Sua preeminência é a capacidade de compostar ao longo do tempo, toda a matéria orgânica residual dos animais (Barberg et al., 2007a; Janni et al., 2007). Segundo Janni et al. (2007) a compostagem da cama permite que as fezes e a urina sejam manipuladas como sólidos.

O manejo de cama é dos aspectos que determina o êxito aplicado ao funcionamento do sistema. O revolvimento do material a ser decomposto evita o acúmulo de umidade na cama, a compactação e auxilia no processo de incorporação do oxigênio, o qual mantém a superfície da cama macia para os animais deitarem (Janni et al., 2007). Se o manejo for ineficiente, haverá acúmulo de umidade na cama, contudo, os animais são expostos às possíveis contaminações que comprometem a saúde da glândula mamária (Bewley et al., 2012).

A ventilação é outro quesito essencial para o bom funcionamento de um CB, seja ela na forma natural ou mecânica. Ela tem a capacidade de remover o calor e a umidade criada pelas vacas e pelo processo de compostagem. O movimento natural do vento através do estábulo é importante, mas, a ventilação mecânica é eficiente em evitar áreas estagnadas no interior do estábulo (Bewley et al., 2012).

Segundo Janni et al. (2007), alguns produtores do estado de Minnesota, EUA, relataram experiências positivas com confinamentos em sistema CB bem gerenciados. Segundo eles, as vacas se apresentavam relativamente limpas, com menos problemas de claudicação e, em alguns casos, apresentavam contagens de células somáticas (CCS) mais baixas quando comparadas ao confinamento em sistema *Free-Stall*. Portanto, as recomendações atuais do

planejamento estrutural e gerenciamento são baseados em experiências dos produtores de leite (Janni et al. 2007).

Este sistema está sendo implantado em diversas regiões brasileiras, basicamente devido a um grande interesse por parte dos produtores de leite. Entretanto, admite adequações conforme os recursos tecnológicos, as variáveis climáticas e financeiras pelas regiões em que ele é implantado, sem violar os seus princípios básicos. Em contra partida, a cadeia leiteira está vinculada ao repentino aumento dos custos de produção, e percebe-se que no Sul do Brasil alguns princípios são negligenciados, principalmente aqueles relacionados à engenharia de construção e de manejo da cama. Geralmente, as adaptações na estrutura do galpão (uso de instalações em desuso, seja elas advindas da criação de aves ou de suínos) são vinculadas à redução de custos de implantação e facilidade de manejo dos animais ou da cama. Através de pesquisas à campo, nossa equipe constatou algumas adaptações e limitações de manejo na região Oeste do estado de Santa Catarina (Schogor et al., 20015a, Schogor et al., 2015b, Danieli et al., 2016, Radavelli et al., 2017a, Radavelli et al., 2017b). A grande variedade de instalações dificulta e retarda a definição do manejo mais adequado para a compostagem nesta região. Atualmente, há a coleta de grande número de informações, sejam técnicas ou empíricas (praticadas por produtores que adotaram este sistema), que vêm influenciando esses resultados e a própria adoção desse sistema. Portanto, ainda é escassa uma literatura que traga informações concisas e consolidadas a respeito da eficiência do CB nas regiões do Brasil.

Estrutura e planta do estábulo

Os aspectos físicos das instalações influenciam de forma direta no conforto proporcionado às vacas leiteiras confinadas (Pilatti, 2017). É interessante que o local de construção não ofereça bloqueio da passagem de ar pelo estábulo. A base do CB deve ser de terra, cascalho ou concreto. O mais comum é a utilização de base de terra que é muito mais barata. A sala de ordenha deve se localizar próxima ao confinamento, a fim de evitar que os animais caminhem longas distâncias (Bewley et al., 2012). O posicionamento da construção deve aproveitar a ventilação natural no interior do composto. O sol deve ser predominante pela manhã e não pela tarde, ou seja, na orientação leste-oeste (Bewley et al., 2013).

Segundo as recomendações de Barberg et al. (2007b), Janni et al. (2007), Bewley et al. (2012), Black et al. (2013), e Black et al. (2014), a área de cama dos CB construídos em alguns estados do EUA, deve ser construída com um cercamento (mureta) de aproximadamente 1,2 metros (m) de altura e esta recomendação também convém para a divisória entre a área de alimentação. A mureta tem a finalidade de controlar a umidade no interior do estábulo, em contrapartida, maiores alturas podem prejudicar a circulação do ar.

Para permitir a ventilação natural no interior do estábulo e facilitar o desempenho do maquinário na aeração da cama, na limpeza dos corredores e no trato dos animais, alguns autores recomendam que a altura do pé direito lateral alcance aproximadamente 4,8 m. Contudo, as regiões com temperatura abaixo da zona de conforto podem prejudicar o desempenho das vacas leiteiras, e, portanto é necessário minimizar a circulação de correntes de ar indesejáveis utilizando cortinas laterais (NRCS, 2007; Bewley et al., 2012). Recomenda-se que o telhado contenha um beiral de 90 cm para reduzir o escoamento da água para dentro do estábulo e no ponto mais alto do telhado haja lanternins que maximizem a ventilação (Bewley et al., 2012).

A área de alimentação pode ficar situada no interior do estábulo ou em anexo a ele, com diferentes pontos de entrada para a cama. Pela razão dos animais levantarem para se alimentar, defecam e urinam com maior frequência, contudo o local se torna mais úmido (Bewley, 2012). É desejado que este ambiente contenha piso sólido ou chapeado (Ofner-Schröck et al., 2015), o qual reduza a passagem de umidade para a cama. Segundo NRCS (2007) e Bewley et al. (2012), o espaço individual indicado para a linha de comedouro é de aproximadamente 60 a 75 cm, em contrapartida, Janni et al. (2007) e Bewley et al. (2013) recomendam limites menores, entre 46,0 a 76,2 cm.

A água deve ser instalada em lado oposto ao do comedouro, o bebedouro deve conter no mínimo 90 centímetros de perímetro por grupo de 15 a 20 vacas. Devido à possível dominância de alguns animais é interessante que sejam disponibilizados em vários pontos do estábulo (NRCS, 2007; Bewley et al., 2012).

Sistema de ventilação

No Brasil, a dificuldade na administração das variáveis microclimáticas torna-se um desafio para o controle do conforto térmico. Nessa condição, os animais usam mecanismos para regular a temperatura corporal, que pode resultar em um elevado nível de estresse, e como consequência, menor grau de bem-estar (Pilatti, 2017). No entanto, não existem pesquisas relacionadas à termorregulação de vacas em CB. O uso de ventiladores de teto pode aumentar a taxa de movimento do ar sobre a superfície da cama, o qual melhora a secagem da cama e promove maior conforto térmico durante os períodos mais quentes do ano (Galama, 2011; Damasceno, 2012). Black et al. (2013) também relataram melhoria da qualidade do ar e odor devido à redução da emissão de amônia e redução na população de moscas.

No verão, o ideal é fornecer ventilação suficiente para remover o calor e a umidade das vacas, bem como pela compostagem da cama. No inverno, deve-se fornecer troca de ar suficiente para remover a umidade da cama com a finalidade de estender o tempo entre adições de cama. Quando há exclusividade na ventilação natural, é interessante localizar o estábulo em uma área em que os

ventos podem soprar através da estrutura, entretanto, esta situação é específica de algumas regiões (NRCS, 2007).

Lobeck et al. (2012) avaliaram aspectos microclimáticos e de qualidade do ar em sistema CB naturalmente ventilado no estado do Minnesota, EUA. Em relação à velocidade do vento, os autores encontraram os valores médios de 0,5 a 0,93 m/s e temperaturas médias do ar de -3,8 a 20,7 °C no inverno e no verão, respectivamente. Quanto à umidade do ar, os valores médios de umidade relativa foram de 83% no inverno e de 72,2% para o verão. Shane et al. (2010) acompanharam alguns CB em Minnesota e relataram uma velocidade média do ar de 0,81 m/s no interior dos estábulos.

Por meio de um levantamento de dados realizado com 30 propriedades leiteiras que utilizavam o sistema *compost barn* em regiões subtropicais do Brasil, foi constatado que 67% dos galpões não possuía lanternins, 50% deles apresentavam alturas de pé direito abaixo de 4,3 m e com relação ao sistema de resfriamento, 40% não optava por nenhum equipamento, 33% disponibilizava apenas ventiladores e o restante optou pelo uso de aspersores e ventiladores no galpão (Radavelli et al., 2017a). Inquestionavelmente, um dos quesitos fundamentais dentro de confinamentos é a circulação de ar, a qual proporciona a eliminação de gases como amônia e CO₂ que podem ocasionar prejuízos a saúde animal, além de ser importante para diminuir o estresse térmico dos animais em regiões tropicais e subtropicais (Armstrong et al., 1999).

Vieira et al. (2017) avaliaram a termorregulação de vacas leiteiras alojadas um CB localizado no estado do Paraná, BR. Durante o período experimental a taxa de lotação era de 16,4 m² /animal e o material de cama utilizado foi maravalha de madeira. As variáveis microclimáticas foram mensuradas às 9:00, 12:00 e 15:00 horas. Entretanto, a temperatura no interior do estábulo elevou-se conforme as mensurações, alcançando média diária de 25,25°C, a umidade relativa do ar reduziu ao longo do dia, apresentando média diária de 64,3%, contudo, a velocidade do vento permaneceu constante durante o dia (1,2 m/s). Com base na frequência respiratória dos animais, na primeira faixa de horário (9 h) as vacas estavam sob uma faixa de alto conforto, às 12 h na faixa de conforto médio e as 15 h na faixa de baixo conforto.

Densidade animal

A densidade animal é um aspecto social que pode determinar mudanças no comportamento de vacas leiteiras (Pilatti, 2017). A recomendação do espaçamento de cama para os animais varia conforme o clima de cada região (Eckelkamp, 2014). Em Minnesota e Kentucky (EUA) recomenda-se que a área de descanso ofereça o espaço médio entre 6,8 a 9,0 m² por vaca (Barberg et al., 2007b; Janni et al., 2007; Black et al., 2014).

Em Israel, Klaas et al. (2010) recomenda 15 m² de área por vaca, caso a área de alimentação seja separada da cama, e 20 a 30 m² se a área de alimentação também seja

composta por cama, contudo, haverá menor acúmulo de umidade por metragem de cama. Similar a este, os produtores da Holanda também oferecem 15 m² por animal, para reduzir entrada de material orgânico e o requerimento de cama (Galama et al., 2011).

Ainda, Endres (2009) adverte que há variação entre as raças alojadas no estábulo, contudo, sugere que a área mínima para vacas da raça holandesa seja 7,2 m² e para vacas da raça Jersey 6,1 m². Além disso, o maior espaçamento por animal acarreta menor reposição da cama. Para estimular o acesso dos animais à área de alimentação e à água, os locais de passagem devem ser facilitados (Janni et al., 2007).

Processo de compostagem e manejo de cama

Segundo Pilatti (2017), o sucesso do CB depende exclusivamente da manutenção de cama. Existem três maneiras de mantê-la seca, através da absorção, drenagem ou evaporação da umidade (Galama, 2014). O grande diferencial é a compostagem que ocorre ao longo do tempo com o material da cama e a matéria orgânica do dejetos dos animais. O processo depende da presença de microrganismos para decompor a matéria orgânica e produzir dióxido de carbono, água e calor (Bewley et al., 2012). Devido ao processo de compostagem, o material de cama é degradado, o sistema fica menos arejado e o volume de cama diminui (Galama, 2014).

Carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são os nutrientes primários requeridos pelos microrganismos envolvidos na compostagem (Damasceno et al., 2012). Os microrganismos utilizam o carbono como fonte de energia para o seu crescimento e o nitrogênio como fonte de proteína essencial para o metabolismo e reprodução. Relações de C:N acima de 30:1 são ideais para que a compostagem permaneça ativa, sendo que em relações inferiores a 20:1, o carbono disponível é totalmente utilizado sem estabilizar todo o nitrogênio (NRAES-54, 1992; Galama, 2014).

Quanto ao tipo de material utilizado como cama, é interessante que seja rico em carbono, com boa capacidade de absorver água, que não provoque alergias e que dê conforto para que as vacas deitem (Petzen et al., 2009). A escolha do material pode determinar a qualidade da cama ou até mesmo a frequência de troca dela. O material mais utilizado entre os produtores são aparas de madeira ou serragem finamente processada (Janni et al., 2007).

Como os custos de serragem estão cada vez maiores e há uma escassez do produto, surgiu o interesse em fontes alternativas de cama nos EUA (Shane et al., 2010). Materiais como: palha de trigo, milho e soja, semente de linhaça, arroz cascas, cascas de café, bagaço, papel, casca de amendoim se mostraram eficientes e com potencial para ser utilizados sozinhos ou associados a outros materiais em CB nos EUA (Shane et al., 2010). No Brasil, Radavelli et al. (2017a) puderam observar que o material predominante utilizado para cama foi a serragem, presente em 21 (70%)

das propriedades como material exclusivo. Apenas uma (3,3%) das propriedades usava exclusivamente maravalha, e 8 (26,7%) utilizavam uma mistura de maravalha e serragem. Apesar da elevada procura por esses materiais, nenhum proprietário relatou dificuldade em adquiri-los. Entretanto, o avanço pela procura ocasionou uma elevação de preços na comercialização desses materiais.

O tamanho de partícula e sua distribuição são aspectos decisivos no equilíbrio da área superficial da cama em termos de crescimento de microrganismos, manutenção de porosidade adequada para aeração, além de ajudar na capacidade de absorção de umidade pela cama e na disponibilidade do carbono para o processo de compostagem (Damasceno et al., 2012; Galama, 2014).

Barberg et al. (2007a) salienta que os produtores de Minnesota normalmente adicionam 30 a 45 cm de cama para começar o CB, em seguida adicionam camadas de 5 a 10 cm, em intervalos de duas a cinco semanas. Tal manejo varia conforme a umidade do ambiente e a densidade animal sobre a cama.

A incorporação do oxigênio na cama é feito por meio do seu revolvimento, portanto, a superfície da cama deve ser macia o suficiente para permitir a infiltração de ar (Bewley et al. 2012). Para isso, a cama deve ser revolvida pelo menos duas vezes por dia por meio de um equipamento escarificador a uma profundidade variando de 15 a 25 cm (Barberg et al., 2007a). Alguns autores recomendam o revolvimento em maiores profundidades, de 20 a 30 cm (NRCS, 2007) ou até mesmo 40 a 45 cm de profundidade (Endres e Barberg, 2007). Por meio da experiência prática de alguns produtores de Minnesota, Endres e Barberg (2007) perceberam que aeração mais profunda (40 a 45 cm) reduziu a necessidade de reposição da cama.

Galama et al. (2011) recomenda que agitar a cama em profundidade insuficiente cria uma condição anaeróbica muito próxima da superfície, o qual pode expor os animais à agentes causadores de mastite. Além disso, a capacidade da cama alcançar altas temperaturas é limitada. Quanto à profundidade da cama em propriedades do Oeste Catarinense, 76,7% delas disponibilizavam profundidades entre 30 a 60 cm; em contrapartida, a média geral para os 30 galpões avaliados foi de 42 cm de profundidade.

É importante que a temperatura no interior da cama, alcance valores próximos a 43°C (Petzen et al., 2009), mas para Janni et al. (2007) é interessante que esteja entre 54 e 65°C. Temperaturas entre 55 e 65 °C são capazes de eliminar microrganismos patogênicos causadores de mastite (Black et al., 2014). Quanto à umidade da cama, valores entre 40 e 65% são recomendados para promover a compostagem adequada (NRAES-54, 1992).

Por meio das avaliações de qualidade de cama em 30 galpões do estado de SC, Brasil, pode-se perceber grande variabilidade de resultados (Radavelli et al., 2017a). Aproximadamente 80% das propriedades exibiram valores de umidade entre 40 a 65%, coincidindo com valores recomendados nos Estados Unidos (NRAES-54, 1992). Apesar de 10% das propriedades apresentarem umidade

inferior a 35%, ainda conseguiram manter o processo de compostagem atingindo a temperatura preconizada de 54 a 65°C (Janni et al., 2007). Com relação aos valores de temperatura da cama, houve uma grande diferença entre as propriedades. Ao considerar uma faixa de temperatura entre 43 a 60°C, um total de 50% das propriedades se enquadram, mantendo as camas em sua maioria confortáveis e sem ocasionar aderência no corpo dos animais. Ainda em relação à temperatura, pode-se perceber que, conforme as camas tinham pouco tempo de uso, os valores chegavam mais facilmente à temperaturas acima de 60 °C, indicando eficiência no processo de compostagem. Em contrapartida, a temperatura superficial da cama foi aumentada, o que, pode reduzir o conforto dos animais, pela menor expressão de comportamentos de descanso (Radavelli et al., 2017a). Esta variação de resultados pode ser resultante dos diversos manejos, e características de cada instalação relatadas por Radavelli et al., 2017b.

Indica-se que o material seja sobreposto aos 6 meses a 1 ano, variando conforme o manejo adotado. Para iniciar um novo ciclo de compostagem, os produtores alcançam melhores resultados deixando um resíduo de (10 a 15 cm) composto antigo para acelerar esse novo processo. Além disso, recomenda-se não iniciá-lo na época de temperaturas mais baixas (Janni et al., 2007).

Em uma pesquisa realizada na Holanda, Galama (2014) avaliou o processo de compostagem da cama em duas fazendas leiteiras inspiradas em manejos consolidados. O manejo da fazenda Wiersma foi inspirado nos estábulos de Minnesota (EUA). Através da utilização de maravalha (35 a 50 cm) como material de cama, a temperatura interna do material atingiu de 55°C. O material de cama geralmente era adicionado a cada a cada três meses para manter progresso no processo de compostagem. Em intervalos de cerca de um ano a relação C:N era reduzida ao ponto de exigir a troca de cama. O CB da fazenda Havermans foi inspirado no primeiro estábulo da Holanda, onde as vacas eram alojadas em estrume seco. Esta metodologia não era capaz de manter a camada superior da cama seca suficiente. Eram necessários cerca de 27 m² de cama por vaca com espessura média de 50 a 70 cm.

Danieli et al. (2016) monitoraram 15 fazendas leiteiras do Oeste Catarinense entre os dias 31/07 e 17/08/2015 com a finalidade de caracterizar a qualidade de cama. Observou-se que a temperatura média de cama alcançou 39,1±7,1°C, aferida à 20 cm de profundidade e o pH médio foi de 8,7±0,4. O valor médio que representou a matéria seca das camas avaliadas foi de 48,7±10,6%. Esta característica correlacionou positivamente ($r=0,74$) com a temperatura do ar no interior do galpão e negativamente ($r=-0,67$) com a umidade relativa do ar no interior do galpão. Foi observado que à medida que a temperatura do ar aumentou, a matéria seca da cama também foi aumentada. Em contrapartida, a umidade da cama foi aumentada quando a umidade relativa do ar também foi aumentada.

Estes resultados deixam clara a susceptibilidade da cama às condições ambientais a qual fica exposta, e que um

controle destes fatores deve ser exercido para que os valores de temperatura e umidade ideais da cama sejam atingidos (Danieli et al., 2016).

Pode-se enfatizar que qualquer sistema confinado gera uma carga muito expressiva de dejetos, no caso do *compost barn*, esta carga de resíduo é acentuada em alguns períodos, devido à retirada parcial ou total da cama. Em outros países, já se reconhece o potencial fertilizante deste resíduo, o qual pode ser aplicado diretamente no solo (Barberg et al., 2007b). No entanto, no Brasil ainda não há dados referentes à sua composição química e recomendações, tampouco, empiricamente, os produtores aplicam com base nas recomendações para cama de aves.

CONCLUSÕES

Para que o *Compost Barn* seja eficaz dentro do sistema de produção, deve-se haver disponibilidade dos materiais e implementos para o manejo adequado do composto. A qualidade da cama oferecida aos animais alojados apresenta relação direta com os demais fatores (ventilação e densidade animal). O manejo adequado no sistema é capaz de proporcionar conforto aos animais alojados e melhorar o índice de produtividade. Entretanto, o manejo e a estrutura do estábulo variam conforme as regiões e o clima. Ainda não se encontram informações consolidadas com relação ao manejo e estrutura de estábulo em *Compost Barn* no Brasil, todavia, pode-se salientar que o uso de equipamentos de refrigeração (ventiladores ou aspersores) pode minimizar os sinais de estresse térmico, o qual é muito frequente na realidade brasileira. Contudo, a engenharia de construção que atenda os requisitos mínimos para maximizar a ventilação natural, o conforto animal e a qualidade de cama podem ser aplicados em qualquer região do Brasil, entretanto, devido à contraversões climáticas, pode não seguir os padrões Americanos.

REFERÊNCIAS

- RADAVELLI, W. M.; PAZINATO, J. B.; GURGEL, J.; ABATTI, G.; ROSCAMP, E.; SCHOGOR, A. L. B. Características da cama de compost barns em regiões subtropicais. In: VI Mostra Científica, 2017, Erechim. Anais VI Mostra Científica, 2017a.
- RADAVELLI, W. M.; GIOMBELLI, L. C. D.; SCZESNY, T.; SCHOGOR, A. L. B. Características de propriedades leiteiras que utilizam o sistema compost barn em regiões subtropicais. In: VI Mostra Científica, 2017, Erechim. Anais VI Mostra Científica, 2017b.
- SCHOGOR, A. L. B.; FERRARI, P. F.; FACHIN, S.; ARAUJO, D. N.; SOUZA, G.; PERCIO, C.; DILKIN, J. D.; GUIURIATTI, J. Caracterização da carga microbiana na cama e tetos de vacas leiteiras alojadas no sistema compost barn em Chapecó, SC. In: III ANISUS, 2015, Chapecó. Anais III ANISUS, 2015.
- SCHOGOR, A. L. B.; FERRARI, P. F.; FACHIN, S.; ARAUJO, D. N.; SOUZA, G.; PERCIO, C.; DILKIN, J. D.; GUIURIATTI, J. Temperatura, umidade e matéria orgânica da cama sobreposta de compost barns em Chapecó, SC. In: III ANISUS, 2015, Chapecó. Anais III ANISUS, 2015.
- BARBERG, A.E.; ENDRES, M.I.; SALFER, J.A.; RENEAU, J.K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 1575-1583. 2007a.
- BARBERG, A.E.; ENDRES, M.I.; JANNI, K.A. Compost dairy barns in Minnesota: a descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 23, p. 231-238. 2007b.
- BEWLEY, J.M.; TARABA, J.L.; DAY, G.; BLACK, R.; DAMASCENO, F. Compost bedded pack barn design: features and management considerations. *Cooperative Extension Service*, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington. 2012.
- BEWLEY, J.M.; TARABA, J.L.; MCFARLAND, D.; GARRETT, P.; GRAVES, R.; HOLMES, B.; KAMMEL, D.; PORTER, J.; TYSON, J.; WEEKS, S.; WRIGHT, P. Guidelines for managing compost bedded-pack barns. *The Dairy Practices Council*. 2013.
- BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B.; DAMASCENO, F.A.; BEWLEY, J.M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *Journal of Dairy Science*, v. 96, p. 8060-8074. 2013.
- BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B.; DAMASCENO, F.A.; NEWMAN, M.C.; AKERS, K.A.; WOOD, C.L.; MCQUERRY, K.J.; BEWLEY, J.M. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. *Journal of Dairy Science*, v. 97 p. 2669-2679. 2014.
- DAMASCENO, F.A. *Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model*. 2012. 404 f. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- DANIELI, B.; CONTE, R.A.; RADAVELLI, W.; DREHMER, L.V.; RIGON, F.; ZAMPAR, A.; ARAUJO, D.N.; SCHOGOR, A.L. Caracterização das instalações e avaliação da ambiência em sistemas Compost Barn no Oeste Catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16., 2016, Santa Maria, RS. *Anais...* Santa Maria, RS: Zootec, 2016.
- ECKELKAMP, E.A.; TARABA, J.L.; AKERS, K.A.; HARMON R.J.; BEWLEY, J.M. Sand bedded freestall and compost bedded pack effects on cow hygiene, locomotion, and mastitis indicators. *Livestock Science*, v. 190, p. 48-57, 2016.

- ENDRES, M.I.; BARBERG, A. E. Behavior of dairy cows in an alternative bedded pack housing System. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 4192-4200. 2007.
- ENDRES, M.I. Compost Bedded Pack Barns – Can They Work For You? *WCDS Advances in Dairy Technology*, v. 21, p. 271-279. 2009.
- OFNER-SCHRÖCK, E.; ZÄHNER, M.; HUBER, G.; GULDIMANN, K.; GUGGENBERGER, T.; GASTEINER, J. Compost bedded pack barns for dairy cows aspects of animal welfare. *Journal of Animal Science*, v. 5, p. 124-131. 2015.
- GALAMA, P. Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. *Wageningen UR Livestock Research*, 2011.
- GALAMA, P. On farm development of bedded pack dairy barns in the Netherlands. *Wageningen UR Livestock Research*, 2014.
- JANNI, K.A.; ENDRES, M.I.; RENEAU, J.K.; SCHOPER, W.W. Compost Dairy Barn Layout and Management Recommendations. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 23, p. 97-102. 2007.
- KAMMEL, D. W. Design and maintenance of a bedded pen (pack) housing system. *In: MIDWEST HERD HEALTH CONFERENCE*, Eau Claire, WI, 2004.
- KLAAS, I.C.; BJERG, B.; FRIEDMANN, S.; BAR, D. Cultivated barns for dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark? *Dansk Veterinærtidsskrift*, v. 1 p. 20–29. 2010.
- LOBECK, K.M.; ENDRES, M.I.; JANNI, K.A.; GODDEN, S.M.; FETROW, J. Environmental characteristics and bacterial counts in bedding and milk bulk tank of low profile cross-ventilated, naturally ventilated, and compost bedded pack dairy barns. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 28, p. 117-128, 2012.
- MEINERZ, G. R., OLIVO, C. J., VIÉGAS, J., NÖRNBERG, J. L., AGNOLIN, C. A., SCHEIBLER, R. B., HORST, T.; FONTANELI, R. S. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 2097-2104. 2011.
- MOTA, V.C.; CAMPOS, A.T.; DAMASCENO, F.A.; RESENDE, E.A.M. REZENDE, C.P.A.; ABREU, LUIZ R.; VAREIRO, T. Feedlot for dairy cattle: history and Characteristics. *Pubvet Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 11, p. 433-442. 2017.
- NRAES-54. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. *On-Farm Composting Handbook*. In: RYNK, R. Ithaca, NY, 1992.
- NRCS. Compost Bedded Pack Dairy Barns. *Manure Management Technology Development Team*, East National Technology Support Center, 2007.
- PETZEN, J.; WOLFANGER, C.; BONHOTAL, J.; SCHWARZ, M.; TERRY, T.; YOUNGERS, N. Eagleview compost dairy barn: Case study. *Cornell Cooperative Extension of Wyoming County*, Warsaw, NY, 2009.
- PILATTI, J.A. *O comportamento diurno e bem-estar de vacas em sistema de confinamento compost barn*. 2017. 151 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.
- REZELMAN, J. A. History of Barns, *The crooked lake review*, 1993.
- 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, p. 465-473. 2010.
- VIEIRA, F.M.C.; PILATTI, J.A.; RANKRAPE, F.; VISMARA, E.S. Termorregulação de vacas leiteiras em sistema compost barn. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, AMBIÊNCIA, COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR ANIMAL*, 7., 2017, Jaboticabal, SP. *Anais...* Jaboticabal, SP: SBBiomet, 2017.