

## Conhecendo o Compost Barn: desafios e virtudes

Ana Luiza Bachmann Schogor<sup>1</sup>  
Beatriz Danieli<sup>2</sup>  
Renan Lima Savio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professora do curso de Graduação e Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Campus UDESC Oeste, Chapecó, Santa Catarina, Brasil

<sup>2</sup> Zootecnista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UDESC Oeste, Chapecó, SC, Brasil

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de Zootecnia da UDESC Oeste, Chapecó, SC, Brasil

### RESUMO

O objetivo desta revisão é apresentar o histórico recente do sistema *compost barn*, bem como seus princípios de funcionamento, e considerações sobre o projeto. Neste sentido, são apresentadas especificações, principalmente americanas, sobre dimensionamento das instalações e componentes do sistema. Também são abordados conceitos sobre compostagem e aspectos físicos e químicos das camas dos compost barns. Finalmente, são apresentadas vantagens do uso do sistema, e resultados recentes de pesquisas com relação ao uso do sistema no Brasil.

**Palavras-chave:** bem-estar animal, bovinocultura de leite, compostagem, sistema de produção

### Knowing Compost barns: challenges and virtues

### ABSTRACT

The objective of this review is to present the recent history of the compost barns, as well as its principles of operation, and considerations about the project. In this sense, specifications will be presented, mainly American, on the sizing of the installations and components of the system. Are also discussed concepts on composting and the physical and chemical aspects of compost barns bedded packs. Finally, some advantages of using the system, and recent research results regarding the use of the system in Brazil are presented.

**Key words:** animal welfare, compost, dairy cattle, production system



## INTRODUÇÃO

*Compost barns* são sistemas alternativos ao sistema *loose-housing* (Barberg et al., 2007) para estabulação intensiva de vacas leiteiras, por possuírem na área de descanso dos animais uma cama geralmente composta por serragem ou maravalha. De acordo com o *Manure Management Technology Development Team* (2007), as vacas descansam na cama quando não estão sendo alimentadas ou ordenhadas, e ainda, enquanto estão sendo ordenhadas, a cama deve ser revolvida para que sejam incorporadas a urina e os dejetos acumulados entre as ordenhas. Segundo os mesmos autores, o revolvimento pode ser feito com tratores, equipados com diversos implementos, e o manejo diário de dejetos em um *compost barn* leva praticamente o mesmo tempo comparado à um *freestall*. O fator mais crítico para o sucesso do manejo dos *compost barns* é prover uma superfície confortável e seca para as vacas de forma contínua, todos os dias, sendo que quando a cama do *compost barn* está funcionando bem, sua superfície parecerá seca e fofa; quando não, úmida e com partículas agregadas (Bewley et al., 2012). Esta revisão reunirá informações publicadas em meios técnicos e científicos, por autores que tem se despontado na temática (principalmente americanos), bem como resultados atuais de pesquisas sobre o uso do sistema no Brasil.

## HISTÓRICO DO SISTEMA

O sistema *compost barn* teve origem de adaptações no sistema *loose housing* (Barberg et al., 2007), o qual é baseado em um espaço coletivo para descanso dos animais, em anexo a uma pista de alimentação. No *loose housing*, os materiais utilizados para composição da cama geralmente são palhas, que absorvem parcialmente a urina e dejetos, e não são revolvidos. Esse manejo frequentemente ocasiona maior acúmulo de dejetos, que facilitam o crescimento microbiano, tornando-se uma potencial fonte de contaminação para potenciais mastites (Black et al., 2014). Além disso, pode haver facilidade na aderência destes resíduos no corpo dos animais.

O desenvolvimento do sistema *freestall*, que consiste em uma área de confinamento, repleta de camas individuais para cada animal, delimitada por estruturas de aço galvanizado, que de acordo com Cook (2009) permite melhor gerenciamento do rebanho fornecendo uma cama limpa e seca, proporcionou resultados positivos, com relação à menor incidência de mastites e escore de sujidades em relação ao sistema *loose housing*. Entretanto, a evolução genética fez com que animais maiores fossem selecionados, que em constante contato com pisos de concreto, e com algumas superfícies não tão adequadas para descanso, com certa rugosidade, resultassem em lesões de jarrete, de joelho e ocorrência de claudicação (Cook et al., 2016).

Diante das limitações mencionadas, novas adaptações foram propostas com o tempo, o que levou à busca e utilização de diferentes materiais destinados como cama, principalmente na década de 80, na Europa e nos EUA. Nesta década, um dos primeiros galpões de compostagem semelhante ao que chamamos hoje de *compost barn*, foi desenvolvido por dois irmãos no estado americano da Virginia, que despertou a curiosidade pelo sistema, levando à construção de mais exemplares nessa região (Janni et al., 2007). Depois de 2001, no estado de Minnesota, um dos primeiros modelos de compostagem também foi implantado, mais parecido com os modelos atuais desenvolvidos naquele país (Barberg et al., 2007). Esse galpão consistia em uma pista de alimentação com piso de concreto, e uma parede que separava a área de cama coletiva. Essa cama era composta de raspas de madeira ou serragem, a qual recebia os dejetos dos animais, e era revolvida para ocorrer o processo de compostagem.

Mediante a execução de projetos pioneiros, houve uma expansão deste sistema, em que diferentes materiais para a cama eram utilizados. Nos anos de 2003 e 2004, várias notas técnicas foram escritas com algumas curiosidades e características desse novo sistema de produção. Mas até o momento não existia nenhum documento científico publicado sobre esse sistema. Até que no ano de 2007, duas publicações (Janni et al., 2007; Barberg et al., 2007) descreveram cientificamente o sistema *Compost Bedded Pack Barn*, mais conhecido atualmente como *compost barn*. Nos anos seguintes, mais publicações científicas foram lançadas, a respeito do assunto (Endres e Barberg, 2007; Shane et al., 2010; Klaas et al., 2010; Lobeck et al., 2011). Assim, com o passar do tempo aumentou-se o número de adeptos ao sistema, e há relatos de sua adoção em diversos países, entre eles Estados Unidos, especialmente no Centro-Oeste e Nordeste, Japão, China, Alemanha, Itália, Holanda, Israel, Dinamarca e, recentemente, no Brasil (Damasceno, 2012).

## CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO

A sugestão é que os projetos sejam construídos com dimensões que permitam adaptações futuras à sistemas *freestall*, caso os produtores desejem migrar para este sistema posteriormente (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013). Basicamente, o projeto possui a área de descanso (circundada por paredes de 60 cm a 1,2 m), com um corredor de concreto para acesso aos comedouros e bebedouros, incluindo-se uma parede para separar a cama da pista de alimentação; e as paredes externas podem ser de concreto, de placas de concreto, madeira ou de *guardrail* (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013). Segundo Silva (2018), na região Sudeste do Brasil muretas de 60 cm de altura seriam consideradas suficientes para cercamento dos animais no *compost barn*. Sobre as paredes, cercas devem ser esticadas para fazer a contenção dos animais.

O local de construção do galpão deve maximizar a ventilação natural e deve estar longe ao máximo de outras instalações, e em orientação leste-oeste; ainda, o local deve ser levemente elevado para minimizar infiltração das chuvas, principalmente na área da cama; a base da cama pode ser de cascalho, argila ou concreto, sendo esta última a menos vantajosa (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013).

Quanto aos comedouros, sugere-se fornecer de 60 a 76 cm lineares por vaca, e 90 cm de bebedouro a cada 15 a 20 vacas, e no mínimo 2 bebedouros por estábulo; o acesso aos bebedouros deve se dar somente pela pista de alimentação (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013).

Sugere-se que a largura da pista de alimentação seja de 4,26 a 4,87 m, com acessos à cama a cada 15 m, e nas suas extremidades; bem como se coloquem ventiladores e aspersores na linha de comedouro (para melhorar o resfriamento dos animais e consequentemente seu consumo) (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013).

A pista de alimentação deve ser limpa diariamente, o que vai gerar dejetos líquidos; com isso o produtor deverá estoca-lo na esterqueira ou usar um sistema coletor de dejetos (Bewley et al., 2012).

Sugere-se disponibilizar no mínimo 9,3 m<sup>2</sup> por vaca, e aumentar aproximadamente 0,9 m<sup>2</sup> para cada 11 kg de leite a mais de produção, para produções acima de 22,7 kg/vaca/dia, devido a essas vacas produzirem mais urina e dejetos advindos da maior ingestão de alimentos e água (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013).

De acordo com Bewley et al. (2012), recomenda-se pé-direito de 4,3 m para estábulos mais largos que 12 m e abas laterais iguais a um terço da altura do estábulo, para evitar que a chuva atinja a cama. Os mesmos autores recomendam o uso de calhas no telhado, e cortinas nas laterais, para ajudar

a minimizar o efeito dos ventos do inverno (os quais causam perda de calor que pode não ser substituída pela geração de calor pelo processo de compostagem da cama) (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013).

A construção de lanternim é recomendada, sendo que a cada 3 m de telhado, recomenda-se uma altura de 7,6 cm de altura, com largura de 30 cm; estas dimensões são válidas para estábulos com no mínimo 12 m de largura (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013), sendo que produtores devem buscar seguir especificações técnicas para a construção de lanternins.

Ventiladores são recomendados para ajudar a manter a cama seca e a ventilação ao longo de todo o estábulo; sendo que a ventilação de alto volume e baixa velocidade, com ventiladores de teto tem mostrado bons resultados (Bewley et al., 2012). Vacas podem se reunir em áreas onde correntes de ar naturais são mais intensas, durante condições de estresse por calor (Bewley et al., 2012).

## PROCESSO DE COMPOSTAGEM E CARACTERÍSTICAS DA CAMA

Segundo Bewley et al. (2012) e Bewley e Taraba (2013), o conceito geral da compostagem é a mistura de uma fonte de carbono (cama), com um material orgânico com alta concentração em N (dejeito/urina), enquanto se provê condições (porosidade) para estimular a infiltração de ar na cama, e manutenção do nível de umidade para alcançar a rápida degradação de matéria orgânica; ainda, quando o dejeito, urina e cama são adicionados de forma contínua ao processo, isto irá resultar em um composto que não está completamente curado.

De acordo com Bewley e Taraba (2013), o processo de compostagem é aeróbico, e depende de microrganismos aeróbicos para degradar a matéria orgânica (dejeito e urina vindos do gado leiteiro, e a cama, que provêm C, N, umidade, e os próprios microrganismos). A introdução contínua de oxigênio, C e N, P e K (Damasceno, 2012) e o controle de umidade através da adição de novo material de cama, são obrigatórios para o sucesso do processo de compostagem (Bewley e Taraba, 2013).

O bom funcionamento da cama do *compost barn* depende da manutenção de um balanço apropriado entre C, N, O, umidade, temperatura e atividade das populações microbianas, sendo que a temperatura da cama é um bom indicativo do nível dessa atividade microbiana (Bewley et al., 2012; Bewley e Taraba, 2013).

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. No mesmo sentido, Bewley et al. (2012) citam que a relação C:N para que a compostagem atinja seu pico seja de 25:1 a 30:1, e que a adição de novo material de cama auxilia a atingir esse valor, apesar de diminuir a umidade da cama. Os mesmos autores salientam que se cheiro de amônia pode ser sentido no estábulo, provavelmente a relação C:N está abaixo de 25:1.

Com relação à temperatura da cama, várias são as colocações na literatura. Segundo Bewley e Taraba (2013), a temperatura ideal da cama, medida entre 15 a 30 cm da superfície, deve estar entre 43 a 60 °C (faixa que indica rápida degradação de matéria orgânica), e quando excede 65 °C, a temperatura de superfície pode aumentar a um ponto em que as vacas não queiram se deitar sobre a cama. Bewley et al. (2012) também citam temperatura ideal entre 43 e 60 °C. Todavia, para Black et al. (2014), temperaturas

entre 55 e 65 °C são capazes de eliminar microrganismos patogênicos causadores de mastite. Em contrapartida, Black et al. (2013), citam que certa atividade microbiana ocorre na cama a temperaturas entre 32 e 54 °C, e Bewley et al. (2012) citam que quando as temperaturas são baixas, o processo de compostagem é lento. Além disso, Black et al. (2013) ressaltam que durante o inverno, há maior dificuldade em se manter a cama dos *compost barns*, devido à menor taxa de secagem. Tal situação pode ser controlada com a adição mais frequente de material seco, para que uma área de descanso seca fosse provida aos animais neste período. Bewley et al. (2012) citam que temperaturas excessivamente altas na cama ocorrem quando há alta disponibilidade de matéria orgânica e a umidade está próxima ao ponto mais baixo de sua faixa ótima (ou seja, próxima aos 40%).

De acordo com Black et al. (2013), as máximas temperaturas de cama tendem a ser atingidas quando o teor de umidade da cama está entre 40 e 60%, teor ótimo para a mais alta atividade de bactérias aeróbicas e para sua máxima produção de calor. De acordo com Bewley et al. (2012) a capacidade de retenção de água para um correto funcionamento da cama de um *compost barn* é de 72%.

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. 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 *compost barns* nos EUA (Shane et al., 2010).

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).

Barberg et al. (2007) salientam que os produtores de Minnessota 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. Por outro lado, Bewley et al. (2012) citam que a frequência de reposição de material depende também da taxa de evaporação da cama, da quantia de dejeito e urina produzidos, da estação do ano, da temperatura e de forma similar aos outros autores, da umidade do ambiente, sendo que a reposição pode se dar em intervalos de uma a seis semanas.

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., 2007). É recomendado o revolvimento em maiores profundidades, de 40 a 45 cm de profundidade ou menores, a 30 cm (Endres e Barberg, 2007). Por meio da experiência prática de alguns produtores de Minnessota, Endres e Barberg (2007) perceberam que aeração mais profunda (40 a 45 cm) reduziu a necessidade de reposição da cama, resultado da taxa de secagem mais eficiente. Com relação ao manejo do revolvimento, Bewley et

al. (2012) recomendam que se possível, as vacas deveriam ser mentidas por uma hora fora da cama após o revolvimento, para permitir sua secagem, especialmente no inverno; deixar ventiladores ligados também auxiliam na secagem da cama, ao longo de todo o ano.

De forma pontual, Bewley et al. (2012) citam três razões comuns para lentos processos de compostagem: incorporação inadequada de oxigênio pelo revolvimento da cama; alta umidade da cama, e; alta perda de calor durante o inverno.

## VANTAGENS DO USO DO SISTEMA COMPOST BARN

Em estudo conduzido no estado americano de Minnesota, em que foram entrevistados 12 produtores de leite, todos identificaram o conforto animal como a principal razão para se construir os compost barns, seguidos do aumento da longevidade animal, e pela facilidade de execução de tarefas diárias (Barberg et al., 2007). Os mesmos autores citam ainda a escolha pelo sistema devido aos menores investimentos iniciais, comparados aos *freestalls*.

De acordo com o *Manure Management Technology Development Team* (2007), neste sistema as vacas interagem em grupos sociais e expressam comportamentos naturais, além de poderem deitar nas posições que desejarem (Black et al., 2013). Ainda, os mesmos autores citam que devido revolvimento, a cama fica fofa, o que permite que a cama tome a forma do corpo do animal quando os mesmos deitem sobre ela, aumentando seu conforto. Citam também, a questão de isolamento térmico contra pisos frios, principalmente no inverno.

Outras vantagens seriam quanto ao piso, por ser fofo, evitar derrapagens dos animais ao levantar (*Manure Management Technology Development Team*, 2007), melhorar a detecção de cio, aumento da limpeza dos animais, melhorar sua condição de pernas e pés, e diminuir as injúrias de pernas e tetos (Black et al., 2013; Bewley et al., 2012), decréscimo na contagem de células somáticas, aumento na produtividade, diminuição de odores e moscas, menores preocupações quanto ao tamanho dos animais e, valor agregado do dejetos (Bewley et al., 2012).

Em pesquisa desenvolvida por Radavelli (2018), foram visitados 30 compost barns na região subtropical brasileira, e a avaliação do escore de locomoção (avaliado em uma escala de 1 a 5 pontos), mostrou que a maioria dos animais não apresentou problemas de locomoção (n=995). Ainda, não foram observadas lesões de jarrete em 84,5% dos animais, e 84% foram avaliados como completamente limpos ou levemente sujos (n=1010). Resultado semelhante foi observado por Pilatti et al. (2018), em que novilhas e vacas multíparas foram classificadas nos escores 1 e 2 quanto a higiene e laminite em *compost barns*. De fato, pesquisas de 2011 (Lobeck et al.) já mostravam que vacas leiteiras estabuladas em compost barns, nos estados americanos da Virginia e Dakota do Sul, apresentaram menor incidência de laminite e lesões de jarrete comparadas àquelas estabuladas em *freestalls* em túnel de vento e *freestalls* com ventilação natural. Em adição, Barberg et al. (2007) também sugeriram que o bem-estar em compost barns poderia ser melhor que em sistemas de baias, baseados nos resultados de prevalência de laminite e lesões de jarrete encontradas em seu estudo.

Completa-se com a vantagem do armazenamento de dejetos de forma sólida, no mesmo estábulo onde as vacas estão alojadas (*Manure Management Technology Development Team*, 2007). Isto resulta em menor tamanho das esterqueiras a serem utilizadas para armazenamento de dejetos quando do uso de *compost barns*, quando comparada ao uso de *freestalls*, pois geralmente só há coleta dejetos da pista de alimentação e de corredores de manejo.

## UTILIZAÇÃO DE COMPOST BARN NO BRASIL

Danieli et al. (2016) monitoraram 15 fazendas leiteiras no Oeste Catarinense que utilizavam o sistema *compost barn* durante o inverno de 2015, com o objetivo de caracterizar a qualidade de cama. Foi observado que a temperatura média de cama foi de  $39,1 \pm 7,1^\circ\text{C}$  e o pH foi de  $8,7 \pm 0,4$  (afetado à 20 cm de profundidade). O valor médio observado para a matéria seca das camas foi de  $48,7 \pm 10,6\%$ , portando uma umidade de 51,3%. Esta característica se 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 ( $p < 0,05$ ). 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 se manteve elevada, quando a umidade relativa do ar também ficou elevada. 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).

Em trabalho desenvolvido por Radavelli (2018), foi caracterizado o uso de *compost barns* na região subtropical brasileira, isto é, em climas Cfa Subtropicais (mesotérmicos úmidos, com verões quentes). Este autor descreveu 30 instalações, bem como classificou os *compost barns* em grupos, de acordo com características construtivas e de utilização em comum, por meio da análise de agrupamento. Como principais características, Radavelli (2018) descreveu que os galpões, naquela região possuíam  $750,00 \pm 551,12 \text{ m}^2$  de área de cama, para rebanhos com  $49,5 \pm 50$  vacas em lactação, o que resultou em cerca de  $15,20 \pm 4,06 \text{ m}^2$  de área de cama por animal. Quanto as características construtivas, destacou-se que somente 43,3% dos galpões foram construídos na orientação leste-oeste, 40% não possuíam ventilação mecânica no galpão, 13,3% dos *compost barns* avaliados eram adaptados de outras instalações como aviários ou outras edificações já existentes nas propriedades, 66,7% não possuíam lanternim (recomendado nas instalações, segundo Barberg et al. (2007), e 33,3% reportaram possuir pilares na área de cama. Este último problema também foi reportado por produtores no estado americano do Kentucky (Black et al., 2013). Quanto a análise de agrupamento, Radavelli (2018) classificou os compost barns em três grupos: “convencionais e adaptados” que possuíam instalações novas e adaptadas, com tempo de utilização integral, com características adequadas ou não de cama; “convencionais de grande porte”, que eram galpões maiores de modelos semelhantes aos americanos com utilização em tempo integral, e; “*compost barns* de utilização parcial”, que eram instalações usadas somente nas horas mais quentes do dia ou em períodos de chuva, e que não possuíam ventilação mecânica, eram revolvidas somente uma vez ao dia e, apresentaram as melhores características de cama.

Em pesquisa que está sendo atualmente desenvolvida pelos autores do presente artigo (Danieli, 2018 dados não publicados), três *compost barns* de cada grupo classificado por Radavelli (2018) foram monitorados, durante o inverno de 2018 e serão monitorados no verão de 2019. As características ambientais da região subtropical avaliada, e as características das camas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Considerando que a umidade da cama deve permanecer entre 40 e 65%, e a temperatura entre 43 e 65°C, indicando que existe alta atividade das bactérias benéficas e que, consequentemente, elas estão produzindo calor (NRAES, 1992), o trabalho mostra a incompatibilidade da temperatura de cama no intervalo preconizado pela literatura; todavia, a umidade da cama se encontra dentro do ideal. Estas divergências encontradas para a temperatura de cama podem ser explicadas pelo manejo de cama existente em cada uma

**Tabela 1.** Características ambientais avaliadas dentro (interno) e fora (externo) das instalações das unidades produtoras de leite localizadas na região subtropical do Brasil, avaliadas entre agosto e outubro de 2018, que utilizam o sistema *Compost Barn*.

	Temperatura, °C		Umidade, %		Globo negro, °C	
	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno
Média	17,05	17,36	77,72	76,97	19,11	17,17
Máxima	22,79	22,95	84,20	83,28	25,09	22,86
Mínima	10,62	11,77	66,99	65,35	12,95	11,63

**Tabela 2.** Características físico-químicas da cama das unidades produtoras de leite localizadas na região subtropical do Brasil, avaliadas entre agosto e outubro de 2018, que utilizam o sistema *Compost Barn*.

	Temperatura, °C	Umidade, %	pH
Média	33,02	55,04	9,36
Máxima	39,60	57,39	9,55
Mínima	24,06	52,01	9,08

das propriedades visitadas, haja vista que em 22,22% (n=2) delas o manejo de revolvimento era ausente. O pH da cama apresentou valor médio de 9,36, acima dos valores de 8,45 e 8,9 reportados por Janni et al. (2007) e Fávero et al. (2015). Estes valores podem ser atribuídos ao tempo prolongado de utilização da cama das propriedades rurais, que pode ocasionar maior incorporação de nitrogênio no meio e, alcalinização da cama.

A ambiência é um importante influenciador para com a qualidade de cama, bem como com o bem-estar animal. As temperaturas médias internas e externas encontradas foram muito semelhantes entre si, e isso sugere que o abrigo e o sistema de ambiência foram pouco eficientes em minimizar as temperaturas internas do galpão. Em contrapartida, ao considerar a temperatura de globo negro (TGN), fica em evidência as melhores condições internas das instalações. Esta relação acontece porque o TGN representa os processos de radiação solar e a ventilação do ambiente. Vale ressaltar que 33,33% das instalações (n=3) não possuíam ventilação mecânica. A umidade relativa mostrou-se bem elevada, acima de 80% para o período em que as informações foram coletadas. Segundo Radavelli (2018), a mesma região apresenta média de umidade relativa do ar entre 50 e 70% durante o verão, o que ainda é elevada e dificulta a perda de umidade da cama, sobretudo no período de inverno.

## REGRAS BÁSICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM COMPOST BARN

Frente a todas as informações já expostas nesta revisão, e às colocações feitas pelos principais autores citadas na mesma, seguem sumarizadas as principais regras destacadas para a construção e funcionamento de um *compost barn*:

- Fornecer no mínimo 9,3 m<sup>2</sup> por vaca na área de cama: pois quando a densidade está muito alta, a quantidade de umidade adicionada na cama (via dejetos e urina) e o alto trânsito de animais impedem uma adequada compostagem (Bewley e Taraba, 2014);
- Sua orientação deve ser leste-oeste: esta orientação minimiza o tempo em que o sol bate nas vacas, e potencialmente melhora sua distribuição por toda a área de cama (Bewley e Taraba, 2014);
- A presença de lanternim é crítica para maximizar a ventilação natural (Bewley e Taraba, 2014);
- Prover espaço de bebedouro e comedouro adequados por cabeça, e no mínimo dois bebedouros por estábulo (Bewley e Taraba, 2014);
- Prover vários pontos de acesso da cama para a pista de alimentação, a qual deve ter no mínimo 4,3 m de largura (Bewley e Taraba, 2014);

- Permitir acesso aos comedouros e bebedouros somente pela pista de alimentação, pois animais defecam e urinam mais ao redor destes (o que aumentaria a umidade da cama); além disso, com o passar do tempo a altura da cama muda (Bewley e Taraba, 2014);

- Abas laterais dos telhados devem ter um terço da altura lateral (Bewley e Taraba, 2014);

- Posicionar corretamente ventiladores para resfriar as vacas e secar o material da cama, preferencialmente de alto volume e baixa velocidade; vacas não se posicionarão em pontos cegos de ventilação (Bewley e Taraba, 2014); se necessário, deixar os ventiladores ligados durante todo o dia (e não somente nas horas mais quentes do dia), com o objetivo de auxiliar a secar a cama, o que deve ser visto como um investimento, e;

- Não deixar de revolver a cama duas vezes por dia. Revolver a cama uma vez ao dia ou uma vez a cada dois dias, pode comprometer o processo de compostagem e aumentar a umidade da cama, mesmo com o uso de ventiladores.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro (Projeto Universal 428853/2016-1). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## LITERATURA CITADA

- 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, 2007. <https://doi.org/10.13031/2013.22606>
- Bewley, J.M.; Taraba, J.L. Compost Bedded Pack Barns in Kentucky. *University of Kentucky Extension Factsheet ID-178*. 2009.
- Bewley, J.M.; Taraba, J.L. Ten essential rules for building a compost bedded pack barn. *Department of Animal & Food Sciences, College of Agriculture, Food and Environment. University of Kentucky*, 2014. Disponível em: <https://afs.ca.uky.edu/dairy/ten-essential-rules-building-compost-bedded-pack-barn>. Acesso: 22/10/2018.
- Bewley, J.M.; Taraba, J.L.; Day, G.B.; BLACK, R.A.; Damasceno, F. Compost bedded pack barn design features and management considerations. *Cooperative Extension Publ. ID-206, Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington KY*, 150p. 2012.
- Cook, N. B. Free-stall Design for Maximum Cow Comfort. *WCDS Advances in Dairy Technology*, v. 21, p. 255-268, 2009.
- Cook, N.B.; Hess, J.P.; Foy, M.R.; Bennett, T.B.; Brotzman, R.L. Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, v.99, p.1-13, 2016. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10956>
- Damasceno, F.A. Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model. *Tese (Agricultural Engineering's) Engineering's Graduate Program, 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.B. 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.

- Endres, M.I.; Barberg, A.E. Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system. *Journal of Dairy Science*, v.90, n. 9, p. 4192-4200, 2007. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-751>
- Fávero, S.; Portilho, F.V.R.; Oliveira, A.C.R.; Langoni, H.; Pantoja, J.C.F. Factors associated with mastitis epidemiologic indexes, animal hygiene, and bulk milk bacterial concentrations in dairy herds housed on compost bedding. *Livestock Science*. v.181, p.220–230, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.09.002>
- 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. <https://doi.org/10.13031/2013.22333>
- 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.93, p.20–29, 2010.
- Lobeck, K. M., M. I. Endres, E. M. Shane, S. M. Godden, and J. Fetrow. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *Journal of Dairy Science*. v.94, p.5469–5479, 2011. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4363>
- Manure Management Technology Development Team. *Compost Bedded Pack Dairy Barns*. Washington, D.C.: Natural Resources Conservation Service, 2007.
- NRAES-54. *On-Farm Composting Handbook*, Ed. R. Rynk. Ithaca, N.Y.: Northeast Regional Agricultural Eng. Service, 1992.
- Shane, E. M., M. I. Endres, and K. A. Janni. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*, v.26, p.465–473, 2010. <https://doi.org/10.13031/2013.29952>
- Silva, G. R. O. *Análise de rentabilidade de sistemas de produção de leite em compost barn e free stall: um comparativo*. Dissertação. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.
- Pilatti, J. A.; Vieira, F. M. C.; Rankrape, F.; Vismara, E. S. Diurnal behaviors and herd characteristics of dairy cows housed in a compost-bedded pack barn system under hot and humid conditions. *Animal*, p. 1-8, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001088>