



SISTEMA COMPOST BARN: HISTÓRICO, CARACTERÍSTICAS E PLANEJAMENTO

297





Presidente do Conselho Deliberativo

João Martins da Silva Junior

Entidades Integrantes do Conselho Deliberativo

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA

Confederação dos Trabalhadores na Agricultura – CONTAG

Ministério do Trabalho e Emprego – MTE

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA

Ministério da Educação – MEC

Organização das Cooperativas Brasileiras – OCB

Confederação Nacional da Indústria – CNI

Diretor Geral

Daniel Klüppel Carrara

Diretora de Educação Profissional e Promoção Social

Janete Lacerda de Almeida

© 2022, SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR

Todos os direitos de imagens reservados. É permitida a reprodução do conteúdo de texto desde que citada a fonte.

A menção ou aparição de empresas ao longo desta cartilha não implica que sejam endossadas ou recomendadas por essa instituição, em preferência a outras não mencionadas.

Coleção Senar – 297

Bovinocultura de leite: Sistema Compost Barn: histórico, características e planejamento

NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Ana Ângela de Medeiros Sousa

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS INSTRUCIONAIS

Fabiola de Luca Coimbra Bomtempo

EQUIPE TÉCNICA

Renata Caroline da Costa Vaz

Vilton Francisco de Assis Junior

FOTOGRAFIA

Maísa Dias Bernardino

ILUSTRAÇÃO

Fábula Ilustrações

PROJETO GRÁFICO E DIGITAL

TDA Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

Bovinocultura de Leite/ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Brasília: Senar, 2022.

126 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 297)

ISBN: 978-65-86344-78-3

1. Bovinocultura. 2. Bovinocultura de leite 3. Compost Barn.

II. Título.

CDU: 631

Sumário

Apresentação	•	12
Saúde e segurança na atividade agropecuária Norma regulamentadora nº 31 – NR-31	•	14
Introdução	•	17



I.

CONHECER OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE	•	19
1. Conheça os principais sistemas de produção de leite	•	20
1.1 Conheça o sistema extensivo	•	21
1.2 Conheça o sistema semiextensivo	•	22
1.3 Conheça o sistema semi-intensivo	•	24
1.4 Conheça o sistema intensivo	•	26
1.4.1 Conheça o sistema Tie Stall	•	28
1.4.2 Conheça o sistema Free Stall	•	30
1.4.3 Conheça o sistema Compost Barn	•	34

II.

CONHECER A ORIGEM DO COMPOST BARN	•	37
1. Conheça a origem do compost barn	•	38
2. Conheça a origem do sistema Compost Barn no Brasil	•	42

III.	CONHECER OS PRINCIPAIS ASPECTOS DO SISTEMA COMPOST BARN	•	47
1.	Conheça as vantagens do sistema Compost Barn	•	48
2.	Conheça algumas limitações do Compost Barn	•	54
3.	Conheça as oportunidades do sistema Compost Barn	•	55
3.1	Saiba as principais vantagens para os animais	•	56
3.2	Saiba as principais vantagens para o meio ambiente	•	57
3.3	Saiba as principais vantagens para o produtor	•	57
3.4	Saiba as principais vantagens para a sociedade	•	58
4.	Conheça os principais pontos a serem analisados para a escolha desse sistema	•	59
5.	Conheça os principais desafios na escolha por esse sistema	•	62
IV.	CONHECER O PLANEJAMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DO COMPOST BARN	•	71
1.	Entenda a importância do estudo de mercado	•	75
2.	Conheça o local onde será construída a instalação Compost Barn	•	75

Sumário

3.	Saiba sobre a infraestrutura	•	76
4.	Entenda a importância da água na propriedade	•	78
5.	Entenda a importância da drenagem das águas pluviais	•	79
6.	Entenda a importância do clima	•	79
7.	Entenda a importância da orientação da instalação	•	80
8.	Entenda a importância do espaçamento entre as edificações	•	81
9.	Entenda a importância dos diversos fluxos na propriedade	•	82
10.	Entenda a importância das futuras expansões na propriedade	•	83
11.	Entenda sobre a importância do projeto	•	84

V.

CONHECER O PROJETO DA			
CONSTRUÇÃO DO COMPOST BARN		•	86
1.	Entenda sobre a projeto de instalação	•	87
1.1	Conheça os tipos de estrutura	•	89
1.2	Saiba a capacidade de suporte (presente e futura) da instalação	•	92
1.3	Conheça o planejamento estrutural	•	93
1.3.1	Entenda sobre a área de trânsito de animais e máquinas	•	94



1.3.2 Conheça a importância da pista de trato	•	95
1.3.3 Conheça a importância da área de cama	•	98
1.3.4 Entenda a importância do comedouro	•	99
1.3.5 Entenda a importância dos bebedouro	•	102
1.3.6 Conheça os tipos de telhado	•	107
Considerações Finais	•	112
Referências	•	114

Sumário



FOTOS E ILUSTRAÇÕES

1. Sistema extensivo: Vacas criadas a pasto	•	22
2. Sistema extensivo: Ordenha manual dos animais	•	22
3. Sistema semiextensivo: Cocho para fornecimento de silagem e concentrado	•	23
4. Sistema semiextensivo: Vacas criadas a pasto em piquetes rotacionados	•	24
5. Sistema semi-intensivo: Estrutura utilizada para alojamento temporário das vacas	•	25
6. Sistema semi-intensivo: Animais soltos no pasto durante o dia	•	25
7. Sistema intensivo para criação de bovinos leiteiros	•	27
8. Sistema de criação do tipo Tie Stall para confinamento das vacas	•	28
9. Sistema de criação do tipo Tie Stall para confinamento das vacas	•	29
10. Sistema de criação do tipo Free Stall para confinamento das vacas	•	31
11. Desenho esquemático do sistema Free Stall: Modelo de cama dupla de cabeça com cabeça	•	32
12. Desenho esquemático do sistema Free Stall: Modelo de cama dupla de traseira com traseira	•	33
13. Desenho esquemático do sistema Free Stall: Modelo com cama tripla	•	33
14. Sistema de criação do tipo Compost Barn para confinamento das vacas	•	35
15. Primeira instalação Compost Barn do mundo	•	39
16. Processo de revolvimento e umedecimento do material da cama em Compost Barn israelense: Revolvimento	•	40



FOTOS E ILUSTRAÇÕES

17. Processo de revolvimento e umedecimento do material da cama em Compost Barn israelense: umedecimento da cama	•	41
18. Animais criados na Fazenda Santa Andréa: Vacas deitadas no barro sofrendo estresse por calor	•	43
19. Animais criados na Fazenda Santa Andréa: Comedouro utilizado para fornecer alimento para os animais	•	43
20. Primeiro Compost Barn no Brasil: Galpão com estrutura simples	•	44
21. Primeiro Compost Barn no Brasil: Vacas deitadas logo no primeiro dia de alojamento	•	44
22. Instalações Compost Barn: Instalações construídas nas Fazendas: Cachoeira	•	45
23. Instalações Compost Barn: Instalações construídas nas Fazendas: Paredão	•	45
24. Vacas alojadas no interior do galpão Compost Barn	•	49
25. Vacas de alta lactação criadas no sistema Compost Barn	•	50
26. Amostras de leite coletadas para envio ao laboratório oficial (análise de qualidade do leite)	•	51
27. Melhor manejo dos dejetos: Esterqueira com dimensões menores	•	53
28. Melhor manejo dos dejetos: Aplicação do composto proveniente da cama na lavoura	•	53
29. Melhor otimização no uso das áreas das propriedades para produção de volumoso e grãos	•	54
30. Maquinário utilizado no manejo da cama: implemento	•	55
31. Vacas holandesas no sistema Compost Barn	•	60
32. Análise de pH da água fornecida aos animais	•	66

Sumário



FOTOS E ILUSTRAÇÕES

33. Galpão Compost Barn com pista de trato central	•	72
34. Reunião de planejamento	•	74
35. Terreno adequado para a construção do Compost Barn	•	76
36. Orientação Leste-Oeste recomendada, que permite que o caminhamento do sol seja ao longo da cumeeira da instalação	•	80
37. Distância da instalação com espaçamento mínimo entre o Compost Barn e um obstáculo	•	81
38. Modelo de planejamento de fluxo em uma instalação Compost Barn: fluxo de animais	•	82
39. Modelo de planejamento de fluxo em uma instalação Compost Barn: fluxo de veículo (na figura, trator)	•	83
40. Exemplo de um projeto de instalação Compost Barn	•	85
41. Principais características construtivas de uma instalação Compost Barn	•	88
42. Animais deitados na área da cama	•	89
43. Instalações Compost Barn com diferentes materiais na estrutura: estrutura de madeira	•	91
44. Instalações Compost Barn com diferentes materiais na estrutura: estrutura metálica	•	91
45. Instalações Compost Barn com diferentes materiais na estrutura: estrutura de concreto pré-moldado	•	91
46. Instalação Compost Barn com lotação adequada de vacas e boa estrutura	•	93
47. Instalações Compost Barn onde pode-se observar as áreas de trânsito de animais e veículos	•	94
48. Pistas de trato: Pista de trato construída no centro	•	95



FOTOS E ILUSTRAÇÕES

49. Pistas de trato: na lateral da instalação	•	96
50. Sistema de resfriamento com aspersão no corredor de alimentação	•	97
51. Vacas posicionadas na pista de trato	•	100
52. Principais dimensões para dimensionamento do comedouro de alimentação	•	100
53. Vacas acessando o bebedouro de água	•	102
54. Principais dimensões para bebedouro	•	105
55. Bebedouro e manejo: Bebedouro com água inadequada para consumo dos animais	•	106
56. Bebedouro e manejo: limpeza do bebedouro	•	106
57. Inclinação recomendada do telhado em instalações Compost Barn	•	108
58. Detalhes do beiral de uma instalação Compost Barn	•	109
59. Calha para captação da água da chuva: armazenamento em tanque	•	110
60. Calha para captação da água da chuva: armazenamento em reservatório	•	110
61. Instalações Compost Barn com proteção nos oitões para evitar a entrada de chuvas: telha metálica	•	111
62. Instalações Compost Barn com proteção nos oitões para evitar a entrada de chuvas: sombrite	•	111



GRÁFICOS E INFOGRÁFICOS

Tabela 1	•	101
Tabela 2	•	104



APRESENTAÇÃO

O elevado nível de sofisticação das operações agropecuárias definiu um novo mundo do trabalho, composto por novas carreiras e oportunidades profissionais, em todas as cadeias produtivas.

Do laboratório de pesquisa até o ponto de venda no supermercado, na feira ou no porto, as pessoas precisam desenvolver habilidades e competências como capacidade de resolver problemas, pensamento crítico, inovação, flexibilidade e trabalho em equipe.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Senar é a escola que dissemina os avanços da ciência e as novas tecnologias, capacitando o público rural em cursos de Formação Profissional Rural e Promoção Social, por todo o país. Nestes cursos, são distribuídas as cartilhas, material didático de extrema relevância por auxiliar na construção do conhecimento e construir fonte futura de consulta e referência.

Conquistar melhorias e avançar socialmente e economicamente é o sonho de cada um de nós. A presente cartilha faz parte de uma série de títulos de interesse nacional que compõem a Coleção Senar. Ela representa

o comprometimento da instituição com a qualidade do serviço educacional oferecido aos brasileiros do campo e pretende contribuir para aumentar as chances de alcance das conquistas a que cada um tem direito.

As cartilhas da Coleção Senar também estão disponíveis em formato digital para download gratuito no site <https://www.cnabrazil.org.br/senar/colecao-senar> e em formato e-book no aplicativo (app) Estante Virtual da Coleção Senar disponível nas lojas Google e Apple.

Uma excelente leitura!

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Senar



SAÚDE E SEGURANÇA NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA

NORMA REGULAMENTADORA Nº 31 – NR-31

A Norma Regulamentadora Nº 31, mais conhecida como NR31, determina as regras relativas à saúde e à segurança no trabalho ligadas às atividades de agricultura, silvicultura, pecuária, aquicultura e exploração florestal. O objetivo é definir os procedimentos a serem cumpridos tanto pelos trabalhadores quanto pelos empregadores rurais, de forma a tornarem compatíveis o planejamento e o desenvolvimento das atividades do setor com a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho rural.

A norma se aplica a quaisquer atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura, verificando os locais onde ocorrem e as formas de relações de trabalho e emprego. Emprega-se também na exploração industrial em estabelecimento agrário, considerando-se as atividades relacionadas ao primeiro tratamento dos produtos agrários in natura sem transformá-los em sua natureza, tais como:

I – O beneficiamento, a primeira modificação e o preparo dos produtos agropecuários e hortigranjeiros e das matérias-primas de origem animal ou vegetal para posterior venda ou industrialização;

II – O aproveitamento dos subprodutos oriundos das operações de preparo e modificação dos produtos in natura referidos no item anterior.

Nesse sentido, o Senar possui uma coleção de cartilhas específicas, que trazem, de forma comentada, em linguagem simples, todas as exigências da normativa.

Conheça a coleção e adeque as suas atividades às regras de saúde e segurança. Acesse a estante virtual do Senar ou baixe o aplicativo para celular.

Os títulos são os seguintes:

302 – Legislação NR-31: objetivos, aplicabilidade e dispositivos gerais

303 – Legislação NR-31: Programa de Gerenciamento de Riscos no Trabalho Rural – PGRTR

304 – Legislação NR-31: Serviço Especializado em Segurança e Saúde no Trabalho Rural – SESTR

305 – Legislação NR-31: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural – CIPATR

306 – Legislação NR-31: Medidas de Proteção Pessoal

307 – Legislação NR-31: Agrotóxicos, Aditivos, Adjuvantes e Produtos Afins

308 – Legislação NR-31: Ergonomia

309 – Legislação NR-31: Transporte de Trabalhadores

310 – Legislação NR-31: Instalações Elétricas

311 – Legislação NR-31: Ferramentas Manuais

312 – Legislação NR-31: Segurança no Trabalho em Máquinas, Equipamentos e Implementos

313 – Legislação NR-31: Secadores, Silos e Espaços Confinados

314 – Legislação NR-31: Movimentação e Armazenamento de Materiais

315 – Legislação NR-31: Trabalho em Altura

316 – Legislação NR-31: Edificações Rurais

317 – Legislação NR-31: Condições Sanitárias e de Conforto no Trabalho Rural



INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, o uso de sistemas de confinamento na bovinocultura leiteira tem crescido nas últimas décadas. Entre os sistemas intensivos de produção de bovinos de leite praticados no Brasil, tem-se observado aumento no uso do sistema conhecido como *Compost Barn*.

Nesse sistema, os animais permanecem confinados em instalações sem baias, mantendo-os em uma grande área comum, com cama de material macio e confortável, disposta em forma de colchão que, sob determinadas condições de temperatura e umidade, é decomposta ao longo do tempo.

Assim, esta cartilha visa apresentar informações para que o produtor de leite conheça esse sistema e saiba manejá-lo de modo eficiente, auxiliando na melhoria da qualidade do leite e na eficiência produtiva e reprodutiva do seu rebanho leiteiro.

São apresentados os princípios gerais para o planejamento e a execução do projeto nesse sistema, os detalhes do manejo da referida cama e os parâmetros utilizados no monitoramento, bem como os principais pontos que devem ser observados no sistema de ventilação e na pecuária de precisão.

Este material é essencial para que o produtor de leite que deseja construir uma instalação de *Compost Barn* possa manejar a cama de forma correta e para que conheça os principais requisitos para realizar uma ventilação adequada, garantido melhores condições de conforto e bem-estar para as vacas.

I. CONHECER OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE

I. CONHECER OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE



É fundamental, para quem trabalha com a produção de leite, conhecer os sistemas de produção, pois estes necessitam de um adequado planejamento em razão dos diversos métodos de manejo existentes e das variadas raças de bovinos leiteiros com características e níveis de produtividade diferentes.

Por isso, é importante estar atento aos diversos fatores determinantes para a definição do sistema de criação mais viável, tais como o clima, a topografia, a genética e os recursos financeiros do produtor.

1. CONHEÇA OS PRINCIPAIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE

A seguir, são apresentados os principais sistemas de produção de leite, sendo eles: o

sistema extensivo, o sistema semiextensivo, o sistema semi-intensivo e o sistema intensivo. Quanto a este último, são mencionados os sistemas *Tie Stall*, *Free Stall* e *Compost Barn*.

1.1 CONHEÇA O SISTEMA EXTENSIVO

No sistema extensivo, os animais vivem com os recursos das pastagens geralmente nativas e não recebem suplementação alimentar no período da seca. Há pouco ou nenhum acompanhamento profissional; os investimentos na atividade são baixos; a mão de obra é desqualificada e barata; a ordenha manual é realizada uma vez ao dia; o aleitamento e a desmama de bezerros ocorrem de modo natural; e a utilização da terra é não intensiva.

As instalações nesse sistema são bem simples, limitando-se a um curral onde as vacas são ordenhadas manualmente ou mecanicamente, a um curral de manobra, com a presença de cercas ou piquetes para pastos, de cochos e bebedouros (GUIMARÃES, 2005). Esse sistema também é caracterizado como de baixa qualidade técnica e de baixa qualidade das pastagens, produzindo poucos avanços no melhoramento genético das raças utilizadas, e o leite não é considerado como a atividade principal da propriedade (JANK; FARINA; GALAN, 1999).

**Figura 1**

Sistema extensivo: Vacas criadas a pasto

**Figura 2**

Sistema extensivo: Ordenha manual dos animais

Acervo de Flavio A. Damasceno

1.2 CONHEÇA O SISTEMA SEMIEXTENSIVO

Presente em quase todas as regiões do Brasil, no sistema semiextensivo, os animais são criados no pasto e recebem suplementação alimentar com forragens picadas, silagens, fenos, concentrados e sais minerais no inverno ou na

estação seca, ou ainda, em alguns casos, durante todo o ano. O sistema é caracterizado por utilizar alimentação à base de pasto – principal fonte volumosa –, em que o animal vai até ele para se alimentar, podendo ainda ser adotada a suplementação com concentrado e volumoso no cocho após cada ordenha. Nesse sistema geralmente são realizadas duas ordenhas diárias, com horários regulares.

O alimento pode ser fornecido na instalação no momento da ordenha, podendo ser aplicados alguns processos tecnológicos na criação, sendo os mais comuns: as práticas de aleitamento e inseminação artificiais, a criação de bezerros, e o controle sanitário e clínico. O uso intensivo de tração animal ou de maquinário coletivo também é presente nesse sistema de criação.



Figura
3

Sistema semiextensivo: Cocho para fornecimento de silagem e concentrado



Figura
4

Sistema semiextensivo: Vacas criadas a pasto em piquetes rotacionados

Acervo do Senar

1.3 CONHEÇA O SISTEMA SEMI-INTENSIVO

No sistema semi-intensivo, os animais permanecem confinados a maior parte do tempo, porém são soltos no pasto em determinadas períodos do dia. O fornecimento da alimentação do animal ocorre no pasto e no cocho, com a utilização de ração concentrada (DEGASPERI; COIMBRA; PIMPÃO, 2017).

**Figura
5**

Sistema semi-intensivo: Estrutura utilizada para alojamento temporário das vacas

**Figura
6**

Sistema semi-intensivo: Animais soltos no pasto durante o dia

Acervo do Senar

Como esse sistema exige uma escala maior de produção, sua adoção por pequenos produtores pode ser mais difícil, sendo a maior ocorrência deste meio de produção em regiões em que o custo da mão de obra e o valor da terra são mais elevados. Além disso, pelo nível de organização exigida para tal manejo, é possível identificar as enfermidades nos

animais e tratá-las mais rapidamente, de forma eficaz e segura, o que contribui para a redução dos custos de produção.

1.4 CONHEÇA O SISTEMA INTENSIVO

O sistema intensivo caracteriza-se por alojar o rebanho durante todo o ano em uma instalação destinada à criação dos animais, onde as vacas são ordenhadas mecanicamente numa única estrutura para ordenha durante duas ou três vezes ao dia. Nessa instalação, os animais recebem em comedouros uma alimentação adequada (volumosos, feno, ração, entre outros) e água em bebedouros (OLSZENSVSKI, 2011).

Ele se destaca pela alta produção de leite por animal, com pouca sazonalidade induzida (produção constante ao longo do ano), pelo efeito ambiental sobre as forragens e o conforto térmico dos animais, proporcionando uso racional e intensivo da terra e pouco desgaste das vacas. Ambientalmente, degrada menos áreas, não necessita de áreas para a plantação de pastagens e é de fácil manejo pela concentração dos dejetos em um único local.

**Figura**
7**Sistema intensivo para criação de bovinos leiteiros**

Acervo do Senar

Por outro lado, o sistema apresenta como desvantagens: o alto custo com instalações e equipamentos e com alimentação por animal (forragens conservadas e concentrados); a maior incidência de problemas de cascos (em instalações com pisos concretados); a maior exigência de mão de obra especializada; a maior necessidade de investimento em alta tecnologia (conforto, nutrição e genética); e a maior atenção ao gerenciamento da produção, sendo ele indicado preferencialmente para animais especializados em produção de leite ou de alto padrão genético.

Entre os sistemas intensivos, destacam-se o *Tie Stall*, o *Free Stall* e o *Compost Barn*.

1.4.1 CONHEÇA O SISTEMA *TIE STALL*

No sistema *Tie Stall*, os animais são alojados em instalações que possuem baias individuais, onde são presos por corda ou corrente no pescoço e recebem sua alimentação de modo manual ou mecânico em cocho, sendo ela normalmente oferecida duas vezes ao dia. O concentrado pode ser fornecido aos animais na sala de ordenha; a água, por sua vez, é fornecida em bebedouro adaptado que serve para até dois animais.



Figura
8

Sistema de criação do tipo *Tie Stall* para confinamento das vacas



Sistema de criação do tipo *Tie Stall* para confinamento das vacas

Acervo do Senar

No sistema Tie Stall, os animais somente são soltos durante o período da ordenha e, devido à carência de movimentação, estão mais susceptíveis ao estresse. Normalmente, esse sistema é utilizado para rebanhos menores e que sejam de alta produtividade (acima de 25 kg/dia), em função do alto custo de implantação.

A cama da baia, por sua vez, é coberta por areia ou serragem, não sendo necessária sua troca diária. Os dejetos que caem no corredor de acesso, que fica logo atrás das baias, devem ser limpos com frequência para garantir uma boa higiene do local.

Quanto às vantagens desse sistema, por apresentar animais mais limpos, destaca-se pela maior facilidade de mecanização e pelo prático manejo dos animais. Por outro lado, as vacas apresentam maior dificuldade em se exercitar, podendo apresentar condição de estresse. Além disso, ele requer alto custo para a construção das instalações e apresenta menor possibilidade de separação das vacas em lotes. O sistema também exige mão de obra qualificada e grande investimento na infraestrutura geral, considerando também que os animais, para serem utilizados nesse sistema, devem ter alto potencial genético; nesse sentido, devido a preocupações com os custos exigidos e o bem-estar dos animais envolvidos, sua adoção tem sido evitada por alguns produtores.

1.4.2 CONHEÇA O SISTEMA *FREE STALL*

O *Free Stall* é um sistema de criação no qual os animais possuem camas individuais delimitadas por baias dispostas em corredores. As baias são dimensionadas de acordo com o tamanho médio dos animais e são cobertas por areia, serragem e/ou borracha triturada.



Figura
10

Sistema de criação do tipo *Free Stall* para confinamento das vacas

Acervo do Senar

Existem três tipos de layout de projeto que podem ser utilizados para que se possa conseguir o máximo de resultado nesse sistema:

a) cama dupla de cabeça com cabeça;

b) cama dupla de traseira com traseira; e

c) cama tripla.

No primeiro modelo (cama dupla de cabeça com cabeça), as vacas têm maior preferências por escolher as camas próximas ao corredor de alimentação.



Acervo de Flávio A. Damasceno

No segundo modelo (cama dupla de traseira com traseira), as vacas têm que sair da pista de alimentação e se direcionar ao corredor central (entre as duas camas) e escolher a cama. Nesse caso, a chance de os animais escolherem a cama diminui. Então, a taxa de acomodação fica muito parecida, sem haver muita seleção e escolha de cama.

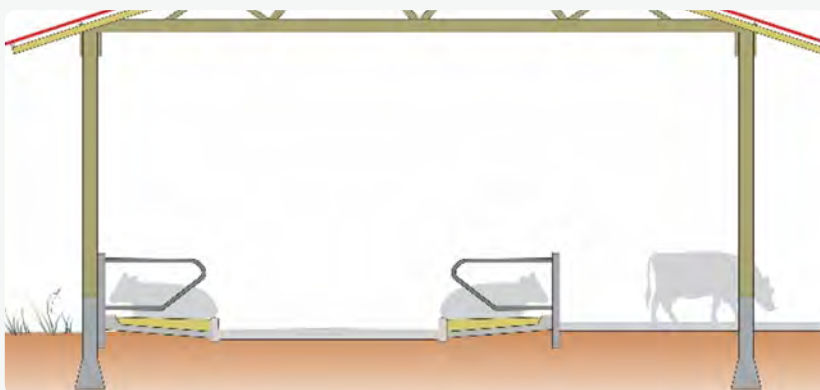


Figura
12

Desenho esquemático do sistema *Free Stall*: Modelo de cama dupla de traseira com traseira

Acervo de Flávio A. Damasceno

O terceiro modelo é o de cama tripla, onde a instalação fica um pouco mais larga. O custo da obra em si pode ser um pouco mais elevado, porém o custo por vaca alojada fica bastante reduzido.

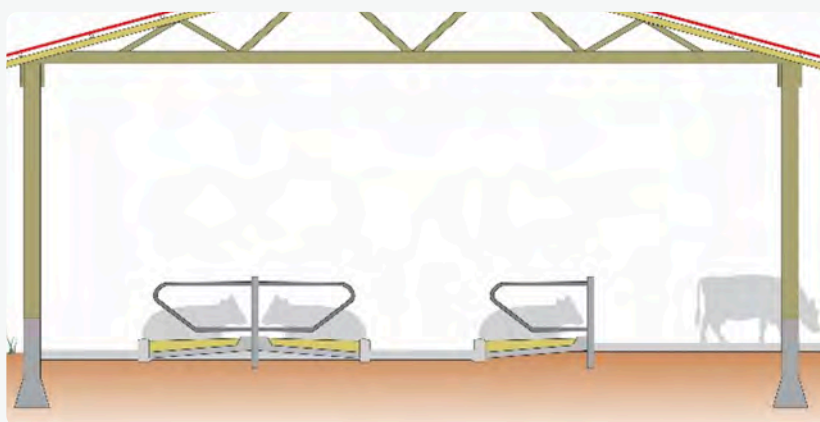


Figura
13

Desenho esquemático do sistema *Free Stall*: Modelo com cama tripla

Acervo de Flávio A. Damasceno

As vantagens do sistema *Free Stall* estão relacionadas ao menor custo operacional, à facilidade de mecanização, aos animais se exercitarem regularmente e à alta flexibilidade para organizar diferentes manejos de alimentação, grupos, entre outras modalidades. Por outro lado, podem ser citados como desvantagens: o elevado custo de construção; a menor atenção individual do animal; a maior competição por alimento e cama; e a possibilidade de os animais ficarem sujos por falha no manejo de limpeza.

1.4.3 CONHEÇA O SISTEMA COMPOST BARN

O sistema *Compost Barn* é um sistema relativamente novo no mundo e vem se tornando cada vez mais populares em diversos países, tais como Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. Esse sistema, que teve sua origem nos Estados Unidos, já foi construído e operado com sucesso por algum tempo em Israel, Itália, Canadá, entre outros países (DAMASCENO, 2020).

Trata-se de um sistema de criação em que os animais permanecem soltos em uma grande área recoberta por cama de material macio e confortável, estando livres para se movimentarem e expressarem seu comportamento natural. Normalmente, o sistema é composto por duas regiões principais, sendo uma delas uma área de descanso com cama e a outra uma pista de alimentação com piso de concreto frisado.



Figura
14

Sistema de criação do tipo *Compost Barn* para confinamento das vacas

Acervo de Flávio A. Damasceno

Na área de cama, diferentes tipos de materiais orgânicos têm sido usados como fonte de carbono, tais como maravalha e serragem de madeira, casca de amendoim, casca de café, palha de trigo, palha de soja e palha de arroz. No entanto, notadamente para regiões de pouca oferta, ou em épocas

de escassez de material, outros materiais orgânicos podem ser utilizados com êxito (DAMASCENO, 2020).

Nesse sistema, fezes e urina são depositadas e incorporadas ao material orgânico presente na área de cama. A incorporação dos dejetos dos animais ocorre durante o revolvimento do material de cama, utilizando um implemento (subsolador, enxada rotativa, entre outros materiais e equipamentos) acoplado ao trator, de acordo com a disponibilidade do produtor. O revolvimento do material da cama deve ocorrer pelo menos duas vezes por dia, enquanto as vacas estão sendo ordenhadas. Este processo é realizado com os objetivos de promover a mistura do material, descompactar a superfície da cama e aumentar as concentrações de oxigênio no interior do material da cama (BRITO, 2016).



ATENÇÃO

1. Caso o revolvimento não seja realizado com frequência e de maneira adequada, ocorrerá a compactação da cama, o que diminui a disponibilidade de oxigênio aos microrganismos decompositores e reduz a velocidade de degradação do material.
2. O fornecimento de oxigênio é essencial para que o processo de decomposição aeróbia do material da cama se dê de forma satisfatória, sendo a demanda do gás crescente diante do aumento da velocidade de degradação.

II. CONHECER A ORIGEM DO *COMPOST BARN*

II. CONHECER A ORIGEM DO COMPOST BARN



A seguir, são apresentadas as origens do uso do sistema Compost Barn no mundo e no Brasil, dando ênfase às formas e práticas deste modo de manejo da bovinocultura de leite.

1. CONHEÇA A ORIGEM DO SISTEMA COMPOST BARN NO MUNDO

O primeiro relato sobre o surgimento do primeiro sistema *Compost Barn* no mundo foi na década de 1980, em que produtores de leite do estado da Virgínia, nos Estados Unidos, alojaram suas vacas dentro de uma instalação com cama de maravalha. Posteriormente, em outubro de 2001, no sul de Minnesota, os irmãos Tom e Mark Portners, que eram produtores de leite nessa região, tiveram a ideia de construir uma instalação diferente, de modo a garantir uma

cama mais confortável e melhores condições de bem-estar para as vacas.

A escolha tinha como objetivo melhorar o conforto, a saúde e a longevidade das vacas, bem como também facilitar a execução e a finalização das tarefas diárias. Outro ponto que também chamou atenção dos irmãos Portners era o baixo investimento inicial para tal modelo, devido ao menor custo com concreto utilizado para o piso em sistemas do tipo *Free Stall* (BARBERG; ENDRES; JANNI, 2007).



Figure
15

Primeira instalação *Compost Barn* do mundo

King (2007)

Devido ao grande sucesso, o sistema se espalhou por diversos estados norte-americanos, sendo aprimorado por outros produtores de leite, que adicionavam material de cama periodicamente e revolviam no com implemento agrícola pelo menos duas vezes ao dia para incorporá-lo aos dejetos

dos animais. Com isso, esses produtores observaram que o material tinha sua temperatura interna elevada, auxiliando na secagem superficial da cama.

Em Israel, o primeiro sistema *Compost Barn* foi construído em 2006 e se espalhou rapidamente entre os produtores de leite da região (KLASS; BJERG; FRIEDMANN; BAR, 2010). Neste país, o sistema *Compost Barn* mencionado sistema funciona de modo diferente: a instalação não possui corredor de alimentação com piso de concreto; ou seja, as áreas de descanso e os corredores são cobertos com uma cama de esterco seco, sendo este material revolvido uma ou duas vezes ao dia. Logo em seguida a tal procedimento, é aplicado um dejetos líquido sobre a superfície da cama, em virtude da baixa umidade do país.



Figura
16

Processo de revolvimento e umedecimento do material da cama em *Compost Barn* israelense: Revolvimento

Acervo de Yehuda Sprecher



Figura 17 Processo de revolvimento e umedecimento do material da cama em *Compost Barn* israelense: umedecimento da cama

Acervo de Yehuda Sprecher

Essa forma de condução do sistema neste país foi possível por causa das condições climáticas do local; ou seja, devido às elevadas temperaturas do ar e à baixa umidade relativa, os produtores israelenses conseguiam secar o material da cama mesmo sem a adição de matéria orgânica (serragem) e revolvimento diário. Por isso, não se observa o aumento da temperatura interna da cama (BALCELLS; FUERTES; SERADJ; MAYNEGRE; VILLALBA; DE LA FUENTE, 2020).

Os conceitos dos sistemas Compost Barn norte-americano e israelense são bastante diferentes e forneceram uma base de construção e manejo para o desenvolvimento de outros sistemas em outros países (LESO; BARBARI; LOPES; DAMASCENO; GALAMA; TARABA; KUIPERS, 2020), permitindo com que ele se torne cada vez mais populares em países

como Canadá, Nova Zelândia, Alemanha, Itália, Holanda, Áustria, Dinamarca, Coréia do Sul e em países da América do Sul, principalmente no Brasil, na Argentina, no Uruguai e no Paraguai.

2. CONHEÇA A ORIGEM DO SISTEMA COMPOST BARN NO BRASIL

O primeiro *Compost Barn* no Brasil surgiu em consequência da procura de um sistema que proporcionasse conforto e bem-estar aos animais, principalmente no quesito de saúde dos cascos e conforto térmico.

Na época, a ideia inicial era a construção de uma instalação *Free Stall*. Como as vacas eram criadas em piquetes e não dispunham de local adequado para descansar, os técnicos observaram que, devido ao grande porte das vacas da raça Simental criadas na fazenda que buscava implementar tal sistema, não seria viável alojá-las em instalações do tipo *Free Stall*, tendo em vista a necessidade de fornecer e garantir bem-estar adequado aos animais. Assim, buscando uma solução para essas limitações, os técnicos e o proprietário da fazenda resolveram estudar outras opções para o alojamento dos animais.



Figura
18

Animais criados na Fazenda Santa Andréa: Vacas em situação de estresse térmico (todas aglomeradas na sombra)



Figura
19

Animais criados na Fazenda Santa Andréa:
Local dos comedouros com muito barro nos arredores

Fonte: Acervo de Leonardo Dantas

Nessa ocasião, o produtor resolveu arriscar e optou por fazer o projeto-piloto do *Compost Barn* na propriedade. Em fevereiro de 2012, foi construída a primeira instalação *Compost Barn* no Brasil, na Fazenda Santa Andréa, no estado de São Paulo. O galpão era muito simples, com pilares de concreto e estrutura do telhado de madeira. Depois de

executada construção, logo no primeiro dia se observou que as vacas haviam se adaptado muito bem ao novo sistema.



Figura
20

Primeiro *Compost Barn* no Brasil:
Galpão com estrutura de madeira



Figura
21

Primeiro *Compost Barn* no Brasil:
Vacas deitadas logo no primeiro dia de alojamento

Fonte: Acervo de Leonardo Dantas

Paralelamente ao que ocorreu na Fazenda Santa Andréa, dois outros produtores também apostaram nessa inovação

e começaram a construção do Compost Barn: a Fazenda Cachoeira, em Piracicaba (SP), em fevereiro de 2012, e a Fazenda Paredão, Cafelândia (SP), em março de 2012. Esses três primeiros sistemas (Fazenda Santa Andréa, Fazenda Cachoeira e Fazenda Paredão) foram projetados para alojar 50, 150 e 30 vacas, respectivamente.



Figura
22

Instalações *Compost Barn*: Fazenda Cachoeira



Figura
23

Instalações *Compost Barn*: Fazenda Paredão

Fonte: Acervo de Ricardo Brenner

Com isso, o sistema *Compost Barn* passou a ser difundido no Brasil, com variações nas características arquitetônicas, nos materiais de construção, no material de cama e nos sistemas de ventilação, mas existem ainda poucos estudos quanto à sua aplicabilidade e eficiência para as diferentes condições climáticas brasileiras.

Atualmente, já há registros de estudos com essas instalações em diferentes estados brasileiros, tais como Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Goiás, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Ceará, entre outros.

III. CONHECER OS PRINCIPAIS ASPECTOS DO SISTEMA *COMPOST BARN*



III. CONHECER OS PRINCIPAIS ASPECTOS DO SISTEMA *COMPOST BARN*

A seguir, são apresentadas as vantagens, as limitações e as oportunidades inerentes ao uso desse sistema na bovinocultura de leite, assim como são abordados os principais pontos e desafios a serem levados em conta na escolha por esse sistema de produção.

1. **CONHEÇA AS VANTAGENS DO SISTEMA *COMPOST BARN***

O sistema *Compost Barn* vem ganhando espaço na pecuária de leite brasileira, exatamente por trazer uma série de vantagens, tais como:

Conforto térmico e bem-estar animal: ao se confinar os animais, pode-se reduzir a forte influência direta do clima ao qual estão expostos; ou seja, quando criados no pasto, os bovinos estão sujeitos aos efeitos negativos (radiação solar direta, chuva, vento, entre outros fatores ambientais) sobre a produção e reprodução. Principalmente para as raças de origem europeia, o sistema *Compost Barn*, desde que bem projetado e manejado, pode garantir um ambiente térmico mais adequado às exigências sanitárias e comportamentais do animal, incrementando a produção e qualidade do leite.

Como esse sistema possui uma grande área de cama coletiva, os animais podem caminhar livremente dentro da instalação, o que possibilita melhor interação entre eles e expressão de seu comportamento de modo mais natural, resultando numa melhor condição de bem-estar.



Figure
24

Vacas alojadas no interior do galpão *Compost Barn*

Fonte: Acervo do Senar

Aumento da eficiência produtiva do rebanho: os animais criados em *Compost Barn* têm uma melhora significativa na expressão genética e na eficiência da conversão de leite, se comparados aos criados no sistema extensivo, cuja alimentação depende exclusivamente do pasto.



Figura
25

Vacas de alta lactação criadas no sistema *Compost Barn*

Fonte: Acervo do Senar

Melhoria na qualidade do leite: desde que o manejo da cama ocorra adequadamente, incorporando os desejos e mantendo a superfície seca, as condições de higiene dos animais se tornam mais adequadas, resultando numa melhor condição de escore de limpeza. Consequentemente, tais condições possibilitam que os animais cheguem à ordenha com os úberes mais limpos, o que diminui a possibilidade de entrada de microrganismos patógenos e dos riscos de mastite. Desse modo, como no sistema de

Compost Barn a contaminação dos tetos é diminuída, a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem de bactérias totais (CBT) do leite ficam mais baixas, de modo que o leite tenha melhor qualidade.



Figura
26

Amostras de leite coletadas para envio ao laboratório oficial (análise de qualidade do leite)

Fonte: Acervo do Senar

Menor problema de casco: como no sistema *Compost Barn* a área com piso concretado é menor, a permanência dos animais sobre um piso áspero e com umidade excessiva também será reduzida. Em função disso, tem-se observado uma menor incidência e acometimento de patologias no casco dos animais. Isso contribui para o bem-estar deles e se reflete positivamente nos indicadores produtivos, reprodutivos e, conseqüentemente, nos indicadores econômicos da atividade.

Menor problema com ectoparasitas e insetos: moscas e carrapatos têm sido um transtorno para os produtores de leite. Assim, desde que a cama seja bem manejada, o sistema *Compost Barn* pode auxiliar no controle de ovos e larvas de moscas presentes na cama, quebrando seu ciclo de vida. Por outro lado, se a cama não for bem manejada, poderá ocorrer o aumento da umidade, elevando a proliferação principalmente de moscas.

Menor custo de construção: de modo geral, o sistema *Compost Barn* é um sistema de menor custo de construção, se comparado a outros confinamentos, devido à reduzida área com piso de concreto.

Melhor manejo dos dejetos: quando comparado com outros sistemas de alojamento, no *Compost Barn*, uma parte dos dejetos produzidos pelas vacas é depositada sobre a área de cama, restando apenas os dejetos que estão presentes sobre o piso de concreto do corredor de alimentação a serem manejados. Assim, o produtor necessitará de uma esterqueira com um volume bem menor para armazenar os dejetos (Figura 26). Além disso, o produto gerado da compostagem do material da cama com os dejetos pode ser utilizado como adubo de alta qualidade, sendo uma possível fonte lucrativa para o produtor. Esse processo permite diminuir a geração de resíduos e, consequentemente, reduz a poluição ambiental.



Figura
27

Melhor manejo dos dejetos: Esterqueira com dimensões menores



Figura
28

Melhor manejo dos dejetos: Aplicação do composto proveniente da cama na lavoura

Fonte: Acervo de Flávio A. Damasceno

Melhor uso da terra: como os animais são criados em espaço delimitado dentro da propriedade rural, o confinamento no sistema *Compost Barn* permite que os demais espaços da

fazenda sejam destinados ao plantio diversos, como as culturas necessárias à produção de ração e de volumosos fornecidos aos animais confinados.



Figure
29

Melhor otimização no uso das áreas das propriedades para produção de volumoso e grãos

Fonte: Acervo do Senar

2. CONHEÇA ALGUMAS LIMITAÇÕES DO COMPOST BARN

- a) A depender da região, pode ocorrer dificuldade de encontrar cama em quantidade e qualidade, elevando o custo do material e do frete;
- b) Necessidade de trator e implementos agrícolas para realizar o manejo da cama, ocorrendo com isso um incremento do custo operacional da atividade;



Figura
30

Maquinário utilizado no manejo da cama:
implemento

Fonte: Acervo de Flávio A. Damasceno

- c) Maior custo de energia elétrica devido à necessidade de maior quantidade de ventiladores;
- d) Informações técnicas ainda pouco difundidas; e
- e) Maior necessidade de investimentos para o projeto estrutural e operacional

3. **CONHEÇA AS OPORTUNIDADES DO SISTEMA COMPOST BARN**

A adoção de sistemas de confinamento para bovinos leiteiros necessita cada vez mais de meios alternativos, sobretudo, que sejam viáveis para o manejo diário, sem que isso

interfira negativamente no bem-estar dos animais, na saúde financeira do produtor e no meio ambiente. Atualmente, os projetos seguem o conceito de **intensificação sustentável**, visando beneficiar os animais, o ambiente, o produtor e a sociedade, com produção crescente de alimento para consumo humano.

No contexto atual, no qual o bem-estar animal é cada vez mais enfatizado e o desenvolvimento da pecuária leiteira tem sido limitado pelo seu impacto ambiental, a adoção do sistema *Compost Barn* tem sido uma alternativa de interesse aos sistemas tradicionais de criação de gado leiteiro (FÁVERO, 2015). Em função disso, esse sistema tem ganhado muitos adeptos por conciliar o equilíbrio entre a produção dos animais e o meio ambiente.

3.1 SAIBA AS PRINCIPAIS VANTAGENS PARA OS ANIMAIS

A implementação do *Compost Barn* para o alojamento dos animais pode auxiliar no aproveitamento do potencial produtivo do rebanho, possibilitar o melhor controle da oferta de alimentos, criar um ambiente agradável, facilitar o manejo e diminuir o gasto energético provocado pela movimentação do pastejo. Como o sistema, possui uma área de cama macia com mais espaços livres, o que possibilita a redução de problemas locomotores, diminuindo número de descarte de vaca. Uma vez obedecidas as condições

ideais de alojamento, nesse sistema, os animais sentem-se mais confortáveis, melhorando seu bem-estar, o que traz benefícios à sanidade e ao comportamento. Além disso, problemas com ectoparasitas e insetos tendem a desaparecer.

3.2. SAIBA AS PRINCIPAIS VANTAGENS PARA O MEIO AMBIENTE

A implementação do *Compost Barn* possibilita a redução do impacto ambiental, já que permite o uso de compostos na agricultura, que são riquíssimos do ponto de vista químico e biológico, diminuindo assim a necessidade de utilização de adubo químico no solo. Além disso, apresenta maior facilidade no manejo dos dejetos, requerendo uma menor área de destinada à esterqueira.

3.3. SAIBA AS PRINCIPAIS VANTAGENS PARA O PRODUTOR

Questões relacionadas à mão de obra e ao melhor uso da terra são fatores que têm pressionado os produtores a adotarem o sistema mais intensivo de produção, objetivando a maior produtividade e estabilidade da produção de leite durante o ano, além do melhor custo-benefício da atividade. Se a produtividade aumenta dentro de um projeto bem dimensionado, o produtor consegue otimizar as áreas de cultivo e evoluir em saúde e longevidade animal, diminuindo

o descarte, o que impacta positivamente na situação financeira da fazenda e protege o produtor das flutuações de preço do mercado.

Em algumas regiões do país, pecuaristas têm liberado o espaço anteriormente de pastagem da fazenda para a produção de grãos, maximizando a área disponível para tanto. A dificuldade de reproduzir vacas holandesas puras em regiões quentes tem sido um grande empecilho para alguns produtores, e o sistema *Compost Barn* oferece melhores condições de ambiências para os animais, o que contribui para melhorias dos indicadores financeiros.

3.4. SAIBA AS PRINCIPAIS VANTAGENS PARA A SOCIEDADE

O alojamento dos animais no sistema *Compost Barn* permite melhores condições de trabalho aos funcionários, promovendo a redução da necessidade diária de buscar animais no pasto, às vezes em condições de chuva e/ou sol forte. O sistema também permite que vacas possam chegar mais limpas na ordenha, facilitando o manejo de limpeza dos úberes. Com o incremento da produção de leite, maior é a remuneração do produtor, e, conseqüentemente, maior é a possibilidade de melhoria na remuneração dos

trabalhadores, aumentando também a possibilidade de novas contratações e treinamentos técnicos e reduzindo a rotatividade da mão de obra.

4. CONHEÇA OS PRINCIPAIS PONTOS A SEREM ANALISADOS PARA A ESCOLHA DESSE SISTEMA

Para migrar do sistema de criação a pasto para o *Compost Barn*, a decisão deve ser bem analisada, sendo indispensável que o produtor conte com o auxílio de uma equipe técnica multidisciplinar, para que, juntos, seja possível analisar os principais pontos negativos e positivos e tomar as decisões corretas, de acordo com a realidade de cada fazenda. Para ajudar o produtor nessa decisão, também é conveniente fazer visitas a outras fazendas que adotaram o *Compost Barn* e conversar com seus proprietários sobre os desafios e as vantagens da implantação desse sistema. Além disso, o produtor deve avaliar alguns pontos importantes antes de adotar esse sistema (NESTLÉ, 2021), tais como:

- a) O potencial genético dos animais permite aumentar a produtividade?



Figura
31

Vacas holandesas no sistema *Compost Barn*

Fonte: Acervo do Senar

- b) Será possível melhorar a qualidade do leite, em especial em relação à contagem de células somáticas (CCS)?
- c) O manejo nutricional na fazenda é acompanhado por um técnico (zootecnista ou veterinário) para atender as novas exigências das vacas?
- d) É preciso considerar, ao mudar do sistema extensivo ou semi-intensivo, que a necessidade de produção de volumoso pode aumentar. Na propriedade, quais áreas o produtor pode destinar para plantar e produzir volumosos suplementares (por exemplo, silagem)?

- e) Existem gargalos na produção leiteira no momento? Em caso positivo, o *Compost Barn* contribui para eliminá-los ou pode até agravá-los?
- f) O consumo de energia elétrica tende a aumentar, principalmente devido à maior necessidade de ventiladores. O suprimento elétrico local é estável? A propriedade tem um transformador que capaz de atender a demanda energética extra? Há recursos financeiros para a instalação de sistema de energia solar com placas fotovoltaicas ou biodigestor?
- g) A fazenda possui equipamentos que poderão ser usados para o revolvimento da cama (por exemplo, trator, subsolador, enxada rotativa, entre outros)?
- h) O produtor é capaz obter cama de boa qualidade e quantidade? A distância da fonte fornecedora encarece o produto?
- i) Caso o produtor não tenha material de cama na região, é possível pensar em alternativas para o material de cama, em substituição da maravalha (tais como palha de soja, casca de café, palha de arroz e casca de amendoim)?
- j) Durante a construção da instalação, quais providências o produtor deve adotar para que a produção normal da propriedade não seja prejudicada?

- k) A localização e a capacidade de sala de ordenha e do resfriador atendem as novas condições de produção? A instalação do *Compost Barn* fica muito distante desses locais, forçando os animais a caminharem por longas distâncias diariamente?



ATENÇÃO

A decisão de passar a utilizar o sistema *Compost Barn* tem que ser analisada com atenção e em detalhes. É preciso contar com a ajuda de técnicos experientes na área e ter contato com outras fazendas que já possuem o sistema, a fim de conhecer e se informar sobre as vantagens e desvantagens. Essas são algumas atitudes que interferem no sucesso do negócio.

5. CONHEÇA OS PRINCIPAIS DESAFIOS NA ESCOLHA POR ESSE SISTEMA

Ao pensar na instalação do *Compost Barn*, um bom planejamento é fundamental, valendo-se do conhecimento das condições básicas para que esse sistema opere corretamente. Dessa forma, muitos erros podem ser evitados previamente. Assim, desde a etapa de planejamento até

a fase de execução e a operação da instalação, deve-se atentar para os principais desafios desse sistema, que são:

- a) Dimensionamento correto:** é muito comum encontrar instalações *Compost Barn* realizadas com o dimensionamento inadequado, muitas vezes por conta de projetos elaborados por técnicos sem qualificação ou pelo próprio produtor. Tais situações não proporcionam uma maximização do conforto para os animais, resultando em aumento de injúrias (cascos e tetos) e de exposição a doenças, em dificuldade na distribuição de alimentos e na retirada de sobras dos cochos, além da redução da eficiência da mão de obra, podendo causar perdas econômicas do sistema de produção. Como exemplo, pode-se citar o espaçamento linear de cocho de 60 cm/animal, que é normalmente encontrado, sendo que o recomendado é um espaçamento mínimo de 75 cm/animal. Como resultado, será observado um aumento de competição por alimento e uma redução na produção de leite.
- b) Material da cama:** esse é um dos maiores desafios para o produtor que acaba optando pelo sistema, principalmente devido à dificuldade de encontrar material disponível e de decidir o melhor material a ser utilizado, considerando a elevada umidade relativa do ar nos períodos de precipitação elevada. Algumas opções como serragem, maravalha e palha de café estão ficando cada vez mais custosas para o produtor, principalmente por causa da competição com os

criadores de aves e suínos e por causa do número restrito de serrarias que produzem esse material. Uma opção a esse empecilho tem sido a compra de máquinas especializadas, em conjunto com o plantio e replantio de eucalipto, para a produção de maravalha para a cama. Entretanto, se esse material produzido não for corretamente seco e esterilizado, corre-se o risco de ser contaminado por algum microrganismo patogênico, aumentando os casos de mastite moderada e grave, ao ser destinado para a área de cama.



ATENÇÃO

O manejo correto da cama no sistema *Compost Barn*, desde que bem-feito, pode ocasionar uma redução da CCS das vacas, diminuição da mastite e melhora na qualidade do leite.

- c) Revolvimento da cama:** alguns produtores, por falta de trator, revolvem a cama uma vez ao dia ou uma vez a cada dois dias. Em outros casos, os produtores não possuem implemento adequado para o revolvimento da cama de maneira eficiente. Consequentemente, a cama ficara compactada, e o teor de umidade se elevará, comprometendo o processo de compostagem. Para evitar essa situação, é aconselhável que o produtor

tenha disponível algum trator e implemento específico para o revolvimento da cama, que deve ocorrer pelo menos duas vezes ao dia, garantindo assim a descompactação, a aeração e a secagem da cama.

- d) Espaçamento animal:** essa medida pode ser definida pelo número de animais dividido pela área de cama, sem comprometer o desempenho dos animais e o manejo da cama. Na realidade brasileira, é comum observar instalações *Compost Barn* em que o espaçamento animal está acima do recomendado, principalmente devido a falhas de planejamento do projeto. Caso o produtor tenha a necessidade em alojar mais animais, tal processo resulta em dificuldades no manejo, como a elevação da umidade da cama e o excesso de compactação superficial, o que pode comprometer a saúde dos animais e a qualidade do leite com aumento da contagem de células somáticas (CCS).



ATENÇÃO

No geral, recomenda-se um espaçamento animal mínimo de 10 m²/vaca (área de cama), podendo este valor sofrer alteração em função do tamanho, da produção e da raça do animal, bem como do tipo de material de cama, do sistema de ventilação, da eficiência de revolvimento, entre outros fatores.

- e) **Água potável:** a água é de extrema importância para que bovinos leiteiros produzam leite de qualidade. É necessário que a água disponível seja de boa qualidade e em quantidade adequada. No planejamento da instalação do *Compost Barn*, é fundamental que seja verificado previamente se a fazenda possui água limpa, fresca, com níveis baixos de sólidos e de alcalinidade, isenta de compostos tóxicos e em volume para suprir a demanda hídrica dos animais. Bebedouros mal distribuídos na instalação e mal dimensionados podem ser um grande problema.



Figura
32

Análise de pH da água fornecida aos animais

Fonte: Flickr da CNA

- f) **Sistema de ventilação:** uma grande dúvida quando se inicia a construção de uma instalação *Compost Barn* é sobre qual sistema de ventilação se deve utilizar

(ventilador convencional ou de teto). Nesse ponto, deve-se sempre verificar a eficiência de cada sistema e as condições climáticas de cada local. Uma recomendação prática é visitar outras instalações com ambos os sistemas e verificar os pontos positivos e negativos de cada um deles.

Após a escolha do sistema de ventilação, é necessário decidir qual o modelo de ventilador adotar. Comercialmente, estão disponíveis diversas marcas e modelos. Uma ressalva que se deve ter em mente é a de nunca se utilizar ventiladores destinados à avicultura ou suinocultura. É muito comum, principalmente no sul do país, encontrar antigos produtores de aves e suínos que migraram para a produção de leite utilizando os ventiladores voltados à antiga produção em instalações *Compost Barn*. Aqui também vale a pena fazer uma visita a outras instalações e verificar o funcionamento dos ventiladores, verificar a questão da assistência técnica, da manutenção, do consumo de energia, da velocidade do vento, entre outras exigências quanto à ventilação. Os ventiladores devem imprimir uma velocidade de vento de no mínimo 2,0 m/s, sendo 3,0 m/s o ideal. Outro cuidado a ser adotado é observar a distância que o vento pode alcançar com a velocidade mínima recomendada. Dificilmente um ventilador irá entregar uma velocidade de vento a uma distância muito grande (como acima de 15 m), podendo ser esta uma tática comercial para baratear o projeto total. De modo geral, recomenda-se adquirir um ventilador específico para bovinos de leite, e que o produtor visite

outras instalações para verificar o funcionamento de cada sistema e de cada tipo de ventilador.

g) Energia elétrica: o acesso à energia elétrica nas fazendas é um desejo de muitos produtores de leite e um problema nacional. O produtor deve receber a energia com qualidade e quantidade suficiente para que os ventiladores, a ordenha, as lâmpadas e os maquinários sejam adequadamente supridos para um bom funcionamento. Deve, também, utilizá-la de modo eficiente, aproveitando-se das opções de tarifas e utilizando instalações elétricas seguras. Entretanto, devido aos custos elevados ou à indisponibilidade energética para a propriedade, alguns produtores têm optado por deixar os ventiladores desligados durante parte do dia e até mesmo durante toda a noite, causando desconforto térmico nos animais e dificuldade na secagem da cama, o que aumenta a CCS e a ocorrência de mastite. Nesse contexto, o correto funcionamento dos ventiladores deixa de ser um custo e passa a ser investimento, pois mantém a superfície da cama mais seca, prevenindo doenças e melhorando o conforto térmico das vacas.

h) Manutenção preventiva e corretiva: deve ser realizada periodicamente uma manutenção, de forma sistemática e planejada, com o intuito de prevenir, corrigir, controlar e monitorar as partes estruturais (pilares, pisos, muretas, telhado, entre outras), equipamentos (bebedouros, ventiladores, lâmpadas, entre outros)

e demais componentes (quadros de comando, fios elétricos, tubulação de água, entre outros) presentes numa instalação *Compost Barn*. O principal objetivo é minimizar e prevenir falhas estruturais, problemas em máquinas e equipamentos que podem comprometer a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos animais. Além disso, é importante se atentar para a manutenção corretiva, que se caracteriza pelos reparos e consertos específicos apenas quando os elementos estruturais ou os equipamentos apresentam falhas e defeitos. Neste caso, são realizadas intervenções necessárias para que esses retomem a operação de forma natural e com produtividade-padrão. Entretanto, essa opção normalmente tem custo mais elevado, podendo ocorrer perdas inesperadas na produção e desgastes prolongados das máquinas e dos equipamentos, diminuindo assim sua vida útil. Pode-se citar, como exemplo, a manutenção preventiva em ventiladores com a troca de correias ou motores. Por outro lado, em contexto de manutenção corretiva do mesmo exemplo citado, a interrupção do funcionamento dos ventiladores seria uma urgência fora do planejamento, capaz de prejudicar o bem-estar dos animais e dificultar a secagem da cama por mais tempo.

- i) **Sucessão familiar:** como o investimento inicial para a construção do *Compost Barn* é elevado, o produtor deve pensar muito bem na questão da sucessão familiar, considerando quem irá conduzir o sistema no futuro e se todos os membros da família estão de acordo com a

implantação do sistema. A sucessão a ser realizada não precisa ser necessariamente destinada a um filho ou outros membros de parentesco sanguíneo, o que abre a possibilidade de ser destinada a uma pessoa que se comprometa a continuar na atividade e remunerar os sócios.

IV. CONHECER O PLANEJAMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DO *COMPOST BARN*

IV. CONHECER O PLANEJAMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DO *COMPOST BARN*



A seguir, serão mencionados diversos detalhes técnicos relacionados ao planejamento e o check list inerente à construção de um galpão de *Compost Barn*, levando-se em consideração pontos relevantes desta etapa.



Figura
33

Galpão *Compost Barn* com pista de trato central

Fonte: Acervo do Senar

De maneira geral, entende-se por planejamento de uma instalação *Compost Barn* a organização dos recursos (naturais, materiais, financeiros e humanos) disponíveis na fazenda, de modo a aproveitar ao máximo sua potencialidade, com base no objetivo de atingir metas preestabelecidas. Assim, o planejamento deve ser realizado previamente à execução da construção do mencionado sistema, pois modificações, após o término da obra, são difíceis e de custo elevado. Além disso, a produção de leite e os custos de produção podem ser muito afetados pela mudança de rotina dos animais e pela funcionalidade das instalações.

Um planejamento eficiente quanto à infraestrutura física do sistema auxilia no conforto térmico dos animais, permitindo que estes se movimentem de forma mais tranquila, que possuam fácil acesso à alimentação e apresentem menor competição entre si (COELHO, 2000).

Nesse sentido, a fase de planejamento de uma instalação é de grande importância para que o produtor racionalize os custos da construção, obedecendo, nessa etapa, a um cronograma de execução.



Figura
34

Reunião de planejamento

Fonte: Acervo do Senar

Um planejamento bem elaborado deve ser eficiente na movimentação (de animais, pessoas e veículos) e adequado ao manejo de dejetos, o que promove condições de trabalho confortável para os funcionários, além de ser economicamente viável.

O princípio que deve nortear qualquer construção de instalação *Compost Barn* é de fazer uma obra com bom custo-benefício, no menor tempo possível, selecionando bons materiais, aproveitando o máximo rendimento das ferramentas e da mão de obra. Assim, o projeto da instalação deve levar em conta todos diversos fatores da etapa de planejamento que irão influenciar, de modo direto ou indireto, o tempo de execução, os custos, a qualidade da edificação, o conforto dos animais e a produção de leite, conforme será discutido a seguir.

1. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE MERCADO

Entre as etapas de planejamento, o estudo de mercado é de grande importância, primeiramente, para o produtor conhecer o volume e a qualidade do leite que deverá produzir, observando as curvas de demanda, de oferta e de preço do leite. Importante também que sejam realizadas, nesse processo, algumas previsões e perspectivas para o futuro, e também, que seja conhecido o mercado local e identificado o perfil dos consumidores da região.

Esse tipo de análise pode ser realizado por meio de visitas aos supermercados e às feiras, buscando observar se a região possui alguma cooperativa de laticínios. É recomendável que esses centros consumidores não fiquem muito distantes dos centros de produção para não encarecer muito o custo de frete e até mesmo reduzir a qualidade do leite transportado.

2. CONHEÇA O LOCAL ONDE SERÁ CONSTRUÍDA A INSTALAÇÃO COMPOST BARN

A escolha do local deve ser realizada durante a etapa de pré-projeto, em que são realizados os primeiros contatos entre o produtor e o projetista. Essa fase deve ser feita de modo

minucioso, pois serão realizados investimentos financeiros significativos em estruturas permanentes, como é o caso da instalação do sistema.

O local deve ser pouco inclinado, firme e seco. A instalação deve ser construída em local próximo às estradas, facilitando o acesso de veículos e da rede elétrica. O terreno deve permitir boa captação de água da chuva, que pode ser armazenada em reservatórios para a utilização da limpeza de pisos.



Figura
35

Terreno adequado para a construção do *Compost Barn*

Fonte: Acervo de Flávio A. Damasceno



ATENÇÃO

Para a escolha do local onde será implantada a instalação Compost Barn, deve-se fazer, com o intuito de tirar proveito do máximo de vantagens possíveis do espaço, uma série de observações, tais como:

- a) **Se o local ou a fazenda tem algum impedimento legal para uso do terreno;**
- b) **Se a topografia permite a implantação econômica da edificação com a menor movimentação de terra possível;**
- c) **Se o solo permite uma construção estável;**
- d) **Se é possível obter uma boa drenagem de precipitações, com escoamento adequado de água pluvial;**
- e) **Se o local permite um fluxo eficiente de veículos, pessoas e animais; e**
- f) **Se o local oferece ventilação natural abundante.**

3. SAIBA SOBRE A INFRAESTRUTURA

Para que o processo produtivo de bovinos leiteiros seja adequado, deve-se fazer um levantamento de infraestrutura, tais como o acesso à energia elétrica, a disponibilidade de água, a presença de vias de acesso, o fornecimento de assistência técnica, os meios de coleta da produção de leite, a forma de entrega de alimentos, a recepção ao material de cama e a outros produtos, a facilidade de comunicação (correios e telefone), entre outras medidas.

4. ENTENDA A IMPORTÂNCIA

DA ÁGUA NA PROPRIEDADE

A água na propriedade rural é um recurso finito e um fator competitivo na atividade agropecuária. Seu uso eficiente torna-se mais importante que ostentar sua abundância. A propriedade onde será construída a instalação deve ter água potável em quantidade e qualidade e ser acessível. Outro fator importante ao planejamento da construção do sistema é a drenagem das precipitações.

5. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS

A topografia do terreno deve permitir boa drenagem para assegurar o escoamento rápido da chuva, evitando a ocorrência de acúmulo excessivo de água em determinadas áreas. Além disso, devem ser evitadas as regiões com presença de lençol freático superficial, que podem ocasionar o umedecimento excessivo da cama.

6. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DO CLIMA

Um dos fatores que mais contribui para uma baixa produtividade dos bovinos leiteiros, mesmo em condições de boa alimentação, é o clima quente. Em países de climas tropicais e subtropicais, como é o caso do Brasil, a produção e a reprodução dos animais sofrem restrições em seu desenvolvimento, pois a falta de manutenção da temperatura ideal provoca uma menor ingestão de matéria seca e gera diminuição da energia metabolizável do animal (OLIVEIRA et al., 1995). Por isso, no planejamento da instalação, devem ser levadas em consideração as condições climáticas do local antes de se dar início à execução da construção. Outro fator influenciador no resultado do projeto é a orientação solar.

7. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DA ORIENTAÇÃO DA INSTALAÇÃO

Tratando-se de criação de bovinos leiteiros, o que se pretende com a orientação solar adequada é evitar ou atenuar a incidência direta da radiação do sol no interior das instalações, o que aumentaria o grau de desconforto térmico dos animais. Diante disso, para as instalações de *Compost Barn* no Brasil, deve se preconizar a orientação Leste-Oeste, de modo que o sol caminhe ao longo da cumeeira da cobertura.

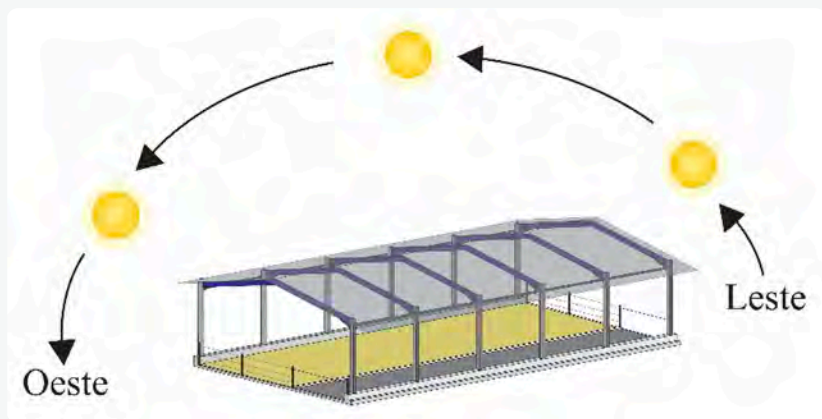


Figura
36

Orientação Leste-Oeste recomendada, que permite que o deslocamento do sol seja ao longo da cumeeira da instalação

Fonte: Damasceno (2020)

8. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE AS EDIFICAÇÕES

Quaisquer obstáculos como árvores, silos, plantações e outras estruturas altas podem dificultar ou interromper a ventilação natural, ocasionando uma concentração elevada de gases malcheirosos.

Para evitar interferências do fluxo de ar natural no interior da instalação, recomenda-se deixar um afastamento mínimo de 5 a 10 vezes em relação à altura do obstáculo (MWPS-7, 2000). Por exemplo, o afastamento mínimo necessário que um obstáculo com 5 m de altura deve ter em relação à instalação deve ser de 25 m.

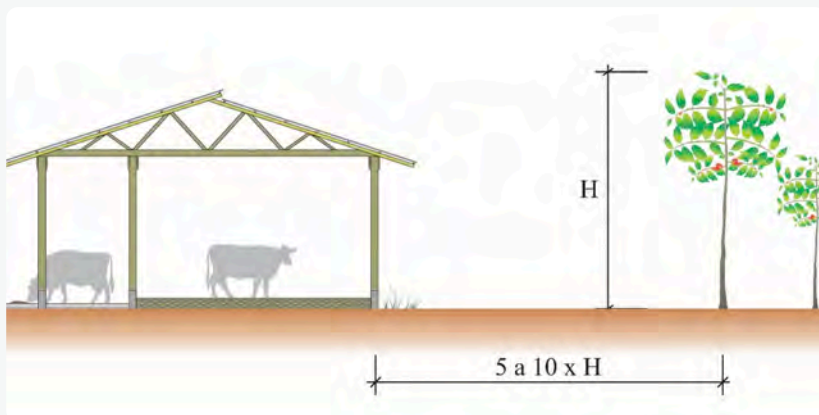


Figura
37

Distância da instalação com espaçamento mínimo entre o *Compost Barn* e um obstáculo

Fonte: Damasceno (2020)

9. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DOS DIVERSOS FLUXOS NA PROPRIEDADE

Os principais fluxos presentes no sistema Compost Barn são: de veículos; de pessoas; de animais; de produtos; e de resíduo, podendo haver outros aqui não citados. Esses fluxos norteiam o produtor no processo produtivo de forma que este ocorra de maneira ordenada (SOUZA; TINÔCO; BAÊTA; SARTOR; PAULA, 2021), sem criar gargalos ou dificuldades de movimentação no sistema produtivo da fazenda.

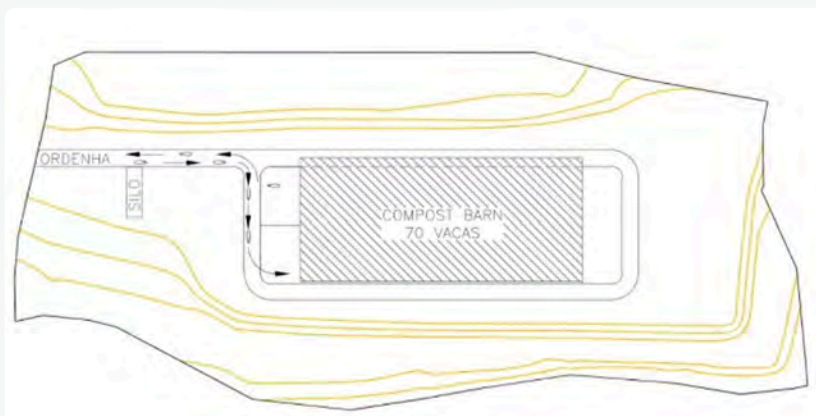


Figura
38

Modelo de planejamento de fluxo em uma instalação *Compost Barn*: fluxo de animais

Fonte: Damasceno (2020)

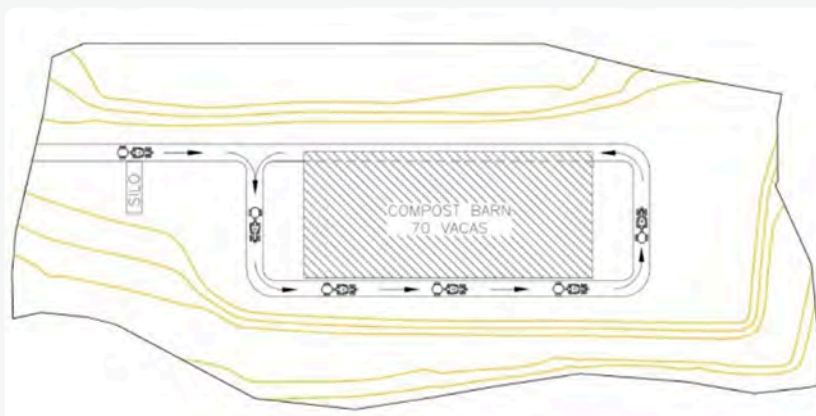


Figura
39

Modelo de planejamento de fluxo em uma instalação
Compost Barn: fluxo de veículo (na figura, trator)

Fonte: Damasceno (2020)

10. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DAS FUTURAS EXPANSÕES NA PROPRIEDADE

O planejamento bem detalhado possibilita que o produtor possa antecipar a possibilidade de crescimento da produção, o aumento ou a construção de uma nova instalação, entre outras formas de expansão a serem feitas futuramente.

11. ENTENDA SOBRE A IMPORTÂNCIA DO PROJETO

Conceitualmente, entende-se nesse contexto por projeto o conjunto de instruções necessárias à execução de uma construção rural, sendo ele composto por ilustrações gráficas, desenhos e especificações referentes à obra. O projeto deve informar o local em que será executada a obra, com todas as suas dimensões, os materiais a serem utilizados e as suas quantidades, além do cronograma de execução de cada etapa. Quando bem elaborado, o projeto pode reduzir custo e tempo de execução da obra, pois evita desperdícios, aumenta a qualidade e a durabilidade da construção, melhorando a eficiência de execução da mão de obra.

Na fase da elaboração do projeto, deve-se levar em conta o fim a que se destina o sistema de confinamento, além de considerar também as necessidades e as perspectivas de aproveitamento da propriedade, identificando com clareza os procedimentos mais recomendáveis para se atingir os objetivos por meio de metas capazes de tornar viável a execução do projeto, visando garantir assim sua rentabilidade.

O projeto deverá atender as legislações federal, estadual e municipal relativas ao meio ambiente, ao controle sanitário e à segurança, devendo ser elaborado e executado por um profissional habilitado e qualificado.

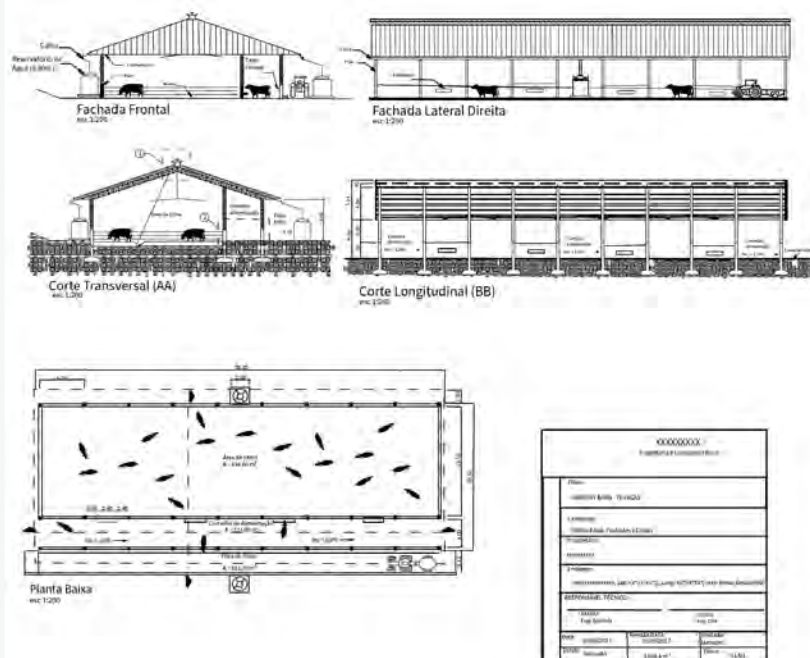


Figura
40

Exemplo de um projeto de instalação *Compost Barn*

Fonte: Damasceno (2020)

V. CONHECER O PROJETO DA CONSTRUÇÃO DO *COMPOST BARN*

V. CONHECER O PROJETO DA CONSTRUÇÃO DO COMPOST BARN



A seguir, serão apresentadas considerações quanto ao projeto de construção do sistema de *Compost Barn*, detalhando sobre o tipo de estrutura, a capacidade de suporte e o planejamento estrutural.

1. ENTENDA O PROJETO DA INSTALAÇÃO

As principais características construtivas presentes em instalações *Compost Barn* são: corredor de alimentação com piso de concreto frisado, área de cama, bebedouros, ventiladores, pilares e cobertura.

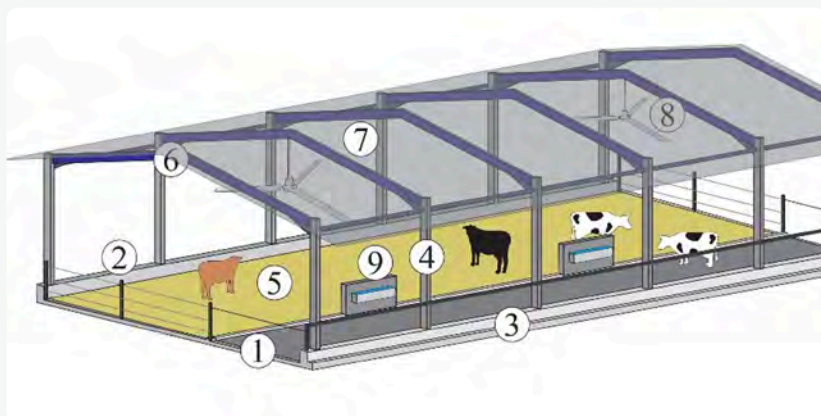


Figura
41

Principais características construtivas de uma instalação
Compost Barn

Legenda: 1: Corredor de alimentação; 2: Mureta; 3: Comedouro;
4: Pilar; 5: Área de cama; 6: Estrutura do telhado; 7: Cobertura;
8: Ventilador; e 9: Bebedouro.

Fonte: Damasceno (2020)

No projeto, um dos primeiros pontos que devem ser definidos é a dimensão da área de cama, sendo essa caracterizada por ser uma área de descanso coletiva para os animais, coberta por material orgânico (maravalha, casca de café, entre outros).



Figura
42

Animais deitados na área da cama

Fonte: Acervo do Senar

É de se notar que alguns produtores têm construído suas instalações com dimensões e características que permitem aproveitamento e flexibilidade para posterior conversão em sistema *Free Stall*, caso o sistema *Compost Barn* não atenda às necessidades dos produtores ou quando o fornecimento de material para cama não é suficiente na região.

1.1 CONHEÇA OS TIPOS DE ESTRUTURA

O tipo de estrutura da instalação *Compost Barn* pode ser de concreto (pré-moldado), metálica ou de madeira, desde que atenda as exigências de carga a ser recebida da cobertura e de peso próprio dos materiais.

Normalmente, os pilares possuem a base inferior de concreto e o restante composto de estrutura metálica, ou, ainda, podem ser todos confeccionados em concreto. Esses são responsáveis por receber as cargas superiores (cobertura e treliça), acumular as reações das vigas e conduzir esses esforços até as fundações.

As fundações devem ser executadas na profundidade de solo capaz de suportar as cargas oriundas dos pilares e de outras fontes de carga.

A edificação pode conter um ou dois caimentos de telhados, conhecido como águas, que comportam grandes extensões de área coberta, em um único pavimento. A estrutura é geralmente composta por pórticos com espaçamento regulares, sustentada por um sistema de terças, vigas ou tesouras.

O vão central é bastante amplo, o que permite o aproveitamento de uma grande área para o confinamento dos animais, garantindo boa ventilação natural e conforto térmico.

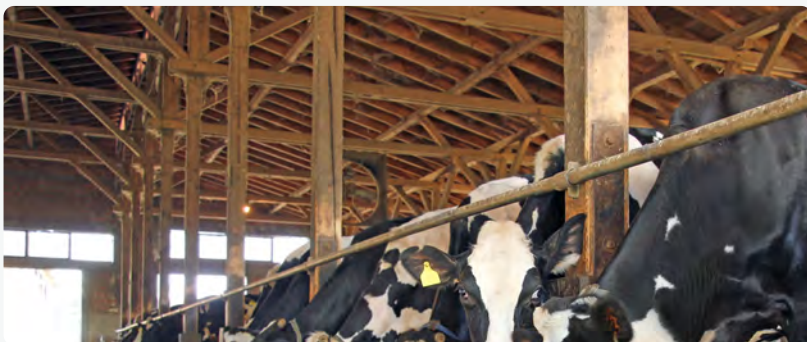


Figura
43

Instalações Compost Barn com estrutura de madeira



Figura
44

Instalações *Compost Barn* com diferentes materiais na estrutura: *estrutura metálica*



Figura
45

Instalações Compost Barn com estrutura de concreto

1.2 SAIBA A CAPACIDADE DE SUPORTE (PRESENTE E FUTURA) DA INSTALAÇÃO

A intensificação dos sistemas de produção de leite tem evoluído para um sistema de exploração no qual o uso de tecnologia e o recurso financeiro passam a exigir do produtor melhor gerenciamento sobre os recursos produtivos (CARVALHO; NOVAES; MARTINS; ZOCCAL; MOREIRA; RIBEIRO; LIMA, 2002). Tal fato requer o planejamento de instalações de modo a serem mais funcionais, visando aumentar a eficiência da mão de obra, melhorar a condição de bem-estar dos animais, aumentar a produção e a melhorar a qualidade do leite, bem como reduzir os custos de produção. Desse modo, torna-se essencial dar atenção ao planejamento dos componentes que constituem uma instalação *Compost Barn*, considerando principalmente a capacidade de suporte presente e futura.

O detalhamento de todo processo de manejo, da mão de obra envolvida, do maquinário existente, da quantidade de animais, da produção atual e almejada, do capital disponível, da área e da topografia, entre outros elementos, são requisitos fundamentais a serem utilizados pelo projetista, em conjunto com o produtor, no planejamento atual e no de futuras expansões do sistema de produção de leite. Nesse contexto, esses fatores devem ser cuidadosamente estudados para atender as necessidades preconizadas para o manejo adotado.

Caso ocorra equívocos no planejamento prévio, dificilmente se conseguirá uma instalação *Compost Barn* bem projetada, podendo comprometer o manejo e o desempenho dos animais e inviabilizar todo o sistema de produção. Ademais, as edificações e os equipamentos desempenham função estratégica nas decisões do planejamento, representando uma parte significativa do capital produtivo. Além disso, há de se considerar que a vida útil das instalações é de 20 a 40 anos, e a dos equipamentos, de 5 a 15 anos.



Figura
46

Instalação *Compost Barn* com lotação adequada de vacas e boa estrutura

Fonte: Acervo do Senar

1.3 CONHEÇA O PLANEJAMENTO ESTRUTURAL

A seguir, serão detalhadas as informações a respeito do planejamento estrutural, incluindo aí a área de trânsito de

animais e máquinas, a pista de trato, a área de cama, o comedouro, o bebedouro e os tipos de telhado.

1.3.1. ENTENDA SOBRE A ÁREA DE TRÂNSITO DE ANIMAIS E MÁQUINAS

As áreas de trânsitos de pessoas, veículos e animais devem ser muito bem planejadas, já que são um ponto crítico em relação à biosseguridade da propriedade leiteira. Recomenda-se que os veículos (caminhão da captação de leite, da entrega de insumos, entre outros) e das pessoas (visitantes, consultores, entre outras) tenham acesso preferencialmente por meio de áreas em que os animais não estejam presentes.



Figura
47

Instalações *Compost Barn* onde pode-se observar
as área de trânsito de animais e veículos

Fonte: Acervo Flávio A. Damasceno

No caso de veículos provenientes de outras propriedades de leite, deve-se realizar a higienização dos pneus com solução adequada para tanto. Além disso, os veículos visitantes não devem adentrar o interior da instalação ou em locais onde ficam as vacas. A sala de ordenha deve ser de acesso restrito ao pessoal da fazenda, não devendo ser permitida a visitação sem prévia autorização.

1.3.2. CONHEÇA A IMPORTÂNCIA DA PISTA DE TRATO

A pista de trato é uma região situada ao longo do comprimento da instalação, próxima à área de cama, e destinada ao fornecimento de alimento para os animais. A pista de trato pode ser projetada para que os animais possam se alimentar em somente uma das extremidades, nas duas extremidades ou no corredor central da instalação.



Figura
48

Pistas de trato: Pista de trato construída no centro

Fonte: Acervo Flávio A. Damasceno



Figura
49

Pistas de trato: na lateral da instalação

Fonte: Acervo Flávio A. Damasceno

Em alguns casos, a pista de trato pode ser construída externamente à instalação, aproveitando alguma estrutura, previamente construída, na qual os animais têm acesso aos comedouros e bebedouros.

A largura da pista de trato deve ser, no mínimo, de 4,0 m, para permitir que as vacas tenham acesso livre aos bebedouros, enquanto outros animais estão caminhando ou comendo. Além disso, na pista de trato, devem ser previstas passagens de acesso à área de cama a cada 10 m, para permitir que os animais tenham acesso aos comedouros e bebedouros com o mínimo deslocamento possível e possam acessar a área de cama com mais facilidade.

Ademais, ventiladores e aspersores podem ser instalados ao longo da pista de trato para auxiliar o conforto térmico dos animais nos períodos quentes de verão.



Figura
50

Sistema de resfriamento com aspersão
no corredor de alimentação

Fonte: Shutterstock

Em alguns projetos de instalações Compost Barn, os produtores têm optado por construir a pista de trato sem piso de concreto; ou seja, dando preferência por utilizar 100% de área de cama para descanso dos animais. Nesses casos, tem-se observado maior facilidade no manejo dos dejetos, já que não há necessidade de se construir esterqueira para seu armazenamento, o que resulta na redução dos custos com a mão de obra destinada ao processo de remoção dos dejetos.

1.3.3. CONHEÇA A IMPORTÂNCIA DA ÁREA DE CAMA

A área de cama é a maior área presente dentro da instalação. Coberta por material orgânico e delimitada por muretas de contenção, possui um duplo propósito:

- a) Fornecer espaço de descanso para os animais; e
- b) Armazenar dejetos.

Nesta região, os animais passam grande parte do tempo deitados.

A função das muretas é evitar que o material da cama saia para a área externa da instalação, além de proteger a entrada de chuva e evitar que os animais fiquem expostos à radiação solar direta.

As muretas podem ser construídas em alvenaria, concreto, madeira ou estrutura metálica.

As instalações Compost Barn brasileiras, geralmente, apresentam mureta de alvenaria, com altura variando entre 0,30 e 0,50 m, tendo por finalidade as já citadas: propiciar uma boa circulação de ar, evitando a entrada de água da chuva, além de dificultar que o material da cama seja jogado para fora da instalação pelos animais (OLIVEIRA; DAMASCENO; OLIVEIRA; FERRAZ; FERRAZ; SARAZ, 2019).

1.3.4. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DO COMEDOURO

Os comedouros são estruturas destinadas à alimentação dos animais com volumoso e concentrados. A alocação dessa estrutura requer devida atenção quanto às dimensões e à disposição no interior da instalação Compost Barn. Eles devem ser construídos no sentido do comprimento da instalação, na face sul da instalação, por esta ser mais sombreada, e em lugares ventilados, buscando minimizar os efeitos diretos e indiretos da radiação solar sobre os animais e os alimentos. Caso contrário, o desempenho produtivo dos animais pode ser afetado.

Recomenda-se que o espaço para o comedouro seja de 0,7 a 1,4 m por animal alojado (BEWLEY et al., 2017). Alguns estudos observaram uma maior competitividade entre vacas quando o espaço do comedouro foi reduzido para 0,30 m por animal, resultando também no aumento da agressividade e na dificuldade do manejo (CARMO, 2008).

A base do comedouro deve ter uma declividade de 1,0 a 2,0% no sentido do comprimento da instalação, com uma superfície lisa e não porosa, de fácil limpeza e fácil acesso para a colocação do alimento (McFARLAND, 2003). As arestas e os cantos devem ser arredondados para melhor higienização.



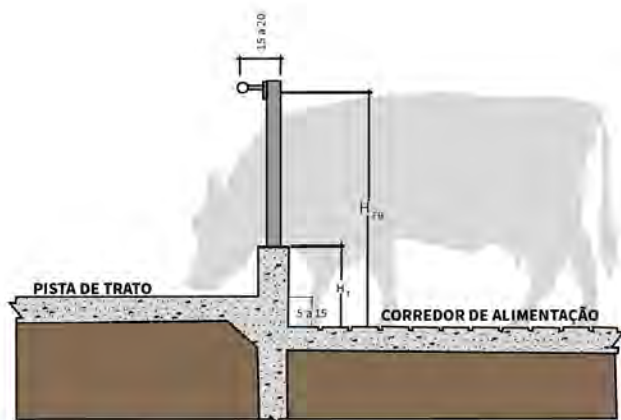
Figura

51

Vacas posicionadas na pista de trato

Fonte: Acervo do Senar

O comedouro deve ser dimensionado de tal modo que os animais se alimentem com a cabeça na posição natural de pastoreio, obedecendo às dimensões apresentadas a seguir:



Principais dimensões para dimensionamento de comedouro de alimentação

Figura

52

Principais dimensões para dimensionamento do comedouro de alimentação

Fonte: Adaptado de McFarland (2003)

Legenda: H_T : altura máxima entre a superfície do piso e a garganta do animal; e H_{FB} : distância entre a superfície do piso até a barreira de alimentação (tubo metálico).

MASSA DO ANIMAL (KG)	H_T	H_{FB}	W_H
225 a 315	40	76	43
315 a 410	44	86	48
410 a 500	48	104	56
500 a 590	52	122	61
590 a 680	52	122	66
680 a 770	52	122	71

Tabela 1. Dimensões sugeridas de comedouro de alimentação para bovinos leiteiros

FONTE: Adaptado de McFarland (2003)

Legenda: H_T : altura máxima entre a superfície do piso e a parte inferior do pescoço do animal; H_{FB} : distância entre a superfície do piso até a barreira de alimentação (tubo metálico); e W_H : espaçamento linear entre animais.

1.3.5. ENTENDA A IMPORTÂNCIA DOS BEBEDOUROS

O fornecimento de água é um dos fatores-chave na produção de leite. Os bebedouros são reservatórios utilizados para o armazenamento de água potável destinada aos animais. São estruturas bastante versáteis que variam em capacidade, tamanho e material, de acordo com as necessidades do produtor agropecuarista. Eles devem oferecer água de qualidade e no volume necessário e não devem apresentar vazamentos.

As dimensões do bebedouro podem afetar a preferência quanto ao consumo de água de bovinos leiteiros, uma vez que vacas tendem a beber mais água de em bebedouros maiores (MACHADO FILHO *et al.*, 2004).



Figura
53

Vacas acessando o bebedouro de água

Fonte: Acervo do Senar



ATENÇÃO

O dimensionamento e a distribuição dos bebedouros na instalação são fundamentais para que os animais tenham acesso à água.

Comercialmente, podem ser encontrados diversos modelos e tipos de bebedouros para bovinos; a escolha, no entanto, deve seguir a orientação técnica adequada para cada raça e categoria dos animais. Além disso, o modelo, a quantidade e o posicionamento dos bebedouros devem ser ajustados à pressão da água do sistema.

Sabe-se que o consumo de água do bovino pode variar de acordo com a categoria animal. Assim, os bebedouros devem ser dimensionados em função da categoria, da quantidade de animais, do período de maior consumo e do tipo de dieta fornecida (MAPA, 2017).

CATEGORIA	IDADE/PRODUÇÃO	QUANTIDADE REQUERIDA DE ÁGUA/DIA (LITROS)
Vacas em lactação	13,6 kg de leite	68,4 a 83,6
	22,6 kg de leite	87,4 a 102,6
	36,2 kg de leite	114 a 136,8
	45,3 kg de leite	133 a 155,8
Vacas secas	Prenhes com 6 a 9 meses	26,6 a 49,4
Novilhas	5 meses	14,4 a 17,4
	15 a 18 meses	22,4 a 26,9
	18 a 24 meses	27,7 a 36,4
Bezerras	1 mês	4,9 a 7,6
	2 meses	5,7 a 9,1
	3 meses	7,9 a 10,6
	4 meses	11,4 a 13,3

Tabela 2. Consumo de água diário para diferentes categorias de bovinos

FONTE: Adams (1998)

A altura do bebedouro em relação ao nível do piso pode variar entre 0,60 e 0,80 m. A profundidade deve variar entre 0,15 e 0,30 m, e o comprimento deve variar entre 0,04 e 0,06 m linear para cada animal (BEWLEY *et al.*, 2012). O comprimento e profundidade deverão obedecer ao volume de água preestabelecido, e, para manter seu volume constante, a entrada da água pode ser controlada por uma boia, que deve ser protegida contra eventuais danos causados pelos animais.

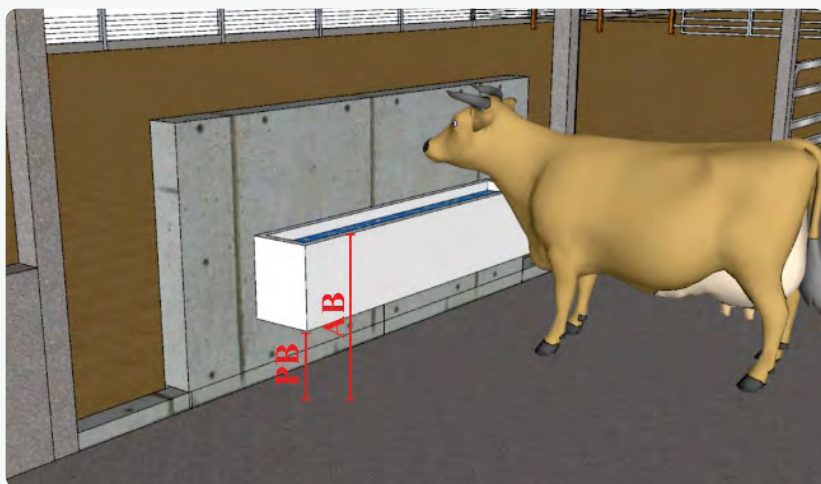


Figura
54

Dimensões Bebedouro

Fonte: adaptado de Damasceno (2020)

Legenda: AB: altura do bebedouro (0,60 a 0,80 m); e PB: profundidade do bebedouro (0,15 a 0,30 m).

Os bebedouros devem ser instalados no corredor de alimentação para maior facilidade na inspeção e limpeza. Em alguns projetos, os bebedouros são instalados no corredor de serviço (situado no lado oposto ao corredor de alimentação).

A limpeza deve ser realizada de uma a duas vezes por semana. A depender das condições da água, pode ser necessária uma limpeza diária. A velocidade de enchimento do bebedouro deve ser suficiente para que os animais não fiquem esperando seu completo preenchimento.



Figura 55 Bebedouro e manejo: Bebedouro com água inadequada para consumo dos animais / muitos resíduos ao fundo do cocho



Figura 56 Bebedouro e manejo: limpeza do bebedouro

Fonte: Acervo de Flávio A. Damasceno



ATENÇÃO

Os bebedouros não devem ser instalados na área de cama, evitando assim o aumento da umidade da cama. Longe dessa área, os bebedouros se mantêm mais limpos, dispensando futuros ajustes da altura.

1.3.6. CONHEÇA OS TIPOS DE TELHADO

O telhado tem a função de proteger os espaços internos da instalação contra as intempéries ambientais (chuva, sol, vento, entre outras), concedendo aos animais e pessoas conforto térmico, podendo também controlar a radiação solar incidente e promover a captação e distribuição das águas pluviais.

Para facilitar a montagem e reduzir o custo de construção, são usados telhados metálicos (de aço galvanizado ou alumínio) em instalações *Compost Barn*. Esse tipo de telhado possui baixo coeficiente de absorção (que implica elevada reflexividade) e alto valor de condutividade térmica (que implica reduzido poder de isolamento térmico). Em função disso, recomenda-se o uso de mantas térmicas abaixo da cobertura metálica para reduzir o fluxo de calor para o interior da instalação. Nesse caso, é sempre preferível utilizar, como proteção adicional contra a insolação, materiais de grande inércia térmica e com inclinação adequada para minimizar a transferência de energia radiante através do material de coberturas em instalações de animais.

Assim, a inclinação do telhado em instalações do referido sistema deverá ser entre 15° e 25° para atender alguns critérios econômicos, estruturais e térmicos (BEWLEY *et al.*, 2012).



Fonte: adaptado de Damasceno (2020)

O beiral tem a finalidade de evitar que a chuva e os respingos da água do telhado – e, em situações excepcionais, a neve – caiam sobre a área de cama, o que é capaz de aumentar a umidade da cama e prejudicar o processo de compostagem. Dessa forma, a largura do beiral depende da altura da instalação e da mureta, da velocidade do vento e do ângulo de incidência da chuva. Levando isso em consideração, recomenda-se que o beiral deva ter larguras entre 2,0 e 3,0 m (OLIVEIRA et al., 2019).



Figura
58

Detalhes do beiral de uma instalação
Compost Barn

Fonte: Flávio A. Damasceno

Na extremidade do beiral do telhado e das coberturas, podem ser instaladas calhas para captação da água da chuva, que devem conduzi-la por meio de tubos até os reservatórios destinados ao seu armazenamento. As calhas são canais, na sua grande maioria de aço galvanizado ou chapas de alumínio, e são usadas para evitar que o respingo da chuva no solo caia sobre a superfície da cama.



Figura
59

Calha para captação da água da chuva:
armazenamento em reservatório fechado



Figura
60

Calha para captação da água da chuva:
armazenamento em reservatório aberto

Fonte: Acervo de Flávio A. Damasceno

As extremidades da cobertura da instalação, também conhecidas como oitões, devem ser fechadas na parte superior, próximo ao telhado. Alguns dispositivos têm sido adotados como proteção nos oitões das instalações para evitar que as chuvas inclinadas pelo vento caiam sobre

a área de cama. Nesses casos, têm sido utilizadas telhas metálicas ou sombrites como forma de barreira. Ao se fazer uso desses dispositivos, deve-se tomar cuidado para que a ventilação natural não seja prejudicada.



Figura
61

Instalações *Compost Barn* com proteção nos oitões para evitar a entrada de chuvas: telha metálica



Figura
62

Instalações *Compost Barn* com proteção nos oitões para evitar a entrada de chuvas: sombrite

Fonte: Acervo de Flávio A. Damasceno



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O confinamento dos animais em instalações constitui uma das principais estratégias utilizadas quando se busca melhorar a produtividade, a qualidade do leite e a sanidade do rebanho. No Brasil, atualmente é observado um elevado interesse, por parte dos produtores de leite, sobre o sistema de confinamento *Compost Barn*. Entretanto, devido à carência de informações e orientações detalhadas relativas à sua aplicabilidade, são observados diversos problemas quanto à funcionalidade e aos manejos nestas instalações.

O manejo da cama nesse sistema exige cuidados específicos, e, como o Brasil possui uma grande extensão territorial, a variabilidade climática interfere diretamente no manejo da cama. Além disso, os diversos tipos de materiais utilizados na cama possuem reações físicas, químicas e biológicas adversas. Dessa forma, um projeto bem elaborado, assim como um estudo mais detalhado sobre o material e o manejo a ser adotado na cama podem garantir uma melhor eficiência do sistema como um todo.

Para a seleção e a determinação da quantidade de ventiladores utilizados no *Compost Barn*, o produtor deve ficar atento aos diversos tipos e modelos existentes comercialmente, pois a depender do tipo e do modelo

escolhido, o consumo energético poderá ser muito elevado, inviabilizando o retorno financeiro da produção de leite.

Por fim, com este material técnico, espera-se que os produtores e os trabalhadores rurais que atuam na bovinocultura de leite tenham mais êxito e sucesso na condução dos projetos de Compost Barn nas diversas regiões do Brasil.



REFERÊNCIAS

ADAMS, R.S. Calculating drinking water intake for lactating cows. Dairy Reference Manual (NRAES-63). Ithaca, NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 1998.

ALSAAOD, M.; NIEDERHAUSER, J. J.; BEER, G.; ZEHNER, N.; SCHUEPBACH-REGULA, G.; STEINER A. Development and validation of a novel pedometer algorithm to quantify extended characteristics of the locomotor behavior of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 8, p. 6236-6242, 2015.

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2044-2050, 1994.

BALCELLS, J.; FUERTES, E.; SERADJ, A. R.; MAYNEGRE, J.; VILLALBA, D.; DE LA FUENTE, G. Study of nitrogen fluxes across conventional solid floor cubicle and compost-bedded pack housing systems in dairy cattle barns located in the Mediterranean area: effects of seasonal variation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 11, p. 10882-10897, 2020.

BARBERG, A.F E.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Compost dairy barns in Minnesota: a descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, Saint Joseph, v. 23, n. 2, p. 231-238, 2007.

BEWLEY, J. M.; ROBERTSON, L. M.; ECKELKAMP, E. A. A 100-year review: lactating dairy cattle housing management. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 12, p. 10418-10431, 2017.

BEWLEY, J. M.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A.; BLACK, R. A. Compost bedded pack barn design features and management considerations. Cooperative Extension Publ. ID-206, Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington. 2012.

BOOTH, C. J.; WARNICK, L. D.; GRÖHN, Y. T.; MAIZON, D. O.; GUARD, C. L.; JANSSEN, D. Effect of lameness on culling in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 4115-4122, 2004.

BRITO, E. C. **Produção intensiva de leite em compost barn: uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

Caetano, G.; Caetano Júnior, M. B. Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas. Pubvet, v. 9, p. 348-399, 2015

CARMO, T. J. D. **Planeamento de instalações para bovinos leiteiros e o seu impacto na saúde animal**. 2008. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

CARVALHO, L. A.; NOVAES, L. P.; MARTINS, C. E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A. C. C. L.; LIMA, V. M. B. Sistema de produção de leite (Cerrado). Infraestrutura. **Embrapa Gado de Leite**, [Online], 2002. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/infra/15.html>. Acesso em: 10 set. 2021.

COELHO, E. **Metodologia para análise e projeto de sistema intensivo de produção de leite em confinamento tipo baias livres**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

Cook, N. B, J. P Hess, M. R. Foy, T. B. Bennett, and R. L. Brotzman. 2016. Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. *J. Dairy Sci.*

DAMASCENO, F. A. (org.). **Compost barn como alternativa para a pecuária leiteira**. Divinópolis: Adelante, 2020.

DAMASCENO, F. A.; OLIVEIRA, C. E. A.; FERRAZ, G. A. S.; NASCIMENTO, J. A. C.; BARBARI, M.; FERRAZ, P. F. P. Spatial distribution of thermal variables, acoustics and lighting in compost dairy barn with climate control system. **Agronomy Research**, Tartu, v. 17, n. 2, p. 385–395, 2019.

DEGASPERI, S. A. R.; COIMBRA, C. H.; PIMPÃO, C. T. Estudo do comportamento do gado Holandês em sistema de semiconfinamento. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v. 1, n. 4, p. 41–47, 2017.

ECKELKAMP, E. A.; TARABA, J. L.; AKERS, K. A.; HARMON, R. J.; BEWLEY, J. M. Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. *Livestock Science*, 19, 2016.

FÁVERO, S. **Fatores associados à qualidade do leite, higiene animal e concentração bacteriana na cama de vacas leiteiras confinadas no sistema de compostagem.** 2015. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2015.

FIRK, R.; STAMER, E.; JUNGE, W.; KRIETER, J. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, [Online], v. 75, n. 3, p. 219–232, 2002.

Guimarães, J. D., Alves, N. G., Costa, E. P., Silva, M. R., Costa, F. M. J., Zamperlini, B. (2002). Eficiências Reprodutiva e Produtiva em Vacas das Raças Gir, Holandês e Cruzadas Holandês x Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2), 641–647.

GUIMARÃES, M. C. C. **Metodologia para análise de projetos de sistemas intensivos de terminação de bovinos de corte.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

HALACHMI, I.; GUARINO, M.; BEWLEY, J.; PASTELL, M. Smart animal agriculture: application of real-time sensors to improve animal well-being and production. **Annual Review of Animal Biosciences**, [Online], v. 7, p. 403–425, 2019.

Hansen, M. F.; Smith, M. L.; Smith, L. N.; Jabbar, K. A.; Forbes, D. Automated monitoring of dairy cow body condition, mobility and weight using a single 3D video capture device. *Computers in Industry*, v. 98, p. 14-22, 2018.

JANK, M. S.; FARINA, E. Q.; GALAN, V. B. **O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo: Milkbuzz, 1999.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, Saint Joseph, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2007.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985.

KING, T. Creatures of comfort; dairy cattle on compost. **The Farm**, Mankato, 3 ago. 2007. Disponível em: https://www.thelandonline.com/archives/creatures-of-comfort-dairy-cattle-on-compost/article_f48f3371-79bd-50d4-a550-cfecce0e4cf9.html. Acesso em: 31 maio 2021.

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**, [Online], v. 93, p. 20-29, 2010.

LESO, L.; BARBARI, M.; LOPES, M. A.; DAMASCENO, F. A.; GALAMA, P.; TARABA, J. L.; KUIPERS, A. Invited review: compost-bedded pack barns for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 2, p. 1072-1099, 2020.

LESO, L.; CONTI, L.; ROSSI, G.; BARBARI, M. Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: a case study in Italy. *Agronomy Research*, Tartu, v. 16, n. 3, p. 794–805, 2018.

LOBECK, K. M.; ENDRES, M. I.; SHANE, E. M.; GODDEN, S. M.; FETROW, J. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 94, n. 11, p. 5469–5479, 2011.

MACHADO FILHO, L. C. P.; TEIXEIRA, D. L.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; HOTZEL, M. J. Designing better water troughs: dairy cows prefer and drink more from larger troughs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 89, p.185–193, 2004.

MCFARLAND, D. F. Nutritional interactions related to dairy shelter design & management. *Advances in dairy technology*, v. 15, p.69–83, 2003.

MIDWEST PLAN SERVICE (MWPS-7). Dairy Freestall Housing and Equipment. 7th edition, Midwest Plan Service, Agricultural and Biosystems Engineering Department, Iowa State University, 2000.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Pecuária de baixa emissão de carbono: Tecnologias de Produção Mais Limpa e Aproveitamento Econômico dos Resíduos da Produção de Bovinos de Corte e Leite em Sistemas Confinados / Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento. Secretaria de Mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo. – Brasília: MAPA, 2017.

MILLER, F. C. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. In: MEETING, F. B. (ed.). **Soil microbial ecology**: applications in agricultural and environmental management. New York: Marcel Dekker Inc., 1992. p. 515-544.

MONDINI, C.; FORNASIER, F.; SINICCO, T. Enzymatic activity as a parameter for the characterization of the composting process. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 36, n. 10, p. 1587-1594, 2004.

MORREL, J. L.; COLIN, F.; GERMON, J. C.; GODIN, P.; JUSTE, C. Methods for evaluation of the maturity of municipal refuse compost. In: GASSER, J. K. R. (ed.). **Composting of agricultural and other wastes**. London: Elsevier, 1985. p. 56-72.

NEETHIRAJAN, S.; KEMP, B. Digital livestock farming. **Sensing and Bio-Sensing Research**, [Online], v. 32, p. 1-12, 2021.

NESTLÉ. Serviço Nestlé ao Produtor. Compost barn: conheça melhor esse novo sistema de produção. Disponível em: <https://docplayer.com.br/157715276-Compost-barn-conheca-melhor-esse-novo-sistema-de-producao.html>. Acesso em: 9 maio 2022.

NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE – NRAES. **On-Farm Composting Handbook (NRAES-54)**. Ithaca: PALS, 1992.

Omega – How to Measure pH Levels in a Ruminant's Digestive System. Disponível em: <https://www.omega.com/en-us/resources/ph-measurement-digestive-system>. Acesso: 30 de janeiro de 2020.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1., 1995, Curitiba. **Anais [...]**. Campinas: Facta, 1995. p. 297-298.

OLIVEIRA, V. C.; DAMASCENO, F. A.; OLIVEIRA, C. E. A.; FERRAZ, P. F. P.; FERRAZ, G. A. S.; SARAZ, J. A. O. Compost-bedded pack barns in the state of Minas Gerais: architectural and technological characterization. **Agronomy Research**, Tartu, v. 17, n. 5, p. 2016-2028, 2019.

OLSZENSVSKI, F. T. **Avaliação do ciclo de vida da produção de leite em sistema semiextensivo e intensivo**: estudo aplicado. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

Pereira GM, Heins BJ, Endres MI. 2018. Technical note: validation of an ear-tag accelerometer sensor to determine rumination, eating, and activity behaviors of grazing dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 101:2492-95

Pereira, MHC, Rodrigues, ADP, De Carvalho, RJ, Wiltbank, MC & Vasconcelos, JLM. (2014). Increasing length of an estradiol and progesterone timed artificial insemination

protocol decreases pregnancy losses in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97 (3), 1454–1464

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

RADAVELLI, W. M. Caracterização do sistema compost barn em regiões subtropicais brasileiras. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC, 2018.

Roelofs JB, van Eerdenburg FJ, Soede NM, Kemp B. Pedometer readings for estrous detection and aspredictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, v.64, p.1690–1703, 2005.

RICHARD, T.; TRAUTMANN, N.; KRASNY, M.; FREDENBURG, S.; STUART, C. The Cornell University Composting Website. The science and engineering of composting. 2002. Disponível em: <http://compost.css.cornell.edu/science.html>. Acesso em: 9 maio 2022.

RODRIGUES, M.S.; SILVA, F.C.; BARREIRA, L.P.; KOVACS, A. Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. In: Spadotto, C.A.; Ribeiro, W. Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria. FEPAF. Botucatu, p. 63–94, 2006.

SCARIOT, J.; SOUZA, B. F.; ZANELLA, E. L.; ZANELLA, R. Teste de eficiência de um novo dispositivo eletrônico de identificação de cio em fêmeas bovinas leiteiras mantidas em regime de compost barn. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 44, n.2, p. 64–70, 2020.

SCHLAGETER-TELLO, A.; BOKKERS, E. A.; GROOT KOERKAMP, P. W.; VAN HERTEM, T.; VIAZZI, S.; [...]; LOKHORST, Kees. Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: a review. **Preventive Veterinary Medicine**, [Online], v. 116, n. 1-2, p.12-25, 2014.

SHARMA, V.K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F.; CORNACCHIA, G. Processing of urban and agroindustrial residues by anaerobic composting: review. **Energy Conversion and Management**, [Online], v. 38, n. 5, p.453-478, 1997.

SIQUEIRA, A. V. Instalação do tipo “compost barn” para confinamento de vacas leiteiras. Trabalho de conclusão (Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2013.

SONG, X.; BOKKERS, E. A. M.; VAN DER TOL, P. P. J.; GROOT KOERKAMP, P. W. G.; VAN MOURIK, S. Automated body weight prediction of dairy cows using 3-dimensional vision. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, n. 5, p. 4448-4459, 2017.

SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; SARTOR, V.; PAULA, M. O. **Unidades para Produção Animal – UPAs**: planejamento e projeto. Viçosa: Editora UFV, 2021.

STEENEVELD, W.; VERNOOIJ, J. C. M.; HOGVEEN, H. Effect of sensor systems for cow management on milk production, somatic cell count, and reproduction. *Journal of Dairy Science*, v. 98, n. 6, p. 3896-3905, 2015.

TOMICH, T. R.; MACHADO, F. S.; PEREIRA, L. G. R.; CAMPOS, M. M. Nutrição de precisão na pecuária leiteira. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, [Online], n. 79, p. 54-72, 2015.



Coleção Senar

WWW.SENAR.ORG.BR

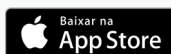
COLEÇÃO SENAR

cnabrazil.org.br/senar/colecao-senar

CURSOS EAD

ead.senar.org.br

Baixe o aplicativo
Estante Virtual da Coleção Senar



Baixe o aplicativo
SENAR RA

