

UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL

Rodrigo Görgen Chaves

**INVESTIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONFINAMENTO
DO TIPO CAMAS DE COMPOSTAGEM EM PROPRIEDADES LEITEIRAS NO
SUL DO BRASIL**

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta - RS, 2015.

UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL

Rodrigo Görgen Chaves

**INVESTIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONFINAMENTO
DO TIPO CAMAS DE COMPOSTAGEM EM PROPRIEDADES LEITEIRAS NO
SUL DO BRASIL**

Orientador: Prof.º Dr. Lucas Carvalho Siqueira

Dissertação de Mestrado
apresentada ao curso de
Mestrado em Desenvolvimento
Rural da Universidade de Cruz
Alta, como requisito parcial para
obtenção do Título de Mestre em
Desenvolvimento Rural.

Cruz Alta - RS, julho, 2015.

UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL

**INVESTIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONFINAMENTO
DO TIPO CAMAS DE COMPOSTAGEM EM PROPRIEDADES LEITEIRAS NO
SUL DO BRASIL**

Elaborado por

Rodrigo Görgen Chaves

Como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre
em Desenvolvimento Rural.

Banca Examinadora:

Prof.º Dr. Lucas Carvalho Siqueira _____ UNICRUZ

Prof.º Dr^a. Claudia Maria Prudêncio de Mera _____ UNICRUZ

Prof.º Dr. Gilmar Roberto Meinerz _____ UFFS

Cruz Alta – RS, 28 de julho de 2015.

RESUMO

INVESTIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONFINAMENTO DO TIPO CAMAS DE COMPOSTAGEM EM PROPRIEDADES LEITEIRAS NO SUL DO BRASIL

Autor: Rodrigo Görgen Chaves

Orientador: Prof.º Dr. Lucas Carvalho Siqueira

O conforto animal em sistemas de produção leiteira ganha cada vez mais espaço e sua importância é inquestionável, refletindo nos índices produtivos de todo o rebanho. O sistema de Cama de Compostagem para confinamento de bovinos leiteiros, embora relativamente novo no Brasil, conta com muitos projetos implementados recentemente. A busca por maior eficiência produtiva com um custo de produção equilibrado está diretamente relacionada com o custo fixo que o valor da terra impõe sobre o sistema. Por este e outros fatores, o confinamento de vacas leiteiras é uma alternativa entre as estratégias para o desenvolvimento rural que podem maximizar produção animal. Este estudo teve por objetivo avaliar os custos de implantação de sistemas de confinamento de vacas leiteiras em camas de compostagem, a fim de obter valores médios por m² de área construída e por vaca alojada. Para tanto, as propriedades foram subdivididas em dois grupos, sendo o das que construíram o sistema por completo com área de alimentação (Grupo A) e o das propriedades que fizeram aproveitamento de área de alimentação já existente na propriedade, vindo a construir somente área de camas (Grupo B). O levantamento de dados primários foi realizado por meio de questionário aplicado a campo, em 12 propriedades que aderiram ao sistema de confinamento com Camas de Compostagem nos estados do RS, SC e PR. Para os confinamentos do tipo Camas de Compostagem avaliados neste estudo, obteve-se um custo médio por metro quadrado total construído de R\$ 165,99 e um custo atual por animal no sistema de R\$ 2.719,00. Os galpões estão atualmente sendo subutilizados e ajustando-se a lotação dos sistemas, seria possível reduzir em média 30% o custo por vaca alojada.

Palavras-Chave: Confinamento, Custos de implantação, Produção leiteira.

ABSTRACT

THE IMPLEMENTATION INVESTMENTS OF COMPOST BEDDED PACK BARN IN SOUTH BRAZILIAN DAIRY FARMS

Author: Rodrigo Grgeren Chaves

Advisor: Prof. Dr. Lucas Carvalho Siqueira

Animal comfort in Dairy production systems has an unquestionable importance, with reflexes on the entire herd productive indexes. The systems using Compost bedded pack barns for dairy bovines are relatively new in Brazil, being implemented many new projects every year. The search for Production efficiency, with equilibrate production cost, is directly related to Land use and Fixes costs. Dairy cows confinement is an alternative among other strategies to promote Rural Development through production intensification. This study aimed to evaluate the implementation costs of compost bedded pack barns in south Brazilian dairy farms, obtaining mean values for square meter of construction and per cow. Therefore, farms were divided in two groups: The ones that had constructed a entire new Barn with feeding area (Group A) and those that build only the compost bedded pack barns, maintaining the original feeding areas (Group B). Primary data were collected using questionnaires applied to 12 Dairy producers that recently adopted this production system on the States of RS, SC e PR. For the cases studied, mean values obtained for square meter of construction was R\$ 165,99 and R\$ 2,719.00 per cow allocated. Since barns were currently sub- exploited, if heard size were adjusted, it would be possible to reduce 30 % on average the cost per allotted cow.

Key words: Containment, Implementation Costs, Dairy Production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Sistema de confinamento do tipo Camas de Compostagem para bovinos leiteiros.....16

FIGURA 2 - Revolvimento de Cama de Compostagem com uso de subsolador.....22

FIGURA 3 - Localização das propriedades participantes do estudo nos estados do RS, PR e SC.....26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Abrangência do estudo com área total de construções e área de cama avaliada, em relação ao número de animais atual e total compatível à estrutura.....29

TABELA 2 - Principais variáveis que impactaram em custo e sua representação Mínima, Máxima e Média para os Grupos A e B em % sobre o valor total dos investimentos para os confinamentos.....30

TABELA 3 - Dados técnicos e financeiros referentes às áreas de cama de compostagem.....33

TABELA 4 - Custos totais médios e custos médios isolados dos Grupos A e B por animal no confinamento.....35

TABELA 5 – Custos por m² total construído para as variáveis que mais influenciaram em investimentos no sistema.....37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CB – compost barns.

C/N – Relação Carbono Nitrogênio.

Dr - Doutor

m² - Metros quadrados.

m³ - Metros cúbicos.

pH – Potencial hidroeletrolítico.

PR – Estado do Paraná.

Prof. – professor

RS – Estado do Rio Grande do Sul.

SC – Estado de Santa Catarina.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivogeral	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Camas de compostagem para confinamento de bovinos leiteiros.....	15
3.2 Características de funcionamento de um confinamento do tipo Cama de Compostagem.....	16
3.3 Princípios técnicos para implantação de confinamentos do tipo Cama de Compostagem.....	17
3.4 Princípios de funcionamento da fermentação em camas de compostagem.....	20
3.5 Manejos de manutenção para camas de compostagem.....	21
3.6 Aspectos econômicos para investimentos em confinamentos de cama de compostagem.....	23
4 METODOLOGIA	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Variáveis que mais impactaram em custo percentualmente ao total dos investimentos.....	29
5.2 Resultados técnicos e financeiros obtidos para as camas de compostagem avaliadas.....	31
5.3 Dados Médios de Custo por animal no sistema.....	34
5.4 Custo do m ² para as principais variáveis que impactaram em investimento nos sistemas.....	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	46

1 INTRODUÇÃO

Apesar de certos entraves, a atividade leiteira no Sul do Brasil vem se fortalecendo com a estruturação das propriedades e a certeza de que haverá sucesso para as empresas rurais que trabalham de forma eficiente. Independente do número de animais em lactação, o sucesso na produção poderá ser buscado através da eficiência produtiva dos rebanhos, ou seja, não aquele que produz mais leite, mas sim o que produz de forma rentável, contabilizando seus custos mensais e com controle total sobre seu patrimônio, sua propriedade, seus animais.

Para Pindyck e Rubinfeld (2006), os estudos de eficiência produtiva visam determinar os melhores padrões de gestão e busca por competitividade. Para a ciência econômica, ser eficiente em uma atividade significa ter um ótimo aproveitamento de recursos (insumos) com ausência de desperdícios, visando à obtenção de maior volume de produto final. Para os mesmos autores, a eficiência também significa ter ausência de perdas e possibilidade de desenvolver tanto produto final, quanto os insumos utilizados no processo de produção.

O desenvolvimento agropecuário nos Estados do Sul tem se dado aos poucos com avanços tecnológicos neste setor, sendo que grandes áreas antes destinadas à pecuária possuem certa propensão a ceder espaço à atividade agrícola. Com a valorização da soja, as áreas de terra também se supervalorizaram, tanto para venda quanto para arrendamentos. Este fato talvez possa influenciar diretamente as metas de produtividade das atividades de pecuária, sejam de leite ou corte.

Certas mudanças em escala de produção promovidas pela tecnificação e modernização no meio agrícola podem estimular tendências especulativas, e servir para acentuar a concentração da propriedade à grandes produtores, territorializando o capital. Para que as atividades de produção leiteira sejam viáveis, elas precisam ter rentabilidade superior aos obtidas com o arrendamento para lavoura da área ocupada para a atividade. Este fato pode se tornar um desafio, e provavelmente, para se obter bons resultados, o produtor precisará produzir em reduzidas áreas de terra, mantendo volume produzido e minimizando seus custos de produção. As propriedades que demandam grandes áreas de terra, com baixa produtividade acabam tendo fragilidade financeira caso incluam seus custos de oportunidade na avaliação

mensal de sua atividade produtiva. Como alternativa a este cenário, os sistemas de confinamento de animais de produção podem demandar área menor de terra, o que reduz seus impactos nos custos da atividade. Pelo potencial leiteiro atual e grande capacidade de ampliação da pecuária de leite nos estados do Sul, fez-se a escolha desta região para foco de pesquisa.

Schiffler et al. (1999) afirma que no mundo, a produção de leite tem se desenvolvido através de inovações tecnológicas. Segundo Madalena (2001), esta atividade para ser rentável deve justificar economicamente os seus investimentos em instalações, máquinas e equipamentos. Um dos principais fatores que exercem influencia sobre o custo de produção da propriedade é o nível de tecnologia empregada no sistema. A escolha do sistema de produção a ser adotado depende diretamente dos objetivos propostos para a atividade (FIGUEIREDO; GOMES, 2009). Para Konzen (1998), os sistemas tecnificados são mais rentáveis que os menos tecnificados.

O avanço nos resultados em produção leiteira é obtido com a introdução de animais melhorados geneticamente para este fim, sendo que os mesmos possuem metabolismo bastante elevado com demanda superior em energia e produção de maior quantidade de calor endógeno (SOUSA et al., 2004). Conforme Titto (1998), muitas propriedades leiteiras estão investindo em sistemas de ventilação a fim de proporcionar conforto para seus animais, numa tentativa de minimizar fatores ambientais que limitam a produção de vacas especializadas de alto padrão genético e metabolismo elevado.

Lopes e Carvalho (2000), relatam que os dados obtidos referentes à custo de produção do leite tem sido utilizados para análise da rentabilidade dos sistemas, visando controlar custos, planejar operações do sistema e identificar pontos de equilíbrio nas propriedades. Todavia, segundo Marques (1999), alguns pesquisadores têm se preocupado em estimar custo de produção e viabilidade econômica do sistema, sem contudo, mensurar o impacto que as variações do preço do leite exercem sobre os fatores produtivos e sobre a rentabilidade do sistema. O conforto animal em sistemas de produção leiteira ganha cada vez mais espaço e sua importância é inquestionável, partindo do quesito bem-estar animal que reflete nos índices produtivos de todo o rebanho. Os confinamentos de bovinos leiteiros quando bem planejados e manejados possibilitam um ótimo aproveitamento da produção animal, maximização do uso da terra e juntamente com uma nutrição adequada consegue-se atingir ótimos volumes de produção na atividade leiteira.

No final dos anos de 1980, os primeiros confinamentos para bovinos leiteiros do tipo cama de compostagem surgiram nos Estados Unidos, no estado da Virgínia. No ano de 2002, no estado de Kentucky houve um aumento no número de adeptos após a construção de projetos pioneiros nesta região. Neste mesmo estado, no ano de 2010 já havia mais de 50 fazendas com este tipo de confinamento de vacas. A funcionalidade do sistema, que proporciona conforto animal, com manejo simples e custo razoável foi o motivo para a grande aceitação do mesmo, motivando um grande número de estudos e publicações na área (RUSSELE et al., 2009).

Zdanowics et al. (2004) explica que o sistema com camas de compostagem é mais uma alternativa para confinamento de vacas leiteiras, onde as mesmas ficam livres em um espaço coletivo, com liberdade para que deitem em qualquer local da cama, de forma mais natural. Quando em pé estas vacas ficam sobre uma superfície macia e confortável, diferente dos sistemas de freestall, onde a maior parte do ambiente onde as vacas permanecem é formado por superfície de concreto. O bem-estar destas vacas em camas de compostagem é um diferencial importante deste sistema.

Barberg et al. (2007) constataram que os principais motivos para os produtores aderirem a construção deste tipo de sistema foram voltados a facilidade para o serviço diário que se torna um tanto favorecido, mas principalmente pelas melhorias nos índices de conforto animal que refletem em maior longevidade das vacas. Para Turner (2005), a degradação de dejetos animais na forma de compostagem apresenta a vantagem de reduzir o volume e o peso do material a ser tratado, deixando o mesmo estável, com redução significativa de microrganismos patogênicos sem geração de odores desagradáveis, tendo ótimo valor para adubação de plantas.

No cotidiano de um profissional de campo na área de bovinocultura de leite, são comuns os questionamentos por parte dos produtores se referindo à tipos de confinamentos para produção leiteira, particularidades e níveis de investimento cada sistema. Perante esta situação, salientou-se a necessidade de levantamento de dados mais reais, referentes aos sistemas de confinamento do tipo “Compost Barns” que são estruturas com grande área comum de camas de compostagem compostas de um substrato (serragem, por exemplo), onde as vacas possuem grande liberdade e conforto.

Este estudo visou o levantamento de dados referentes aos custos de implantação de sistemas de confinamento para bovinos leiteiros do tipo Cama de Compostagem. A coleta de dados para tal pesquisa foi realizada em conciliação com atividade profissional de campo e visitação das propriedades, sendo que foi realizado um questionário com perguntas pertinentes ao assunto abordado, dando posteriormente subsídios para que se respondesse o questionamento principal de quais os custos para a implantação deste sistema de confinamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este estudo tem por objetivo determinar o investimento médio por vaca em lactação praticado para implantação de sistemas de confinamento do Tipo Cama de Compostagem em propriedades leiteiras no Sul do Brasil, determinando as principais variáveis que impactam em custo e sua participação sobre o investimento total do projeto.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar dados atuais médios de investimento em:

- Mão de obra e materiais de construção.
- Sistema de ventilação.
- Substratos para a cama.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Camas de compostagem para confinamento de bovinos leiteiros

Existem grandes discussões quanto ao uso dos diferentes tipos de sistemas de produção leiteira em função da necessidade de intensificação da pecuária brasileira. As maiores discussões se baseiam em torno do sistema intensivo de confinamento e sistemas voltados à maximização do uso de pastagens (SANTOS e JUCHEM, 2000).

Segundo Chaplin et al. (2000), na criação de ambientes confortáveis para criação de bovinos leiteiros deve ser levado em consideração o bem estar animal e a perspectiva de retornos econômicos. Além de correto dimensionamento, o sistema depende da formação de uma cama confortável, proporcionando conforto térmico e maciez, ajudando a manter as vacas limpas e saudáveis, minimizando as tarefas diárias de manejo. Para Haley et al. (2001), a liberdade que as vacas possuem para se movimentar e deitar é muito importante e notável neste sistema de produção. O sistema de Cama de Compostagem para confinamento de bovinos leiteiros, embora novidade para muitos no Brasil, esta em ênfase com grande número de novos projetos surgindo. A Cama de Compostagem (Figura 1) é formada por um substrato base, que normalmente é preenchido por maravalha e serragem, derivadas de lenharias.

Os confinamentos do tipo cama de compostagem, por serem relativamente novos para produtores brasileiros, precisam ainda maiores esclarecimentos técnicos que definam com mais precisão detalhes de gestão da cama para que se chegue mais rapidamente ao funcionamento ideal. Sabe-se que as chaves principais para o sucesso são localização e planejamento das instalações permitindo entrada de correntes de ar externo, ventilação forçada do sistema para resfriamento de vacas e secagem superficial do composto, frequência de revolvimento para aeração da cama visando controle da umidade do sistema e por fim controle da lotação animal sobre a cama. O objetivo destes cuidados é proporcionar uma superfície saudável e confortável para os animais conferindo melhor qualidade de vida e produção de leite (WAGNER, 2002).

Valente et al. (2009) afirmam que a eficiência do projeto de compostagem esta diretamente relacionada com condições de aerobiose onde microrganismos se multiplicam estabilizando material orgânico. Também citam que condições de umidade,

presença de oxigênio, relação C/N e granulometria do composto são pontos importantes para serem monitorados com frequência. Os sistemas de Camas de Compostagem são manipulados revolvendo seu substrato no mínimo duas vezes ao dia, para incorporar os dejetos a cama e adicionar oxigênio, proporcionando uma superfície fresca, suave e arejada (JANNI et al., 2007).

Figura 1: Sistema de Confinamento do tipo Cama de Compostagem para bovinos leiteiros.



Fonte: Autor.

3.2 Características de funcionamento de um confinamento do tipo cama de compostagem.

Conforme Kiehl (2004) durante todo o processo de compostagem ocorre produção de calor, com liberação de gás carbônico e vapor de água. Estudos de Zucconi e Bertoldi (1991) relacionam estas características ao metabolismo exotérmico dos microrganismos que respiram, causando evaporação da água que é favorecida pelo aumento da temperatura gerada no interior da massa de compostagem.

Na compostagem, a umidade é indispensável para a atividade metabólica e fisiológica dos microrganismos, sendo que o teor considerado ideal para o sistema é com valores entre 50 e 60% (RODRIGUES et al., 2006). Richard et al. (2002) afirma que materiais com 30% de umidade inibem a atividade microbiana, sendo que um meio com umidade acima de 65% proporciona uma decomposição lenta, condições de anaerobiose e lixiviação de nutrientes.

A umidade em excesso reduz a penetração de oxigênio no composto, uma vez que a matéria orgânica decomposta é hidrófila e as moléculas de água se aderem fortemente à superfície das partículas saturando seus macro e micro poros afetando as propriedades físicas e químicas do sistema. A umidade também interfere indiretamente na temperatura do processo de compostagem que é uma consequência da atividade metabólica dos microrganismos (ECO-CHEM., 2004).

Peixoto (1988) afirma que a umidade, juntamente com a aeração, o pH, a relação C/N, a granulometria do material e as dimensões de um sistema de compostagem possuem efeito direto sobre o desenvolvimento de microrganismos e indireto sobre a temperatura do processo. A eficiência do processo de compostagem baseia-se na interdependência e no inter-relacionamento desses fatores. Os problemas de manqueira em vacas leiteiras é um importante problema relacionado negativamente com o bem-estar animal, conferindo perda de produtividade. Os sistemas de alojamento que incluem pisos de concreto podem aumentar os problemas de claudicação e lesões de jarrete (WEARY e TASZKUN, 2000).

O conforto que as camas de compostagem conferem as vacas, e ao mesmo tempo a melhoria na qualidade de vida aos produtores são os principais motivadores para a adesão a este sistema. Uma superfície seca é característica fundamental para uma boa cama, tendo baixa concentração de patógenos e redução de organismos que causam mastites ambientais (HASHEMI et al., 2001).

3.3 Princípios técnicos para implantação de confinamento do tipo Cama de Compostagem.

As projeções para construção de um confinamento com camas de compostagem são semelhantes em alguns aspectos aos tradicionais confinamentos do tipo freestall

(NRAES-76,1995; MWPS-7, 2000). Os dois sistemas possuem área exclusiva para alimentação com corredor concretado e linha de cocho e bebedouros de água. A principal diferença está nas áreas de descanso para os animais, onde há uma grande área composta pelo substrato utilizado, geralmente serragem, cercado por uma mureta lateral de aproximadamente 1,20 metros (ENDRES e JANNI, 2009).

Os corredores de alimentação geralmente possuem largura de 4,24 metros para que de um lado as vacas consigam comer e do outro tenham acesso aos bebedouros com água (GAY, 2009). A distribuição de ventilação sobre o sistema de camas ajuda na manutenção de um ambiente saudável, renovando o ar do galpão retirando o calor, o odor, gases, e a umidade que o composto gera em seu funcionamento. A renovação do ar dentro do sistema deve ocorrer sempre, independente das condições de temperatura dentro ou fora da compostagem. Um abastecimento contínuo de ar fresco dentro do sistema é necessário, sempre que os animais estiverem estreitamente confinados (WEELS, 2004).

Construções visando utilização de ventilação natural devem estar localizadas em locais altos, e pelo menos 25 metros longe de árvores, silos, barrancos e demais estruturas que possam interromper o fluxo natural do ar. Qualquer estrutura que esteja à distância próxima poderá interromper o desempenho do fluxo de ar por até 10 vezes o valor de sua altura (MWPS-7, 2000). Para construções com finalidade de abrigar animais de produção, a altura lateral considerada para qualquer projeto deve ser de no mínimo 2,50 metros de área aberta. As muretas laterais que cercam o projeto devem possuir entre 0,90 e 1,20 metros de altura, permitindo acesso da ventilação adicional do meio externo e evitando entrada de parte da umidade externa que poderá atingir a estrutura em dias de chuva (MWPS-7, 2000).

Brouk et al., (2001) alertam que se haja atenção para com a disponibilidade e qualidade de água oferecida aos animais confinados, principalmente em épocas quentes do ano. Os materiais podem ser de baixo custo, mas precisam estar bem dispostos no sistema, evitando-se proximidade com a área de cama e respeitando-se um espaçamento mínimo de cocho de 0,60 centímetros para cada 10 a 20 vacas.

No quesito iluminação, para projetos com camas de compostagem há grande semelhança à projetos de freestall. Uma boa iluminação é desejada para o trabalho dos colaboradores no monitoramento dos animais e facilita o deslocamento das vacas sobre as áreas entre cama e corredor de alimentação (MWPS-7, 2000). Investimentos em iluminação

para maximizar horário de luz podem trazer rentabilidade ao sistema (Dahl et al., 1997). Quando existe boa iluminação dos projetos principalmente sobre as linhas de cocho, as vacas aumentam suas frequências de alimentação, maximizando a ingestão de matéria seca. Os investimentos em iluminação dão retorno em menos de um ano com o aumento na produção de leite devido á maior ingestão de matéria seca (Chastain and Hiatt, 1998).

Para Brouk et al., (2001) a orientação da construção de um sistema de camas de compostagem é um dos primeiros critérios a serem observados ao iniciar um projeto. Estruturas com orientação norte-sul possuem maior incidência solar na parte interna da estrutura, se comparada à orientação leste-oeste. Além da diferença de incidência de radiação solar, a orientação influencia diretamente na participação da ventilação natural no sistema. Para épocas quentes do ano, onde há incidência de ventos uniformes e consistentes, a orientação norte-sul se destaca, com grande exposição aos mesmos (MWPS-7, 2000).

Segundo Chastain, (1987), a separação vertical das aberturas na parte superior do telhado (lanternim) dos galpões, possibilita maximizar a ventilação natural do projeto pela formação de diferentes pressões geradas pelo efeito chaminé. Portanto, a inclinação do telhado é um detalhe muito importante na concepção de um sistema de confinamento naturalmente ventilado (CHASTAIN, 2000). Nas instalações que dependem de ventos naturais, tem-se dificuldade de determinar as taxas de ventilação disponíveis no meio (ALBRIGHT, 1990; ZHANG et al., 2005).

Conforme explica Seedorf et al., (1998), projetos que dependem de ventilação natural possuem um fluxo de ar muito irregular e multidirecional, e geralmente com valores muito pequenos para que se possa medir com precisão. A ventilação natural também sofre influencia da diferença de temperatura entre os meios internos e externos ao sistema. Os confinamentos com camas de compostagem que possuem problemas de ventilação, podem ter resultado de um mau planejamento, orientação inadequada ou ventilação ineficiente.

Para Wells (2004), nos sistemas de ventilação mecânica de confinamentos para bovinos leiteiros, existem vários detalhes a levar em consideração. Como exemplo, o numero e localização dos ventiladores, o numero de animais alojados, tipo de construção e incidência de ventos naturais. Os componentes do sistema de ventilação devem proporcionar condições para as diferentes épocas do ano, sendo que no inverno, é desejável uma troca de ar mínima, mas contínua removendo a umidade produzida pelos animais. Já no verão são desejadas trocas

superiores de ar, com maior velocidade, removendo ao máximo possível, o calor excessivo produzido pelos animais (MWPS-32, 2000).

3.4 Princípios de funcionamento da fermentação em camas de compostagem.

Para Miller (1992), durante a compostagem existem mudanças nas espécies de microrganismos envolvidos, fato este decorrente as modificações das condições do meio, sendo praticamente impossível de identificar todos os microrganismos presentes no sistema. Kiehl (2004), afirma que em todo processo de compostagem ocorre produção de calor, com desprendimento gás carbônico e vapor de água. Estas características se relacionam ao metabolismo exotérmico dos microrganismos e ao processo de respiração. A evaporação da água é favorecida pelo aumento da temperatura gerada pela massa em compostagem (ZUCCONI e BERTOLDI, 1991).

O uso de tratamentos de compostagem geralmente se dá a resíduos sólidos, não fluidos provenientes de fontes variadas como, por exemplo, resíduos domésticos, agroindustriais e agropecuários (AMINE-KHODJA et al., 2006). Vergnoux et al. (2009) afirma que a tecnologia de compostagem pode ser utilizada para as mais variadas fontes orgânicas, e que para todos os resíduos o método de compostagem apresenta características e processos similares. Por se tratar de um processo puramente microbiológico, a eficiência da compostagem depende da ação e interação de microrganismos, os quais são dependentes de condições favoráveis de temperatura, umidade, aeração, pH, dimensionamento das leiras, relação Carbono/Nitrogênio, granulometria e tipo de compostos orgânicos existentes no material (BIDONE, 2001).

Os resíduos vegetais e animais possuem seus principais nutrientes na forma orgânica e são decompostos em diferentes estágios (KIEHL, 1985). Diferentes microrganismos secretam enzimas digerindo os substratos da matéria orgânica, e para que esta digestão ocorra, os microrganismos liberam enzimas hidrolíticas, que retiram porções da matéria orgânica na forma solúvel e com baixo peso molecular. Nesta fase é necessária a presença de oxigênio para que a matéria orgânica seja metabolizada (KIEHL, 2004).

Kiehl (2004) explica que a compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana, onde ocorrem a oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, iniciada por uma fase inicial rápida mesofílica com células microbianas em estado de latência. Em seguida, uma fase de bioestabilização e a compostagem finaliza com a terceira etapa, onde há humificação do composto (maturação) acompanhada de uma mineralização de alguns componentes da matéria como nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio. Estes componentes passam da forma orgânica para a forma inorgânica onde se tornam disponíveis às plantas servindo para nutrição vegetal (KIEHL, 1985).

3.5 Manejos de manutenção para camas de compostagem

A correta gestão das camas de compostagem é fundamental para o sucesso no funcionamento deste sistema. Os estudos de Janni et al. (2007) recomendam que o espaço mínimo em m² por animal no sistema seja de no mínimo 6 m² para vacas Jersey e 7,9m² para as grandes raças como por exemplo o gado holandês. Já Gay (2009), recomenda um valor superior a 9,3 m² por vaca, com o objetivo de evitar superlotação e compactação da cama. Quando existe superlotação de cama pode haver um aumento nos índices de contagem de células somáticas no rebanho, necessidade de reposição mais frequente de substrato e maior risco de lesões de teto por pisoteamento.

O espaçamento de áreas de cama deve ser projetado para que todas as vacas consigam se deitar, e ainda exista espaço para que alguns animais consigam se levantar e deslocar a cochos de água ou dieta total. Supõe-se que a área de cama seja dependente da quantidade de dejetos produzidos e adicionados diariamente à mesma pelos animais do rebanho. Nas camas de compostagem, o substrato deve possuir uma altura inicial de 30 a 60 centímetros.

Segundo Peixoto (1988), o processo de aeração (Figura 2) por revolvimento do composto é o fator mais importante para os processos de decomposição de matéria orgânica. Este processo é o principal mecanismo que contribui para que o composto não tenha excesso de temperatura em seu funcionamento, também aumenta a velocidade de oxidação do meio e

controla o excesso de umidade e liberação e odores do material ensilado (PEREIRA NETO, 1994; KIEHL, 2004).

As compostagens podem ser classificadas como aeróbias ou anaeróbias, conforme presença de oxigênio. No processo aeróbio, há decomposição orgânica na presença de oxigênio, produzindo principalmente gás carbônico, água e energia neste metabolismo biológico. Por outro lado, na decomposição anaeróbica, pelo não revolvimento e aeração de um composto irá produzir principalmente gás carbônico e gás metano, além de produtos intermediários como ácidos orgânicos de baixo peso molecular (KIEHL, 2004).

Figura 2: Revolvimento de Cama de Compostagem com o uso de subsolador.



Fonte: Autor.

Richard et al. (2002) explica que a condição ótima de aerobiose para compostagem são estabelecidas quando as concentrações de oxigênio estão acima de 10% no substrato. Muitos pesquisadores consideram a temperatura como sendo um indicador importante para a eficiência do sistema de compostagem, estando intimamente relacionado com a atividade metabólica dos microrganismos. Esta temperatura do sistema possui relação

direta com os manejos de aeração do composto. (Pereira Neto, 1988; Imbeah, 1998 citado por Li et al., 2008).

3.6 Aspectos econômicos para investimentos em confinamentos de cama de Compostagem

Para Gay (2009), na construção de confinamentos do tipo camas de compostagem, inúmeros fatores econômicos devem ser considerados, este tipo de sistema possui menores custos de implantação em comparação a celeiros do tipo freestall, pois demandam de menores investimentos com concreto principalmente. Além disso, há menos investimento em estruturas de esterqueiras, devido ao fato de que boa parte dos dejetos produzidos pelos animais são incorporados à cama.

Endres e Janni (2009) alertam que a disponibilidade e o custo dos substratos utilizados para base da cama são as maiores preocupações expressadas por produtores. Camas de fontes alternativas devem ser consideradas para produtores com grande numero de animais que irão produzir grande volume de dejetos. Os sistemas com cama de compostagem possui uma demanda quatro vezes maior de cama em comparação aos sistemas de freestall. Devido à necessidade de camas alternativas, atualmente tem-se resultados preliminares positivos com a combinação de outros materiais como, por exemplo, palhada de soja e espigas de milho finamente moídas.

Segundo Bewley e Taraba (2009), os custos de implantação do sistema variam amplamente e as exigências de mão de obra para manutenção são semelhantes à projetos de freestall, pois camas bem manejadas precisam ser revolvidas duas vezes ao dia e sempre que necessário deve-se repor substrato ao composto. Já na mesma comparação, a limpeza diária de dejetos líquidos é reduzida, todavia o produtor precisa ter diferentes equipamentos para manusear as áreas de cama e os corredores de alimentação.

Passos; Nogami (2003) explicam que o investimento é aquela despesa em bens que pode aumentar a capacidade produtiva da economia e com isto aumentar a oferta de produtos comercializáveis no período seguinte. O investimento é um novo fluxo do capital na

economia, que é acrescido ao Estoque de Capital (quantidade existente de capital que gera produção).

Conforme explicam Galesne et al.,(1999), para que se faça um investimento, precisa-se de uma decisão que por sua vez comporta riscos, devido ao fato de que existem muitas variáveis que podem vir a desbancar as previsões de sucesso que deram base a uma decisão anterior. Fatores estes podem ser erros na avaliação do mercado futuro, presença de concorrência no ramo de trabalho ou baixa qualidade de produtos comercializados, o que pode vir a transformar um sucesso em fracasso.

Na atividade leiteira, dá-se notável importância a análise econômica do sistema, pois pode se tornar possível o aumento dos lucros ou diminuição de custos de produção, detalhando-se os pontos críticos do sistema produtivo e trazendo soluções viáveis para os mesmos (LOPES e CARVALHO, 2000). Para novos investimentos em uma empresa, seja urbana ou rural, tem-se um valor de desembolso inicial que se refere ao volume comprometido de capital (saída de caixa) que é direcionado para a geração de resultados operacionais no futuro. No desembolso inicial, são incluídos todos os dispêndios de capital destinados a produzir benefícios econômicos no futuro, tais como incrementos na receita ou redução em custos e despesas (NETO, 2008).

Gitman (2010), explica que o tempo de retorno de um investimento é o tempo máximo para que aconteça a recuperação do capital investido. Este valor é estipulado de forma subjetiva, com base em vários fatores como tipo de projeto (ampliação, substituição, renovação), análise de risco, relação entre período de payback e valor da ação.

De acordo com Sebrae (2003), o tempo para retorno de um investimento é calculado em função dos valores destinados para o mesmo e dos lucros líquidos projetados e acrescidos da depreciação (representa um custo, mas não há saída de recursos). Quando o fluxo de caixa acumulado começa a ficar positivo, o retorno do investimento ocorrerá.

4 METODOLOGIA

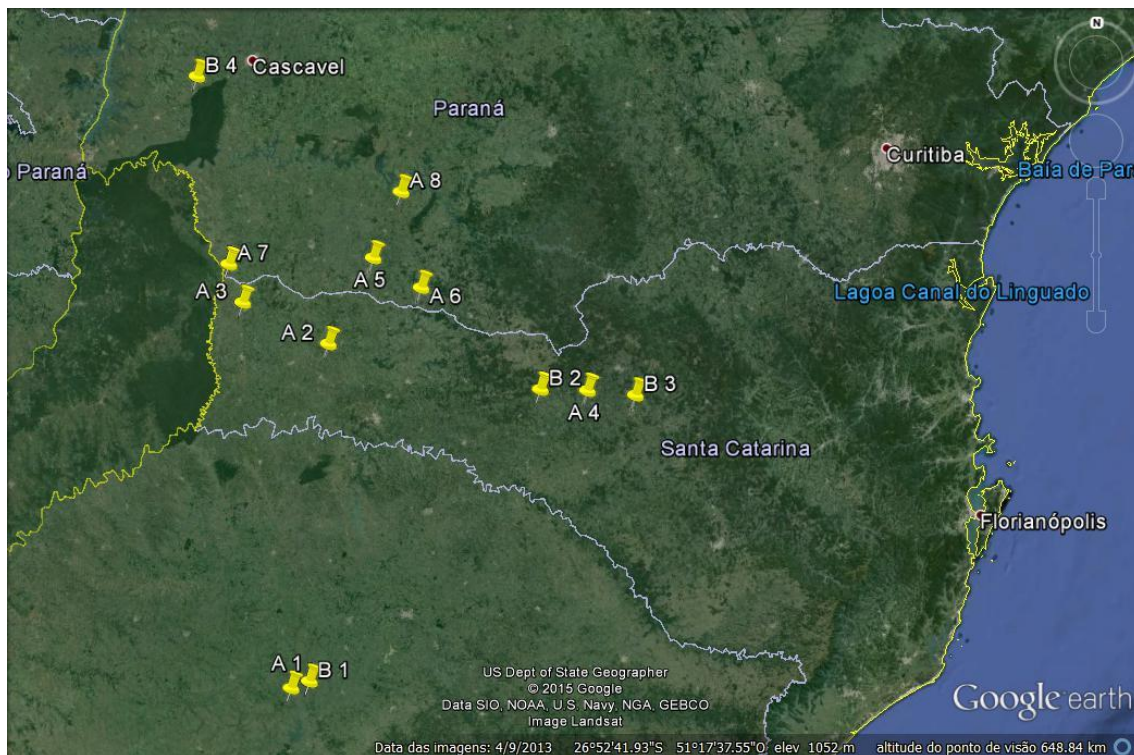
O estudo foi realizado através de visitação técnica em doze propriedades leiteiras, com aplicação de questionário (Apêndice 1) que coletou informações referentes ao sistema produtivo e dados de custos de implantação do sistema de confinamento nas fazendas. Atualmente não existem dados e ou estimativas que informem o numero de confinamentos desta modalidade que existem na região Sul do Brasil.

Todas as propriedades participantes possuem o sistema de confinamento para bovinos leiteiros com camas de compostagem e são os projetos pioneiros em suas regiões. Estas propriedades foram escolhidas por meio de indicação nas regiões de atuação profissional do pesquisador, sendo o fator determinante para sua escolha o fato de as mesmas possuírem as informações necessárias para preenchimento do questionário.

Esta pesquisa quantitativa, de estudo de casos foi realizada entre os meses de setembro de 2014 a junho de 2015, em propriedades leiteiras dos municípios de Fortaleza dos Valos-RS, Quinze de Novembro-RS, Água Doce-SC, Fraiburgo-SC, Dionísio Cerqueira-SC, Iomerê-SC, Sul Brasil-SC, São José do Cedro-SC, Pato Branco-PR, Clevelândia-PR, Chopinzinho-PR e Céu Azul-PR (Figura 3).

O questionário de campo teve objetivo exploratório, e visou trazer maior clareza referente ao assunto abordado. O mesmo foi elaborado baseando-se em dúvidas corriqueiras que surgiram no meio de atividades profissionais juntamente com produtores rurais. Cada questionamento possui lógica técnica e traduz pontos de interesse ao trabalho profissional de consultoria em pecuária leiteira. Estes dados obtidos também são importantes ao meio rural e precisam ser elucidados, levando retorno às propriedades que cada vez mais necessitam de informações precisas para tomadas de decisões.

Figura 3: Localização das propriedades participantes do estudo nos estados do RS, PR e SC.



Fonte: Google Earth / Autor.

O questionário foi composto de quarenta perguntas abertas e o mesmo teve como início uma sequência de perguntas básicas que obteve dados referentes a número de hectares destinado a atividade, número de animais em produção, volume de litros produzidos mensalmente, preço atual recebido pelo litro do leite, entre outras. O tema seguinte abordou detalhes referentes às camas de compostagem, onde se coletou dados sobre a forma com que estes produtores tiveram acesso a este sistema, como descobriram sua existência, que características foram definitivas para a implantação e que tipo de assistência tiveram para a construção dos projetos.

Os dados de tipo de substrato utilizado para as camas, bem como disponibilidade e preço do mesmo foram coletados para participação nos custos de cada sistema. Todo o dimensionamento dos confinamentos foi mapeado e as medidas das áreas de cama e de alimentação fazem parte da pesquisa. Chegando ao objetivo maior do estudo, coletaram-se dados totais dos custos de implantação, onde os diversos gastos foram computados. Para análise de custo, foram adquiridas informações pertinentes desde a terraplanagem, custos com

mão de obra, materiais de construção, ventilação, até custos com cochos de água, revolvedor de cama, portões.

Para análise e interpretação dos dados coletados, as propriedades foram subdivididas conforme tipo de estrutura, sendo que o Grupo A é formado por propriedades que construíram o sistema por completo, sem aproveitamento de estrutura já existente. Já o Grupo B foi formado por propriedades que realizaram aproveitamento de áreas de alimentação com linha de cocho já existente.

Os dados coletados foram posteriormente tabelados em planilhas com o uso do Software Microsoft Excel 2010 e avaliados, formando um “banco de informações” que forneceu subsidio para os resultados discutidos na sequência. A formação dos valores expostos foi através de cálculo de Média Aritmética Simples.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até a realização desta pesquisa, não existiam estimativas técnicas disponíveis de custos relativos a implantação destes sistemas de confinamento na região Sul do Brasil. A pesquisa realizada em doze propriedades leiteiras pioneiras em suas regiões em produção com camas de compostagem teve uma abrangência total de 12.368m² de área de confinamentos construídos avaliados, somando 9.686 m² de área de cama de compostagem, com potencial para abrigar mais de 900 vacas em lactação (Tabela 1). Se somado, o investimento realizado pelas propriedades participantes chega-se a um valor superior a R\$ 1.800.000,00. Este alto valor investido, mesmo sendo referente à soma das propriedades avaliadas, representa o otimismo dos produtores na atividade e no sistema implantado, uma vez que para o pagamento deste valor poderá ser necessária a margem de lucro líquido de mais de 10 milhões de litros de leite produzidos.

A coleta de dados visou quantificar valores de investimentos para certo modelo de confinamento para bovinos de leite, possibilitando analisar da melhor forma possível as principais variáveis que impactaram em custos para estes sistemas nas propriedades avaliadas. Por meio de análise desta pesquisa, observa-se que o perfil dos entrevistados representa uma categoria de produtores que possui objetivo de crescimento na cadeia do leite, e está atualizada das novidades do ramo e busca melhorias em eficiência produtiva. Entre as doze propriedades, apenas quatro delas possui auxílio de mão de obra contratada para trabalho diário, sendo que o restante delas possui mão de obra familiar.

As propriedades do Grupo B só construíram as áreas de cama, enquanto que as propriedades do grupo A tiveram custos diferentes de implantação com área de alimentação que leva gastos principalmente com concreto e mão de obra para construção de piso concretado, esterqueira, linhas de cocho.

Tabela 1: Abrangência do estudo com área total de construções e área de cama avaliada, em relação ao número de animais atual e total compatível à estrutura.

	Grupo A	Grupo B	Total
Número de propriedades do Grupo	8	4	12
m² de área total estudada	9.310	3.058	12.368
m² de área de cama estudada	6.628	3.058	9.686
n° de animais atual	423	244	667
n° de animais compatível (10m²/vaca)	662	306	968

5.1 Variáveis que mais impactaram em custo percentualmente ao total dos investimentos.

Para que se chegasse até um valor médio final de custo por vaca no sistema, conseguiu-se também formar dados que nos mostram a participação dos principais itens que influenciaram nos custos de implantação dos confinamentos. Os custos médios entre os dois grupos foram bastante próximos sendo que a variável que mais impactou em custo foi despesas com mão de obra para construção e materiais as quais tiveram 76,4% de participação sobre o valor final dos sistemas; os valores máximos de participação para esta variável entre os Grupos A e Grupo B foram respectivamente 84,3% e 88,7%. Já os valores mínimos de participação para mão de obra e materiais de construção foram de 64,5% e 70,3% para os Grupos A e B respectivamente. Em valor real, o custo médio do m² construído, entre os dois grupos avaliados, foi de R\$ 126,05 levando em consideração somente mão de obra e materiais de construção (Tabela 2).

Tabela 2: Principais variáveis que impactaram em custo e sua representação Mínima, Máxima e Média para os Grupos A e B em % sobre o valor total dos investimentos para os confinamentos.

Principais Variáveis	Média %	Mín. A	Mín. B	Máx. A	Máx.B
Custo com mão de obra + materiais (R\$)	76,4	64,5	70,3	84,3	88,7
Custo com sistema de ventilação (R\$)	14,9	10,2	5,5	23,7	30,7
Custo inicial com substrato para cama (m ³)	3,9	1,2	2,4	5,6	6,3
Outros	4,8	–	–	–	–

Em segundo lugar entre as principais variáveis que da influência aos custos dos projetos avaliados está o sistema de ventilação, sendo que o mesmo representou em média 14,9% dos custos totais dos sistemas. Para esta variável, obtiveram-se porcentagens mínimas de participação para o Grupo A e Grupo B respectivamente de 10,2% e 5,5%. A participação máxima dos sistemas de ventilação sobre o custo total foi de 23,7% e 30,7% entre Grupo A e B. O valor médio gasto para sistema de ventilação entre as propriedades avaliadas foi de R\$ 19,15 / m² construído. Além de existirem variáveis de preço, são observadas discrepâncias entre a eficiência de vento em cada sistema, o que não foi mensurado, ou seja, nem todas as propriedades possuem sistema de ventilação de acordo com o mínimo recomendado para a área utilizada, o que impede uma precisão sobre o correto valor médio empregado para esta finalidade.

Os custos iniciais com substrato para as camas também teve destaque nesta análise, sendo a terceira variável que mais resultou em custo para os projetos. A participação média no total dos sistemas foi de 3,9%, sendo que a participação máxima com substrato para cama foi observado em propriedade do Grupo B com 6,3% e 5,6% no Grupo A. A representação mínima para substrato de cama ainda para os sistemas do Grupo A e B foram de 1,2% e 2,4%. Entre os dois grupos, observou-se um custo médio de R\$ 5,39 / m² gastos com substrato para cama no total construído. Este valor não leva em consideração somente os m² de área de cama, mas sim para título de análise o mesmo é proporcional ao sistema como um todo. Também não representa valores de manutenção com reposição de cama, sendo valor somente de investimento inicial com substrato.

5.2 Resultados técnicos e financeiros obtidos para as camas de compostagem avaliadas

Neste estudo de casos também se avaliaram especificamente dados técnicos e financeiros referentes às áreas de cama do geral das propriedades (Tabela 3). Participaram desta análise 9.686m² de cama de compostagem entre as 12 propriedades participantes, abrigando no período de avaliação, um total de 667 vacas em lactação. No quesito altura de cama no início do sistema, chegou-se a um valor médio de 32,5 centímetros de substrato, sendo que os valores de altura oscilaram entre 20 e 60 centímetros.

Onze dos doze produtores entrevistados projetou seu sistema com visão de ampliar numero de animais aos poucos, tendo iniciado com grande área de cama por vaca e consequentemente com um alto custo por animal. Os poucos dados técnicos sobre o sistema no Sul do Brasil, bem como a inexperiência de alguns técnicos e produtores em um primeiro momento contribui para que alguns iniciem o sistema com grande volume de substrato de cama e com pouco volume de animais. A área média de cama (m²/vaca confinada) entre as propriedades entrevistadas foi de 14,5 e o valor mínimo encontrado foi de 10,4m² de área de cama por vaca, onde se observou um ótimo aproveitamento do sistema e diluição de custo por animal alojado. O valor máximo encontrado foi de 18,1m² de cama por vaca, e certamente este último sistema possui potencial para expandir o numero de animais confinados, diluindo o alto custo por vaca que atualmente possui.

Barberg et al, (2007) explica que os principais fatores que aceleram a necessidade de reposição de substrato de cama influenciando na altura em centímetros da mesma são a densidade animal, as condições climáticas do ambiente, a ventilação do galpão e o escore de limpeza das vacas. Outro dado relevante para produtores que irão aderir ao sistema é o numero de m³ de serragem ou maravalha que são necessários por vaca, pois com este dado técnico, tem-se uma noção básica do volume de substrato que deve ser adquirido para implantação do projeto. O valor obtido nesta pesquisa foi de 3,1m³ de substrato por vaca confinada no sistema, sendo que os valores encontrados para os Grupos A e B foram respectivamente mínimos de 2,3 m³ e 2 m³ e máximos de 5,8 m³ e 3,3 m³.

Um dos maiores questionamentos entre técnicos e produtores que estão aderindo ao sistema é o espaçamento de m² destinados para cada vaca confinada. O valor médio obtido entre as propriedades avaliadas foi de 14,55 m² para cada vaca. Muitas destas propriedades

possuem espaço para aumento de rebanho, sendo que suas instalações podem suportar maior carga animal. A diluição do custo fixo é dependente do número de animais que ocupam a estrutura e conseqüentemente do volume de leite que os mesmos produzem diariamente.

Em Israel, Klaas et al., (2010) observaram a necessidade de um maior espaço por animal no sistema, sendo de 15 m² para sistemas com corredores de alimentação concretados que permitem limpeza de parte dos dejetos. Já para projetos que possuem área de alimentação constituída pela própria cama, o espaçamento deverá ser de 20 a 30 m² de cama por vaca no sistema. Os estudos de Barberg et al., (2007) relataram que para animais totalmente confinados, o espaçamento de cama deve ser de 9,0 ± 2,2 m² de cama por vaca. Talvez a maior preocupação entre os produtores que iniciam este tipo de confinamento seja a área de m² de cama por vaca. Este dado técnico influencia diretamente no volume de material orgânico que será depositado à cama e influenciará diretamente no sistema fermentativo da mesma.

Conforme Janni et al., (2007) a densidade animal ideal para sistemas de cama de compostagem depende da quantidade de dejetos de esterco e urina que são depositados à cama diariamente. Quanto maior o volume depositado, maior é a demanda por espaço por animal para que a cama consiga absorver a umidade excedente permitindo uma fermentação ativa, com secagem da superfície da cama utilizada pelas vacas.

O correto espaçamento permite que todas as vacas consigam se deitar no ambiente de cama, permitindo ainda espaço para deslocamento de animais nos entre meios sem muita dificuldade. Baseado no volume de dejetos produzidos, o mesmo autor recomenda espaçamento de 7,4 m² por vaca, quando se trabalha com animais de até 540 Kg como da raça Holandês por exemplo. Para animais menores, como os da raça Jersey, pesando até 410 Kg, indica-se o espaçamento de 6,0 m² por vaca. Os demais custos, não detalhados no estudo representam 4,8% sobre o valor total dos investimentos e são compostos por fatores menos significativos em valor mais muito importantes para o funcionamento da estrutura. Estes custos são formados principalmente por cortinas para proteção do ambiente de camas contra chuvas com vento, cochos de água, iluminação básica e revolvedores de cama.

Entre as doze propriedades avaliadas, somente quatro delas possui sistema de cortinas para proteção da cama. O uso destas cortinas é de fundamental importância para proteção do terceiro maior custo entre os investimentos, o substrato da cama, evitando que o

excesso de umidade e até mesmo chuva externa cheguem ao composto podendo arruinar o funcionamento do sistema como um todo. Pontos importantes como este, não devem ser negligenciados, primeiramente pela sua fundamental importância técnica, e em segundo lugar pelo baixo custo (em torno de 3%) em comparação ao sistema completo.

Tabela 3: Dados técnicos e financeiros referentes às áreas de cama.

	Média Geral entre Grupos A e B
Centímetros de cama no início do projeto (cm)	32,50
m³ de substrato /vaca	3,16
Área atual m²/vaca	14,55
Preço inicial do m³ do substrato (R\$)	19,50
Preço atual do m³ do substrato (R\$)	24,08

Na presente pesquisa, se observou uma forte tendência de aumento de preços dos substratos mais corriqueiros para formação da cama de compostagem. No Sul do Brasil, a serragem e a maravalha estão entre os substratos mais disponíveis aos produtores, sendo que a serragem predomina como sendo o mais utilizado, provavelmente por ter maior disponibilidade e preço acessível em relação á maravalha. Em seu estudo, Janni et al. (2005) verificou que os substratos mais utilizados para a formação das camas são serragem e maravalha.

Com o aumento expressivo do número de propriedades aderindo a este sistema de confinamento, a demanda por serragem tende a crescer muito, sendo que os preços podem subir repentinamente podendo se tornar um problema a sua aquisição. O estudo de fontes alternativas para a formação da base das camas de compostagem deve ser apurado, para que o sistema continue ganhando adeptos e para que os custos fixos não se tornem maiores pela supervalorização destes componentes.

Neste estudo de casos foram coletados dados de custo de aquisição de substrato que cada propriedade teve na primeira compra do produto serragem e/ou maravalha, até a última aquisição antecedente ao questionário aplicado, não havendo um período de tempo específico entre estes intervalos de compra, pois cada propriedade possui sua particularidade em demanda por este material. A média de custo para a primeira aquisição de substratos de cama foi de R\$ 19,50 para cada m³, sendo que o valor inicial mínimo encontrado foi de R\$

9,00 por m³ enquanto que o valor máximo foi de R\$ 29,00 por m³. Na última aquisição de substrato para cama para reposição, até este estudo, os preços tiveram variação expressiva sendo que o valor médio entre as propriedades passou para R\$ 24,50 para cada m³, tendo com valores mínimos e máximos R\$ 10,00 e R\$ 45,00 respectivamente. Analisando as médias de preços entre a primeira e a última compra de substrato de cama, nas propriedades avaliadas, observou-se um aumento de 23,5% nos valores de aquisição, o que alerta para que se faça uma boa compra deste item que está em terceiro lugar entre os maiores custos para implantação dos projetos avaliados.

O custo destes substratos possui valor comercial bastante variável, sendo que este último valor citado se refere a material provindo da Argentina, e possui diferencial em qualidade. Talvez a principal característica a ser avaliada para a compra destes produtos deva ser o seu teor de matéria seca, onde temos relação direta com sua capacidade de absorção de umidade, a qual é de fundamental importância para o funcionamento do sistema de camas.

Por serem na maioria das vezes subprodutos de madeiras, os preços oscilam de acordo com sua disponibilidade, volume comprado e distância de frete para entregas. A mensuração dos volumes comprados pode ser de difícil compreensão, pois variam de acordo com a forma de carregamento (compactação ou não da carga no caminhão), teores de matéria seca do substrato (serragens úmidas em alguns casos), e forma de apresentação como, por exemplo, produtos importados que são entregues embalados à vácuo com em torno de até 10% de umidade e possuem maior valor agregado.

5.3 Dados Médios de Custo por animal no sistema

Devido a grande variação de lotação animal entre os confinamentos, se observou uma diferença significativa entre o custo atual por vaca do sistema e o custo considerando o número médio de uma vaca para cada 10 m² de cama (número compatível com o sistema). Para camas de compostagem, Gay (2009) recomenda valor superior a 9,3m² de cama por vaca confinada.

Tabela 4: Custos totais médios e custos médios isolados dos Grupos A e B por animal no confinamento.

	Grupo A	Grupo B	Valor Médio
Custo em R\$ médio / vaca atual	2.887,00	2.551,00	2.719,00
Custo em R\$ médio / vaca compatível	1.864,00	1.947,00	1.905,00
Custo em R\$ médio/ m² área total	128,39	203,60	165,99
Custo em R\$ médio/ m² área de cama	186,20	203,60	194,90
Custo em R\$ / m² construído (mão de obra e materiais)	98,50	153,60	126,05

Pelo fato de a maioria das propriedades terem iniciado com número reduzido de animais, tem-se inicialmente um alto custo médio por vaca confinada, e provavelmente terá um retorno mais lento sobre o capital investido em estrutura (Tabela 4). Nem todos os produtores possuem planejamento para aumento de plantel lactante, e muitos para que isso aconteça terão de buscar animais de fora da propriedade, o que poderá ter um alto custo. Com esta situação, salienta-se a importância de a propriedade possuir um sistema de recria bem formado, com disposição de animais para reposição e adição de vacas em lactação.

Neste estudo de casos se obteve um valor atual médio de R\$ 2.887,00 por vaca confinada nas propriedades do Grupo A e de R\$ 2.551,00 para as propriedades do Grupo B. O valor médio obtido para as doze propriedades avaliadas foi de R\$ 2.719,00 por vaca no sistema. Quando se leva em consideração o número real de animais que a soma das propriedades pode comportar, considerando-se um valor mínimo de 10m²/vaca, tem-se uma grande diluição nos custos, sendo que este ponto é muito importante para que a propriedade não trabalhe com excesso de custo fixo por longos períodos, o que pode ser decisivo na viabilidade do sistema. Levando os valores a números compatíveis de lotação animal, têm-se valores bem mais acessíveis, sendo que o valor médio por vaca nas propriedades do Grupo A foi de R\$ 1.864,00 por vaca, enquanto que para o Grupo B chegou-se a um custo de R\$ 1.947,00. O valor médio para o total das propriedades avaliadas foi de R\$ 1.905,00 por vaca, simulando o espaçamento de 10 m² de cama por animal confinado.

Os projetos implantados geralmente preveem um aumento gradativo de lotação, aonde aos poucos o produtor vai adicionando animais. Esta programação é bastante válida e

deve ser seguida de planejamento alimentar para garantir o sucesso na atividade. Quando confinamos vacas, o consumo de matéria seca dos animais acaba aumentando significativamente devido à maior disponibilidade de dieta (dieta total disponível no cocho) e principalmente pelas melhores condições de conforto animal.

Estes dados servirão de base para futuros investimentos de produtores que se interessam pelo sistema. Técnicos ainda não familiarizados com o assunto poderão ter acesso a detalhes básicos existentes na implantação deste tipo de confinamento.

Avaliando-se os custos pelo ponto de vista de m² de construção total, ou seja, considerando toda a estrutura, desde áreas de cama até corredores de alimentação, tem-se um valor médio de R\$ 166,00/m² construído. Levando-se em conta somente os m² de área de cama, chega-se a um valor de R\$ 194,90 para cada m² de cama para o confinamento.

5.4 Custo do m² para as principais variáveis que impactaram em investimento nos sistemas

Conforme análise anterior, onde se discriminaram as variáveis que mais impactaram em custo, sendo as mesmas a mão de obra e materiais de construção, o sistema de ventilação e o substrato para cama, chegou-se aos dados de custo destas variáveis por m² de estrutura construída (Tabela 5). Estes dados podem colaborar para o planejamento de uma estrutura a ser construída, servindo de base de cálculo para um novo investimento.

Como muitas propriedades terceirizaram o serviço completo para instalação dos galpões, sendo incluído todo o material de construção e a mão de obra necessária, ficou impossibilitada a análise individual destes quesitos. Provavelmente, caso houvesse distinção entre os mesmos, os custos com materiais de construção seriam os maiores em todo o projeto, seguidos da mão de obra, sistemas de ventilação e substratos para a cama.

Tabela 5: Custos por m² total construído para as variáveis que mais influenciaram em investimentos no sistema.

	Média R\$/m ²	Média R\$/m ² Grupo. A	Média R\$/m ² Grupo. B
Mão-de-obra e Materiais / m²	126,05	98,56	153,63
Sistema de Ventilação / m²	19,15	12,61	25,69
Substrato para cama / m²	5,39	3,02	7,76

O valor obtido da média de todas as propriedades para custos com mão de obra e materiais foi de R\$ 126,05 por m², sendo que a média do Grupo A foi de R\$ 98,56 e para o Grupo B foi de R\$ 153,63. Para o sistema de ventilação, chegou-se a um valor de R\$ 19,15 para cada m² total de confinamento; sendo que a média de gasto para este quesito no Grupo A foi de R\$ 12,61 /m² enquanto que no Grupo B foi de R\$ 25,69 /m². O custo de ventilação para o Grupo B provavelmente foi mais elevado pelo motivo de que o mesmo possui toda sua extensão composta por camas, o que concentra o custo por m². Diferente disto, no Grupo A, o custo da ventilação é diluído entre os demais espaços que não são cama de compostagem, como por exemplo, os corredores de alimentação.

Quando são avaliados os custos com substrato para cama (neste estudo, serragem e maravalha), chega-se ao valor médio de R\$ 5,39 para cada metro quadrado, considerando a soma dos dois grupos. Isoladamente, o Grupo A teve como custo com substrato de cama de R\$ 3,02/m², enquanto que o Grupo B teve custos de R\$ 7,76 /m². Novamente, o valor superior encontrado pelo Grupo B se justifica pelo fato de que o mesmo é composto 100% de áreas de cama, concentrando o custo por m² deste item para a área construída.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores obtidos nesta pesquisa serão bastante úteis como sendo uma fonte de referência para novos projetos de Camas de Compostagem. O maior custo para estes sistemas está relacionado com Mão de Obra e Materiais para construção, o que nos mostra a importância de se realizar um comparativo entre orçamentos de prestação de serviço, buscando o melhor custo benefício, neste caso, o tipo de material empregado para a construção poderá ser um dos determinantes do custo final da obra.

Para os confinamentos do tipo Camas de Compostagem avaliados neste estudo, obteve-se um custo médio atual por animal no sistema de R\$ 2.719,00 sendo que se diluído este valor pelo total de animais que os sistemas podem comportar, chega-se a um valor de R\$ 1.905,00, o que nos mostra que o quanto antes os produtores completarem a carga animal de seu sistema (considerando 10m²/cama/vaca), maior será a diluição dos custos, seja por vaca em lactação ou por litro de leite produzido. As três principais variáveis que impactaram em custo de implantação para estas propriedades avaliadas foram mão de obra / materiais de construção, sistema de ventilação e substratos para a cama, representando 76,4%, 14,9% e 3,9% respectivamente. Demais estudos devem ser iniciados no objetivo de que o número de propriedades avaliadas aumente, melhorando a abrangência das amostras, nos trazendo números ainda mais representativos para análise.

REFERÊNCIAS

ALBRIGHT, L. D. **Environmental Control for Animals and Plants**. 4th edition, The American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI. 1990.

AMINE-KHODJA, A., O. TRUBETSKAYA, O. TRUBETSKOY, L. CAVANI, C. CIAVATTA and G. GUYOT. 2006. **Humic-like substances extracted from composts can promote the photodegradation of irgarol 1051 in solar light**. *Chemosphere*, 62: 1021-1027.

BARBERG, A. E., M. I. ENDRES, and K. A. JANNI. **Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study**. *Appl. Eng. Agric.* 23:231–238, 2007.

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU, J. K. **Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota**. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p.1575-1583, 2007.

BEWLEY, J. M.; TARABA, J. L. **Compost Bedded Pack Barns in Kentucky**. Extension Fact Sheet ID-178, 2009.

BIDONE, F.R.A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: Eliminação e valorização**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES. Rio de Janeiro. Brasil, 2001.

BROUK, M. J.; SMITH, J. F.; HARNER, J. P. **Fan placement and heat stress abatement in four-row freestall barns**. *Kansas Dairy Day Report of Progress*, v. 110, p.1-8, 2001.

CHAPLIN, S. J., G. TIERNEY, C. STOCKWELL, D. N. LOGUE, and M. KELLY. **An evaluation of mattresses and mats in two dairy units**. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66:263–272, 2000.

CHASTAIN, J.P. **Designing and managing natural ventilation systems**. In: **Proceedings... Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and planning for profitability**. NRAES publication, v. 129, p. 147-163, 2000.

CHASTAIN, J. P. **Pressure gradients and the location of the neutral pressure axis for low rise structures under pure stack conditions**. M.S. Thesis, Department of Agricultural Engineering, University of Kentucky, Lexington KY, 1987.

CHASTAIN, J. P.; HIATT, R. S. **Supplemental lighting for dairy milk production**. National Food and Energy, Council, Columbia, MO 65203, p. 20, 1998.

DAHL, G. E.; ELSASSER, T. H.; CAPUCO, A. V.; ERDMAN, R. A.; PETERS, R. R. **Effects of long day photoperiod on milk yield and circulating insulin-like growth factor-I**. Journal of Dairy Science, v. 80, p. 2784-2789, 1997.

ECO-CHEM. **Composting process**. http://www.ecochem.com/t_compost_faq2.html. 2004.

ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. 2009. **Compost Bedded Pack Barns for Dairy Cows. The Cooperative Extension Service**. Acesso em : <http://www.bioforsk.no>, 2014.

FIGUEIREDO, A. M.; GOMES, A. L. **Considerações sobre estratificação de produtores de leite em Minas Gerais**. In: congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, Porto Alegre. *Anais...* Brasília: SOBER, p. 1-11. 2009.

GALESNE, A; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de investimentos da empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GAY, S. W. **Bedded-pack Dairy Barns**. Virginia Cooperative Extension, p. 442-124, 2009.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

HALEY, D. B., A. M. De PASSILLE, and J. RUSHEN. **Assessing cow comfort: Effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows.** Appl. Anim. Behav. Sci. 71:105–117. 2001.

HASHEMI, M.; HERBERT, S.; CHICKERING-SEARS, C.; WEIS, S.; GRADIL, C.; PURDY, S.; HUYLER, M.; PROSTAK, R. **Bedding Options for Dairy Cows.** UMass Extension Crops, Dairy, Livestock, Equine . Available at: www.umass.edu/cdl. 2001.

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

JANNI, K.; RENEAU, J.; SCHOPER, W. **Composting Bedded Pack Barns for Dairy Housing.** University of Minnesota, Dairy Extension, Regional Extension Educator-Dairy. 2005.

KLAAS, I. C., B. S. BJERGS, S. FRIEDMANN, and D. BAR. **Cultivated barns for dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark?** Dansk Veterinartidsskrift 93:20–29. 2010.

LOPES, M.A.; CARVALHO, F.M. **Custo de produção do leite.** Bol. Agropecu., n.32, p.42. 2000.

MADALENA, F. E. **A vaca econômica.** In: encontro de produtores de f1 - jornada técnica sobre utilização de f1 para produção de leite, 3., Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa/CNPGL, p. 9-16, 2001.

MARQUES, V.M. **Custos e escala na pecuária leiteira: estudo de casos.** 59f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1999.

MEGLIORINI.; EVANDIR.; VALLIN.; MARCO AURÉLIO.; **Administração: Uma Abordagem Brasileira.** São Paulo: Pearson Prentice hall, 2009.

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

MILLER, F.C. **Composting as a process base don the control of ecologically selective factors**. In: Meeting, F.B. *Soil Microb. Ecol.*, 18: 515- 543, 1992.

NETO, Alexandre Assaf. **Finanças corporativas e valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE (NRAES-76). **Guideline for Planning Dairy Freestall Barns**. Ithaca, N.Y.: Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 1995.

WAGNER, P. E. 2002. **Bedded pack shelters**. <http://capitaldairy.cas.psu.edu>. Acesso 21 de maio de 2015.

PASSOS, Carlos Roberto Martins; NOGAMI, Otto. **Princípios de Economia**. São Paulo. Pioneira Thomson Learning, 2003.

PEIXOTO, R.T. dos. G. 1988. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. IAPAR. Londrina. 46 p. 1988.

PEREIRA, Neto, J.T. 1994. **Tratamento, reciclagem e impacto ambiental de dejetos agrícolas**. In: Conferência sobre Agricultura e Meio Ambiente, 1. Viçosa. Anais... UFV-NEPEMA. Viçosa. p. 61-74. 1992.

PEREIRA, Neto, J.T. 1988. **Monitoramento da eliminação de organismos patogênicos durante a compostagem de resíduos urbanos e lodo de esgoto pelo sistema de pilhas estáticas aeradas**. *Engenh. Sanit.*, 27: 148-152.

RICHARD, T., N. TRAUTMANN, M. KRASNY, S. FREDENBURG and C. Stuart. 2002. **The science and engineering of composting**. The Cornell composting website, Cornell University. http://www.compost.css.cornell.Edu/composting_homepage.html.

RODRIGUES, M.S., F.C. da SILVA, L.P. BARREIRA e A. KOVACS. **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.

SANTOS, F. A. P. & JUCHEM, S de O. **Sistemas de produção à base de forrageiras tropicais**. In: FONTANELI, Renato e Roberto; DÜRR, J.W. orgs. ANAIS. Sistemas de produção de leite. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2000. p. 22-36.

SEBRAE. **Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Paraná**. Fábrica de Camisas. Curitiba: SEBRAE/PR, 2003.

RUSSELLE, M. P.; BLANCHET, K. M.; RANDALL, G. W.; EVERETT, L. A. **Characteristics and nitrogen value of stratified bedded pack dairy manure**. Online. Crop Management. Available at: <http://naldc.nal.usda.gov>. 2009.

SCHIFFLER, E.A.; MÂNCIO, A.B.; GOMES, S.T. et al. **Efeito da escala de produção nos resultados de produção de leite B no estado de São Paulo**. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, p.425-431, 1999.

SEEDORF, J.; HARTUNG, J.; SCHRODER, M.; LINKERT, K. H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSEN, J. O.; METZ, J. H. M.; GROOT KOERKAMP, P. W. G.; UENK, G. H.; PHILLIPS, V. R.; HOLDEN, M. R.; SNEATH, R. W.; SHORT, J. L. L.; WHITE, R. P.; WATHES, C. M. **Survey of Ventilation Rates in Livestock Buildings in Northern Europe**. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 70, p. 39-47, 1998.

SOUZA, S.R.L. et al. **Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento “freestall” para bovinos de leite**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.8, n.2-3, p.299-303, 2004.

TITTO, E.A.L. Clima: influência na produção de leite. In: Silva, I. J. O. **Ambiência na produção de leite**. Piracicaba: ESALQ-FEALQ, 1998.p.10-23

TURNER, A. et al. **Inferring pathogen inactivation from the surface temperatures of compost heaps**, *Bioresource Technology*, v. 96, p.521– 529, 2005.

VALENTE et al. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. *Arch. Zootec.* 58 (R): 59-85. 2009.

KAGEYAMA, Angela A. et alii. **O Novo Padrão Agrícola Brasileiro: do Complexo Rural aos Complexos Agroindustriais**. Campinas; UNICAMP, 1987. 121 p.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4^a ed. E. J. Kiehl. Piracicaba. 173 p. 2004.

Kiehl, E.J. 1985. **Fertilizantes orgânicos**. Editora Agronômica Ceres Ltda. Piracicaba. 492 p. 46

KONZEN, O.G. **Modernização e competitividade entre sistemas na produção de leite**. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, v.36, p.105-125, 1998.

ZHANG, G; STROM, J. S.; LI, B.; ROM, H. B.; MORSING, S.; DAHL, P.; WANG, C. **Emission of Ammonia and Other Contaminant Gases from Naturally Ventilated Dairy Cattle Buildings**. *Biosystems Engineering*, v. 92, p. 355-364, 2005.

ZDANOWICZ, M.; SHELFORD, A.; TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. **Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust**. *Journal of Dairy Science*, v. 87, n. 6, p. 1694-1701, 2004.

ZUCCONI, F. and M. BERTOLDI. **Specification for sold waste compost**. In: *The biocycle guide to the art & science of composting*. J.G. Press. Emmaus. p. 200-205. 1991.

WEARY, D. M., and I. TASZKUN. 2000. **Hock lesions and free-stall design**. *J. Dairy Sci.* 83:697–702.

WELLS, G. D. 2004. **Dairy Barn Ventilation - Exhaust Fan Systems**. *University of Vermont Extension*. Visualizado em: www.uvm.edu/extension. Acessado em julho de 2014.

TIQUIA, S.M. and N.F.Y. TAM. **Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge.** *Bioresource Technol.*, 65: 43-49. 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário Técnico – Produção leiteira em Sistema de Camas de Compostagem.