



MARCELO CARVALHO RAMOS

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA
PRODUÇÃO DE LEITE EM SISTEMAS DE
CONFINAMENTO *FREE-STALL***

LAVRAS – MG

2015

MARCELO CARVALHO RAMOS

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA PRODUÇÃO DE
LEITE EM SISTEMAS DE CONFINAMENTO *FREE-STALL***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções, Ambiência e Tratamento de Resíduos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Jackson Antônio Barbosa

Coorientador

Dr. Francisco Carlos Gomes

LAVRAS-MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Ramos, Marcelo Carvalho.

Análise da viabilidade econômica na produção de leite em sistemas de confinamento *free-stall* / Marcelo Carvalho Ramos. – Lavras: UFLA, 2015.

151 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador: Jackson Antônio Barbosa.

Bibliografia.

1. Bovinos leiteiros. 2. Construções rurais. 3. Ambiente. 4. Conforto térmico. 5. Sustentabilidade financeira. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

MARCELO CARVALHO RAMOS

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA PRODUÇÃO DE
LEITE EM SISTEMAS DE CONFINAMENTO *FREE-STALL***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções, Ambiente e Tratamento de Resíduos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 07 de agosto de 2015.

Dr. Antônio Carlos Neri	UFLA
Dr. Alessandro Vieira Veloso	UFLA
Dr. Dênio Garcia Silva de Oliveira	UNIFOR-MG
Dr. Leonardo Schiassi	UFLA

Dr. Jackson Antônio Barbosa
Orientador

LAVRAS-MG

2015

Esta conquista é dedicada ao meu pai (*in memoriam*), minha mãe, meus irmãos, esposa, filhas e a todos os familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos funcionários da Universidade Federal de Lavras (UFLA) que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste doutorado. Em especial, agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Jackson Antônio Barbosa pelo direcionamento técnico e viabilização desta pesquisa.

Aos professores do Departamento de Pós Graduação da UFLA, Alessandro Torres Campos, Alessandro Vieira Veloso, Antônio Carlos Neri, Carlos Eduardo Silva Volpato, Elizabeth Ferreira, Fábio Moreira da Silva, Francisco Carlos Gomes, Giovanni Francisco Rabelo, Marcos Aurélio Lopes e Paulo César Hardoim, pela contribuição ativa na formação do conhecimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos para a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Palmital, Fazenda Estiva e Fazenda Estância Boa, por toda a colaboração no fornecimento e levantamento das informações técnicas.

Ao Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG), pelo apoio, incentivo e confiança.

A DEUS, por ter me dado força para superar as dificuldades e seguir adiante.

Ser sábio é melhor do que ser forte; o conhecimento é mais importante do que a força. Afinal, antes de entrar numa batalha, é preciso planejar bem, e, quando há muitos conselheiros, é mais fácil vencer.

PROVÉRBIOS 24.5,6

AUTOBIOGRAFIA

Marcelo Carvalho Ramos, filho de João Ramos de Lima e Maria José de Carvalho Ramos, nasceu na cidade de Santo André, SP, em 07 de fevereiro de 1970. Formou-se em Engenharia Industrial Elétrica pela Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), em fevereiro de 1994. É pós-graduado em Qualidade e Produtividade, pela Faculdade de Engenharia Industrial de São Bernardo do Campo (FEI), SP. Em agosto de 2012 concluiu o mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), realizando pesquisas na área de Construções, Ambiência e Tratamento de Resíduos e, na mesma linha de pesquisa, em outubro de 2012 iniciou o curso de doutorado em Engenharia Agrícola, também pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

RESUMO GERAL

O confinamento de bovinos leiteiros encontra-se bem aceito e difundido mundialmente, principalmente, em países de clima frio, onde o controle térmico é o principal obstáculo. Esta pesquisa apresenta uma conjectura para modernização dos sistemas de produção de leite, incentivando o pequeno produtor a almejar melhores condições de trabalho e produção, aumentando sua autoestima e promovendo maior conforto ao animal. O perfeito alinhamento entre o correto dimensionamento das instalações que abrigam os animais e as demais instalações que o compõem definem os melhores sistemas produtivos. Assim, objetivou-se, neste trabalho, uma revisão dos principais métodos de confinamento, suas vantagens, desvantagens e os impactos produtivos ocasionados por escolhas errôneas e projetos mal concebidos. Apresentou-se o projeto referência *free-stall* para um sistema de confinamento com capacidades para 40, 80 ou 120 animais com alusão às melhores práticas construtivas. Diferentes técnicas construtivas foram apresentadas e orçadas em custo unitário básico por m² (CUB m²), gerando diversas informações para a análise da viabilidade econômica na implantação e operacionalização de sistemas de confinamento. Os resultados demonstraram que vulnerabilidade a instabilidade no preço de venda e compra dos insumos, principalmente os alimentares, justificam a necessidade de implementação de políticas sustentáveis que conciliem os aspectos financeiros, ambientais e sociais.

Palavras-chave: Ambiente. Bovinos leiteiros. Conforto térmico. Construções rurais. Sustentabilidade financeira.

GENERAL ABSTRACT

The confinement of dairy cattle is globally well accepted and widespread, especially in cold climate countries, in which thermal control is the main obstacle. This research presents a conjecture for modernizing dairy production systems, encouraging the small producer to aim for better working and production conditions, increasing his self-esteem and promoting greater comfort to the animal. The perfect alignment between the proper dimensioning of the facilities that house the animals and the other facilities define the best productive systems. Therefore, in this work, we aimed at conducting a review of the main confining methods and their advantages and disadvantages, as well as the productive impacts caused by erroneous choices and misconceived projects. We presented the reference free-stall project for a confining system with capacities for 40, 80 or 120 animals, with allusion to better constructive practices. Different constructive techniques were presented and budgeted in basic unit cost per m^{-2} (BUC m^{-2}), generating many information for the analysis of economic variability for the implementation and operation of confining systems. The results showed that the vulnerability to the instability of input sale and purchase prices, especially those of foods, justify the need for implementing sustainable policies that balance financial, environmental and social aspects.

Keywords: Environment. Dairy cattle. Thermal comfort. Rural constructions. Financial sustainability.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

- Figura 1. Croqui do projeto referência *free-stall* para capacidade de 80 animais. **Free-stall reference project sketch to 80 animals capacity.**..... 84
- Figura 2. Custo relativo do projeto referência *free-stall* - capacidade 80 animais. **Relative cost from free-stall reference project - 80 animals capacity.**..... 94
- Figura 3. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto *free-stall* de pilares metálicos e com alterações na estrutura e telhas de cobertura. **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall project with metal pillars and structure and roof tiles changes.** 101
- Figura 4. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto *free-stall* de pilares de madeira e com alterações na estrutura e telhas de cobertura. **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall project of wooden pillars and structure and roof tiles changes.** 102
- Figura 5. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto *free-stall* de pilares de concreto e com alterações na estrutura e telhas de cobertura. **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall project of concrete pillars and structure and roof tiles changes.**..... 102

ARTIGO 2

- Figura 1. Croqui do projeto referência *free-stall* para capacidade de 80 animais. **Sketch design free-stall reference to capacity of 80 animals.**..... 120

Figura 2.	Valor presente líquido do projeto referência <i>free-stall</i> - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Net present value of the free-stall reference design - capacity 40, 80 or 120 animals.	141
Figura 3.	Análise da sensibilidade para investimentos em <i>free-stall</i> - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Sensitivity analysis for investments in free-stall capacity 40, 80 or 120 animals...	143
Figura 4.	Análise da sensibilidade para investimentos em <i>free-stall</i> com variação na capacidade nominal. Sensitivity analysis for investments in free-stall ranging in rated capacity.	146
Figura 5.	Valor presente líquido do projeto referência <i>free-stall</i> sem custo de mão-de-obra - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Net present value of the free-stall reference design without hand cost of work - capacity 40, 80 or 120 animals.	147

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1	Vantagens e desvantagens do sistema em pastejo contínuo.....	26
Tabela 2	Vantagens e desvantagens do sistema em <i>tie-stall</i>	27
Tabela 3	Vantagens e desvantagens do sistema em <i>free-stall</i>	28
Tabela 4	Indicação de raças produtoras de leite em função da média de produção em kg leite ano ⁻¹	60

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

Tabela 1.	Custo estimado para implantação do projeto referência <i>free-stall</i> - capacidade 80 animais. Estimated cost to implementation from free-stall reference project - 80 animals capacity.	91
Tabela 2.	Custo unitário básico (CUB m ⁻²) do projeto referência <i>free-stall</i> - capacidade 80 animais (sem fundação e com fundação). Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall reference project - 80 animals capacity (with and without foundation).	96
Tabela 3.	Custo unitário básico (CUB m ⁻²) do projeto referência <i>free-stall</i> para vãos de 15, 20, 25 e 30 m – capacidade 80 animais (sem lanternin e com lanternin). Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall reference project to 15, 20, 25 and 30 m of interspace - 80 animals capacity (with and without clerestory).	98

Tabela 4.	Custo de implantação do projeto referência <i>free-stall</i> - capacidade 40,80 ou 120 animais. Cost of implementation of the reference design free-stall - 40, 80 or 120 animals capacities.	103
Tabela 5.	Custo unitário básico (CUB m ⁻²) do projeto referência <i>free-stall</i> para diferentes tipos de alvenarias - capacidade 80 animais. Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall reference project to different types of masonry – 80 animals capacity.	104

ARTIGO 2

Tabela 1.	Custo estimado para implantação do projeto referência <i>free-stall</i> - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Estimated cost to implement the free-stall reference design - capacity 40, 80 or 120 animals.	130
Tabela 2.	Estimativas de dieta para vacas holandesas - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Diet estimates for holstein cows - capacity 40, 80 or 120 animals.	133
Tabela 3.	Estimativas do custo anual em insumos veterinários - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Estimates of the annual cost in veterinary inputs - capacity 40, 80 or 120 animals.	134
Tabela 4.	Estimativas da demanda de energia elétrica (kW ano ⁻¹) na operação do <i>free-stall</i> - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Estimates of electricity demand (kW year⁻¹) in the free-stall – capacity 40, 80 or 120 animals.	135

Tabela 5.	Estimativa do custo variável anual em sistemas <i>free-stall</i> - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Estimated annual variable cost in free-stall systems - capacity of 40, 80 or 120 animals.	136
Tabela 6.	Simulação de resultados econômicos na operação do <i>free-stall</i> - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Simulation economic results in the operation of the free-stall - capacity 40, 80 or 120 animals.	138
Tabela 7.	Demonstrativo de resultados na operação do <i>free-stall</i> - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. Income statement in operating the free-stall - capacity 40, 80 or 120 animals.	139

LISTA DE ABREVIATURAS

AT	Ativo Total
CF	Custo Fixo
COE	Custo Operacional Efetivo
COT	Custo Operacional Total
CV	Custo Variável
CUB	Custo Unitário Básico
FR	Frequência Respiratória
FDN	Fibras de Detergente Neutro
LL	Lucro Líquido
MB	Margem Bruta
ML	Margem Líquida
MS	Matéria Seca
RT	Receita Total
PB	Proteína Bruta
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMAR	Taxa Mínima Atrativa de Retorno
TR	Temperatura Retal
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE SIGLAS

CEMIG	Companhia Elétrica de Minas Gerais
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
TCPO	Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos

LISTA DE SÍMBOLOS

c	Centímetros
d	Día
h	Horas
ha	Hectare
kg	Quilograma
kW	Quilowatt
lt	Litro
m	Metro
MPa	Mega Pascal
m ²	Metros cuadrados
m ⁻²	Por metros cuadrados
m ⁻³	Por metros cúbicos
ml	Metros lineares
mm	Milímetros
°C	Graus célsius
s	Segundos
ton	Tonelada

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	A cadeia produtiva do leite	23
2.2	Os sistemas de produção leiteira	24
2.2.1	Pastejo contínuo	25
2.2.2	<i>Loose-housing</i>	26
2.2.3	<i>Tie-stall</i>	26
2.2.4	<i>Free-stall</i>	28
2.3	O ambiente da produção leiteira e o bem-estar dos animais	29
2.4	O conforto térmico para bovinos leiteiros	32
2.5	O projeto do confinamento de bovinos leiteiros	36
2.5.1	Telhas de cobertura	37
2.5.2	O piso do confinamento	39
2.5.3	Baias livres e individuais	41
2.5.4	Camas de descanso	41
2.5.5	Cochos para alimentação	43
2.5.6	Bebedouros para confinamento	45
2.5.7	Corredores de transição	45
2.5.8	Curral de espera	46
2.5.9	Sala de ordenha	47
2.5.10	Lava-pés e pedilúvio	48
2.6	O planejamento da construção para confinamento de bovinos leiteiros	48
2.6.1	Custos, despesas e estimativas da construção	49
2.6.2	Custo unitário básico - CUB	51
2.7	A viabilidade econômica na produtividade leiteira	53
2.7.1	Margem Bruta (MB) e Margem Líquida (ML)	55
2.7.2	O retorno do investimento	55
2.7.3	Métodos para análise do investimento	56
2.7.4	Análises de sensibilidade do investimento	58
2.8	Os índices da produção leiteira e suas peculiaridades	59
2.9	O desenvolvimento sustentável da atividade leiteira	62
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	65
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	75
	ARTIGO 1 Simulação do custo unitário básico de um projeto <i>Free-stall</i> para confinamento de bovinos leiteiros por diferentes técnicas construtivas	75

ARTIGO 2 Simulação da sustentabilidade financeira de um projeto <i>free-stall</i> para confinamento de bovinos leiteiros com diferentes capacidades produtivas.....	112
--	------------

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de leite bovino e, cada vez mais, vem intensificando seus sistemas de produção, que passam a depender não mais de grandes áreas de pastagens, mas de distintos sistemas de confinamento para bovinos leiteiros, destacando-se os tipos *loose-housing*, *tie-stall* e *free-stall*, que facilitam a rotina do manejo e mudam a concepção do negócio, pois o produtor necessita levar a alimentação até o cocho e disponibilizar áreas de descanso que ofereçam conforto físico e térmico ao animal, proporcionando assim uma melhor conversão alimentar.

A adoção mundial de sistemas de confinamento para a produção de leite bovino tem crescido exponencialmente, elevando a produção a patamares nunca antes alcançados. Dados da FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE (2013), apontaram que o Brasil superou seu crescimento anual da última década e se firmou como um dos maiores produtores mundiais de leite bovino, ao lado da Rússia, Índia e Estados Unidos. Todavia, o produtor de leite no Brasil, em busca de maior produtividade, tornou-se altamente dependente dos recursos externos, principalmente, os alimentares, além de sofrer os impactos financeiros, em razão da baixa valorização no preço de venda do leite.

Na busca incessante por um melhor equilíbrio financeiro, o produtor de leite investiu em melhorias nas técnicas de produção e conservação do leite, contudo, ressalta-se, nesta pesquisa, a necessidade de avaliar se essas melhorias contemplaram todos os processos que envolvem a produção do leite ou se foram apenas melhorias isoladas, tais como: a aquisição do tanque de expansão,

conforto térmico somente na sala de ordenhas ou a implantação do confinamento sem uma análise mais aprofundada sobre o conforto animal.

Uma melhor rentabilidade financeira aflora mediante melhorias em todos os processos produtivos, tais como: plantio do milho, preparação da matéria seca (silagem de milho e forrageiras), inseminação artificial, alimentação suplementar e balanceada, sanidade animal, manejo sanitário e conforto ambiental que envolva o controle de temperatura e umidade, dentre outras técnicas.

Obtém-se um melhor retorno do investimento com a melhor eficiência em todos os processos, todavia, a recíproca torna-se verdadeira, quando as interferências do meio ambiente promovem um desconforto no animal, ocasionado pela escolha inadequada de materiais construtivos, erros de projeto e taxas de ocupação por animal, que venham a ocasionar a concorrência e estresse excessivo.

A área de ocupação por animal deve permitir uma boa circulação, separação dos lotes para ordenha, fornecimento de alimentação suplementar diferenciada e em total sincronismo com o comportamento nato do animal. O projeto de implantação das áreas de confinamento em *free-stall* possui características fortemente influenciadas pela escolha do material aplicado na construção civil que, sob o ponto de vista financeiro, segue pelo menor custo ou disponibilidade local, mas quando focado no conforto ambiental, poderá causar forte impacto, baixando a capacidade produtiva e refletindo em maiores perdas financeiras ao longo dos anos.

Aquém do aumento na capacidade produtiva que contribui pela sustentabilidade social, dada a importância do leite como alimento indispensável ao ser humano, ou da sustentabilidade ambiental dada pela melhor conversão alimentar, práticas corretas no uso e manejo do solo, remoção e tratamento de dejetos, melhorias na qualidade do leite, dentre outros, o produtor rural necessita

da rentabilidade financeira, caso contrário, a opção em reduzir a produção para corrigir a rentabilidade será o caminho mais atraente e seguro, deixando, contudo, de contribuir para a sustentabilidade ambiental e social.

Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de demonstrar a importância de um projeto de confinamento e de um planejamento de construção e operacionalização de um sistema intensivo de produção de leite do tipo *free-stall*, caracterizado por diversas formas e técnicas construtivas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A produção leiteira no Brasil é praticada em todo o território e sob diferentes condições de clima e solo, além do emprego de tecnologias mais modernas, conhecimento do negócio e boa formação profissional. Assim, surge uma nova consciência quanto à necessidade de melhor eficiência administrativa para uma melhor competitividade e rentabilidade em toda a cadeia produtiva do leite (FERREIRA; FERREIRA; EZEQUIEL, 2004).

2.1 A cadeia produtiva do leite

Vários fatores colaboraram na expansão da cadeia produtiva do leite no Brasil, dentre as quais foram destacados os investimentos em pesquisas, genética, alimentação dos animais e incrementos de equipamentos para ordenha e refrigeração do leite (VIANA; FERRAS, 2007). Os autores atribuíram como resultado, um aumento na competitividade em todo setor, envolvendo os fornecedores de insumos, indústrias e muitos estabelecimentos varejistas.

Araújo (2007) definiu a cadeia produtiva do leite em três setores que se inter-relacionam como agentes econômicos, sendo o primeiro setor denominado de montante, pois envolve toda a indústria de insumos, máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, além da prestação de serviços, pesquisas e quaisquer outras atividades que precedem o produtor rural. O segundo setor, a nível agropecuário, compreende tudo que é ligado à atividade agrícola e pecuária. O terceiro setor, chamado de jusante, relacionou todas as atividades desenvolvidas após a produção agropecuária, envolvendo as grandes indústrias transformadoras (laticínios), canais de comercialização, representações, distribuição, atacado, varejo etc.

Canziani (2003) descreveu que, em razão do aumento na competitividade agropecuária, a produção de leite no Brasil desdobrou-se em produtores altamente qualificados e produtores pouco qualificados, que utilizam de rebanhos de corte para produção, rebaixando a produção média do país. Além de uma baixa produtividade, as propriedades leiteiras pouco qualificadas recebem uma maior pressão dos setores montantes e jusantes da agropecuária. Essa pressão cria uma estrutura de mercado conhecida como oligopsônio, onde existem muitos vendedores e poucos compradores. Diante dessa estrutura, a formação do preço do leite passou a ser predominantemente influenciada pela indústria, ocasionando momentos de mudanças impactantes nos métodos e formas em que os sistemas de produção leiteira se desenvolvem, em busca de maior produtividade, rentabilidade e qualidade do produto (VIANA; FERRAZ, 2007).

2.2 Os sistemas de produção leiteira

Os tipos de sistemas para a produção de leite configuram-se em diversas formas e métodos de produção, dentre os quais destacam-se os sistemas extensivo, semiextensivo ou semi-intensivo e o totalmente intensivo, diferindo-se entre si pelo tipo de instalação, conservação, fornecimento da ração, manejo e, principalmente, pela área ocupada. No sistema extensivo ou pastejo contínuo, não há oferta de alimento concentrado, apenas complementação dos volumosos antes ou após ordenha. Nos sistemas semiextensivo ou semi-intensivo, os abrigos são temporários e a pastagem equilibrada durante a ordenha e período noturno. No sistema intensivo, os animais ficam confinados durante todo o seu período produtivo, recebendo alimentação concentrada e volumosa no cocho. Somente os animais em fase de lactação são confinados em instalações e com livre acesso à alimentação e à cama de descanso (COELHO, 2000).

Bokkers (2006) relatou que as condições de manejo e alojamento nos quais estão inseridos os animais, alteram o comportamento, sendo essa análise de grande contribuição para aperfeiçoar o sistema de produção. Para Souza et al. (2004a), o ambiente inadequado e o mal uso dos equipamentos causam reflexo na produção do leite.

2.2.1 Pastejo contínuo

No pastejo contínuo, os animais são criados somente no pasto, indo ao curral apenas para a ordenha, recebimento de alimentação concentrada e complementação da parte volumosa, tais como: capim picado, silagem de capim ou milho ou cana (ARAÚJO, 2001). O autor observou que, nessas circunstâncias, os animais são mantidos em pastos nativos de baixa produtividade e com manejo precário, todavia em algumas propriedades, pode haver pastagens cultivadas e melhoradas para facilitar o manejo. Esse sistema apresenta alguns inconvenientes de sobra de forragem quando o número de animais é pequeno, permitindo que o pasto desenvolva a macega (capim seco crescido nos pastos) em razão de maior quantidade de chuvas, dificultando o trânsito dos animais e, em contrapartida, durante a seca, o gado não recebe alimentação adequada, devendo ser suplementado no cocho com alimentos mais nutritivos.

Na Tabela 1, destacam-se as principais vantagens e desvantagens desse sistema.

Tabela 1 Vantagens e desvantagens do sistema em pastejo contínuo

Vantagens	Desvantagens
Menor custo operacional	Maior necessidade de área disponível
Pouca mecanização	Menor atenção individual
Os animais se exercitam regularmente	Maior competição entre os animais
Alguma flexibilidade de organização dos animais em lotes	Muitas vezes os lotes não são homogêneos por falta de espaço

Fonte: Adaptado de Araújo (2001).

2.2.2 *Loose-housing*

É um sistema bastante popular em regiões mais secas e exige um menor nível de detalhamento ao ser comparado com o sistema de *free-stall*, pois os animais permanecem em grandes áreas cercadas (curral) e equipadas com área de descanso coletiva e sombreada. Esse sistema apresenta um menor custo por animal alojado, sendo bem difundido na região oeste do Brasil (COELHO, 2000). Esse tipo de alojamento para bovinos leiteiros difundiu-se nos países onde o fator mão de obra causa grande incidência no custo de produção do leite. Esse sistema é recomendado para rebanhos acima de 60 animais em lactação. O sistema *loose-housing* é construído para atender aos animais de forma coletiva, sendo necessário um galpão com cama e área necessária. Próximo ao galpão, é construído uma estrutura com sombra apenas para fornecimento do alimento (CAMPOS; KLOSOWSKI; CAMPOS, 2006).

2.2.3 *Tie-stall*

Neste sistema, os animais em lactação ficam o tempo todo confinados, geralmente, por correntes no pescoço, e recebem 100% de sua alimentação no cocho. Esse sistema é utilizado, principalmente, em rebanhos menores, em

decorrência do seu alto custo de implantação. Esse sistema apresenta vantagens na manutenção dos níveis alimentares, pois favorece a distribuição de alimentação volumosa com mais de 18% de fibra na matéria seca, concentrado energético com mais de 60% de nutrientes e vitaminas. Conforme pesquisas realizadas por Araújo (2001), em instalações do tipo tie-stall, os animais permanecem soltos por aproximadamente, uma hora a cada ordenha, momento no qual os animais fazem algum exercício muscular. Na Tabela 2, estão apresentadas as principais vantagens e desvantagens desse sistema.

Tabela 2 Vantagens e desvantagens do sistema em *tie-stall*

Vantagens	Desvantagens
Vacas limpas	Dificuldades em prender e soltar os animais
Possibilidade de maior atenção aos animais	Reduz a oportunidade das vacas se exercitarem
Fácil mecanização	Muito trabalho caso o manejo não seja mecanizado
Maior conforto para o funcionário realizar seu trabalho	Maior custo na construção das instalações
Manejo prático, principalmente, para rebanhos menores	Menor possibilidade de separação das vacas por lote e maior possibilidade de estresse

Fonte: Adaptado de Araújo (2001).

Para Araújo (2001), os animais criados nesse sistema apresentam alta produção, chegando a atingir índices acima de 25 kg dia^{-1} , justificando o emprego da mão de obra mais especializada e investimentos mais elevados em infraestrutura. O autor frisou que esse tipo de confinamento não se aplica para animais de baixa lactação.

2.2.4 *Free-stall*

O modelo de confinamento *free-stall* para bovinos leiteiros surgiu nos Estados Unidos, na década de 1950, e tornou-se muito popular no país rapidamente. A expressão *free-stall*, ou estábulo livre, deve-se ao fato dos animais ficarem soltos dentro de uma área cercada, sendo uma parte livre para alimentação e exercícios e, outra parte, dividida em baias individuais e forrada com cama destinada ao descanso dos animais. As instalações para bovinos leiteiros, em *free-stall*, vêm ganhando boa representação nos sistemas de confinamento, em razão da sua superioridade em termos de economia de cama e menor incidência de danos nos cascos e tetas das vacas, quando comparado ao sistema *loose-housing* (ARAÚJO, 2001). Na Tabela 3, demonstraram-se as principais vantagens e desvantagens desse sistema.

Tabela 3 Vantagens e desvantagens do sistema em *free-stall*

Vantagens	Desvantagens
Custo operacional econômico	Alto custo de construção
Fácil mecanização	Menor atenção individual
Os animais se exercitam regularmente	Maior competição
Alta flexibilidade para organizar diferentes manejos de alimentação, grupos etc.	Vacas mais sujas por falha no manejo de limpeza

Fonte: Adaptado de Araújo (2001).

Estudos de tendência pelo aumento da eficiência operacional e produtiva demonstraram que nas últimas três décadas, houve uma melhor aceitação do *free-stall* em confinamento intensivo (SOUZA, 2003). O autor ressaltou que a atenção deve ser dada às necessidades básicas dos animais, respeitando-se as dimensões das instalações e o conforto térmico oferecido, promovendo o aumento na produtividade.

2.3 O ambiente da produção leiteira e o bem-estar dos animais

Em países de clima quente, uma das maiores restrições à produção zootécnica é que os animais foram geneticamente desenvolvidos e alojados em condições ou conceitos provenientes de climas mais amenos, o que justifica a adoção de práticas construtivas voltadas às instalações cujas características construtivas garantam o mínimo de conforto ambiental, permitindo um melhor aproveitamento do potencial genético do animal (ARCARO, 2000).

Muitos fatores devem ser levados em consideração no momento da escolha do ambiente, no qual a produção leiteira será instalada, sendo que áreas de sombras de fácil acesso são muito relevantes para o bem-estar animal. Esse local deve possuir uma orientação leste-oeste que vise a minimizar a incidência de radiação solar no interior do ambiente, no entanto, os animais confinados em sistema intensivo devem ter acesso ao sol em determinados períodos do dia (BUCKLIN et al., 1991). Assim, dependendo do critério estabelecido pelo criador, os animais podem ser submetidos a ambientes, que promovam o desconforto térmico.

Proporcionar um ambiente térmico ideal não é tarefa fácil, pois requer um grande número de variáveis a serem consideradas, tais como: materiais utilizados na construção, orientação geográfica, geometria, forma de ocupação dentre outras características, que irão proporcionar ao ambiente um maior conforto térmico, promovendo um melhor desempenho do animal (NÄÄS, 1989).

As construções zootécnicas devem garantir o conforto adequado que permita ao animal expressar todo seu potencial genético, culminando para o aumento da produção (ARCARO, 2000). Elas não devem obstruir a ventilação natural no ambiente, devendo ser mantido um fluxo predominante dos ventos. As construções paralelas devem ser separadas pelo menos duas vezes a altura

lateral da edificação, tornando-se uma maneira mais fácil de locação das instalações leiteiras para confinamento (BRAY et al., 1994).

No Canadá, as condições de habitação têm um impacto significativo sobre o conforto dos bovinos leiteiros, mas, o bem-estar animal depende não só do sistema de habitação específico, mas também de detalhes e gestão de um sistema particular. Detalhes que incluem concepção do estábulo, o tipo de piso, densidade, padrões de tráfego dos animais, localização da água e o sistema de manejo. Em todas as fases da vida, o gado deve ser alojado em condições propícias à saúde, conforto, nutrição e segurança. O sistema deve permitir que o gado possa expressar comportamento inato e ser projetado para evitar o sofrimento devido a dor, medo ou tensão (NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL, NFACC, 2009).

Na Grã-Bretanha, políticas públicas vão de encontro ao bem-estar animal. Conforme descrito em Farm Animal Welfare in Great Britain, FAWC (2009), a preocupação com os animais requer o emprego de vigilância pelo governo e pela indústria agrícola. Contudo, o sucesso dessas políticas exige o envolvimento de toda a cadeia produtiva, servindo também aos interesses dos consumidores em garantir o bem-estar dos animais em terras agrícolas. O conselho de bem-estar animal definiu que os animais devem servir às necessidades humanas, mas, para isso, precisam ser reconhecidos como animais sensíveis e não podem sofrer danos graves durante sua criação. Os criadores de animais devem zelar pela sua guarda e proporcionar uma condição de vida obedecendo às necessidades dos animais e não somente as de interesse ao próprio homem.

A implementação bem sucedida da política proposta pela FAWC (2009) exige um forte apoio por toda a cadeia de abastecimento alimentar, servindo não só aos seus próprios interesses, mas também ao do consumidor. Os conflitos de

interesses podem surgir entre as organizações comerciais, independente do bem-estar animal, cabendo ao governo protegê-los.

Diante das necessidades em se estabelecer critérios que viessem a garantir o bem-estar de animais criados em regime extensivo e intensivo, foi criado em 1965 o Relatório Brambell, cuja análise da FAWC (2009), mostrou-se também flexível quanto ao atendimento a critérios tão severos, mas que, na prática, são inevitáveis perante as dificuldades do agricultor. O objetivo principal, no relatório, foi minimizar as ocorrências de maus tratos aos animais e tomar decisões mais éticas, considerando os princípios do bem-estar animal proposto, com liberdade de acesso à alimentação, água, dieta saudável, conforto térmico, ausência de ferimentos, de doenças, medo e angústia, instalações adequadas e ambiente adequado ao porte do animal.

O bem-estar animal considera um animal saudável, bem nutrido, seguro, capaz de expressar seu comportamento nato, com acompanhamento veterinário, protegido por abrigo adequado ao conforto térmico nas diversas condições climáticas. Em resumo, o bem-estar animal diz respeito a saúde física e mental, que em grande parte é determinada pelas habilidades do pecuarista FAWC (2009).

O projeto de instalação para bovinos leiteiros pode adotar diversas técnicas construtivas e integrá-las junto às novas tecnologias para sistemas de produção de leite. Um bom projeto deverá contemplar aspectos construtivos que visem a favorecer a prática do manejo diário e oferecer condições mínimas de conforto ao animal, qualidade produtiva, melhor formulação dos custos, além de uma proteção ambiental ao entorno do empreendimento (SOUZA, 2003).

2.4 O conforto térmico para bovinos leiteiros

Um dos fatores, que mais contribui para uma baixa produtividade, mesmo em condições de boa alimentação ou pasto abundante, é o clima quente (PIRES et al., 2011). Em climas tropicais e subtropicais, a produção e 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).

Em sistemas de produção de leite cujo regime de confinamento é do tipo intensivo, as instalações têm a função de proporcionar aos animais uma melhoria nos fatores climáticos, que afetam o bem-estar do animal. Os fatores de umidade relativa do ar estão associados à temperatura elevada, dificultando a dissipação de calor por transpiração ou respiração do animal (LALONI, 1997).

O confinamento dos animais em lactação permite diminuir e restringir ao máximo o efeito do ambiente, principalmente, em condições tropicais menos favoráveis e de baixa radiação solar (NÄÄS, 1998). A autora ressaltou os quatro fatores ambientais, que mais atuam diretamente na temperatura efetiva do ambiente, sendo estes: a temperatura de bulbo seco, a umidade relativa do ar, a radiação solar e a velocidade do vento.

Miranda e Freitas (2009) descreveram que bovinos de origem europeia mais utilizados no Brasil, tais como a raça holandesa, Jersey e Parda-Suíça, necessitam de temperatura média mensal inferior a 20°C em todos os meses do ano e umidade relativa entre 50% a 80%. Acima de 24°C e 26°C para raça holandesa, de 27°C e 29°C para a Jersey e 29,5°C para a raça Suíça-Parda, a produtividade do animal cai consideravelmente. Os autores definiram uma faixa de -1°C a 21°C como zona de conforto térmico para as raças europeias, já as raças zebuínas (Guzerá e Sindi), oriundas do clima quente e árido da Índia,

apresentam intervalo de temperatura na zona de conforto térmico na faixa de 10°C a 31 °C, com temperatura máxima de 35°C e mínima de 0°C.

Para as raças mestiças (europeu x zebu), Miranda e Freitas (2009) indicaram a zona de conforto térmico entre 5°C a 31°C, mas na prática, são utilizados os mesmos índices da raça zebuína.

Mudanças climáticas de temperatura e umidade interferem, diretamente, nos índices de produção do leite, pois além de causar desconforto térmico ao animal, também são responsáveis pela má formação de forrageiras, diminuindo a ingestão de matéria seca (MS) e influenciando na qualidade do produto (BOHMANOVA; MISZTAL; COLET, 2007).

Souza et al. (2004a) corroboraram com Nãas (1998), destacando a importância do ambiente térmico e acrescentaram que os métodos de manejo adequados também poderão interferir na melhoria da produção leiteira pelo melhor desempenho do animal. Dessa maneira, deve-se atenuar os efeitos negativos causados pelo ambiente, utilizando construções mais adequadas.

Os bovinos leiteiros também tendem a diminuir as suas atividades nas horas mais quentes do dia, procurando pastar mais à noite e buscando sombra e água durante o dia. O ambiente provoca trocas térmicas pela radiação solar, convecção, evaporação e condução de calor entre os animais e o ambiente, e isto permite ao produtor elaborar estratégias de manejo para rebanhos de alta produtividade (TITTO, 1998).

Quando a umidade relativa do ar ultrapassa 50% ou a temperatura ambiente sobe acima dos 18,3°C, independente da umidade do ar, isto poderá desencadear o início do desconforto animal, que se acentua para temperaturas acima de 24°C. Já os ventos, favorecem a evaporação sem causar problemas patológicos, mas desde que esteja na faixa de 1,50 a 10 ms⁻¹, aproximadamente (LALONI, 1997).

Em pastagens sem sombra, o estresse térmico se acentua nos animais, causando movimentação excessiva e muita ingestão de água. A finalidade do agrupamento é reduzir a área da superfície corporal exposta ao ambiente. Essa reação é chamada de termorregulação social (PIRES et al., 2011).

A área dimensionada para o confinamento ou alojamento dos animais é, em parte, a grande responsável pelos requerimentos naturais dos animais, permitindo ao animal o bem-estar relacionado ao espaço de movimentação continuada (BREHME; LAUFELD, 2001).

Almeida et al. (2010) encontraram resultados positivos de 4,35% de aumento na produção de leite, quando expuseram os animais à climatização por 30 minutos no curral de espera, obtendo como resposta menores valores para as variáveis fisiológicas do animal, tais como: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura do pelame (TP). Os autores mencionaram que os investimentos no curral de espera apresentaram retorno de capital em 58 dias. Em relação às alterações na composição química e qualidade do leite, não foram encontrados valores significativos, quando compararam animais que receberam ou não climatização.

Animais expostos à climatização no curral de espera por 30 minutos, alteraram o comportamento, apresentando maior frequência ao cocho, bebedouro e tempo de ruminação. Essas variáveis indicaram baixo nível de estresse e melhoria no bem-estar animal, com maior produção de leite (ALMEIDA et al., 2013).

Raças leiteiras de alto padrão genético, utilizadas por produtores de leite com alto padrão, possuem metabolismo elevado, sendo a climatização utilizada para diminuir os efeitos térmicos e reduzir o estresse a um nível aceitável e que não cause desconforto ao animal, limitando a produção (TITTO, 1998).

Os bovinos reduzem seu desempenho produtivo mediante estresse térmico, na medida em que a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar

saem da zona de conforto térmico (SILVA et al., 2012). Quando o estresse aumenta, o bem-estar diminui (PERISSIONOTO et al., 2006).

Souza et al. (2004b) evidenciaram que o uso adequado de equipamentos para a climatização do ambiente em instalações *free-stall* provocou um aumento na média diária de 4,2 kg leite animal⁻¹, resultado que garante uma maior conversão alimentar, quando comparado aos animais que não receberam melhorias na climatização do ambiente.

Tonoli et al. (2011) pesquisaram que uma forma econômica de ajudar os animais a manter sua homeostase é minimizando a radiação térmica transferida para o interior do ambiente. As propriedades térmicas dos materiais utilizados no alojamento dos animais devem ser avaliadas e controladas, principalmente, para os materiais de cobertura (telhas), que exercem influência direta sobre o conforto térmico interior, ressaltam os autores.

Dentre inúmeras técnicas a serem consideradas na definição do projeto, Milani e Souza (2010) ressaltaram a importância na escolha do material utilizado na construção do *free-stall*. Muitos materiais, de diferentes espécies (madeira, concreto e metal) são escolhidos em função do custo, praticidade e possibilidades de reaproveitamento. Os autores também argumentaram que a madeira, por ser muito sensível a umidade, possibilita o desenvolvimento de macro e microrganismos.

Além do conforto térmico, o desempenho dos animais também está relacionado à nutrição animal, sua sanidade, interação com os tratadores e outros fatores externos. As condições de manejo e alojamento aos quais estão inseridos alteram o comportamento do animal, sendo esta análise de grande contribuição para aperfeiçoar o sistema de produção (BOKKERS, 2006).

2.5 O projeto do confinamento de bovinos leiteiros

O projeto de implantação de um sistema de confinamento de bovinos leiteiros possui, como prioridade, uma melhor caracterização da área de confinamento (galpão ou alojamento), local onde os animais passam a maior parte do tempo e recebem alimentação e local para repouso deitado (camas). Coelho (2000) defendeu a necessidade de um planejamento eficiente que permita o máximo conforto térmico do animal, com movimentação mais tranquila, fácil acesso a alimentação e com menor competição.

Camargo (1988) verificou que a redução da área de repouso apresenta vantagem do sistema de confinamento *free-stall* com baias livres, em relação a outros sistemas de exploração leiteira, pois necessita de 2,88 m² por animal. As baias livres são instaladas no interior do galpão, assim como os cochos de alimentação e bebedouros, com características próprias de fixação. Outras considerações propostas consideram a altura do pé-direito, que influencia, diretamente, na radiação solar no interior do galpão, a declividade do telhado, o tipo de telha, o espaço por animal, a largura dos corredores, as calhas hidráulicas e o tipo de piso (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Baêta (1998) relacionou o pé-direito com a largura do galpão e recomendou 2,88 m para vãos até 8 m, 3,5 m para vãos entre 12 e 15 m de largura. Para o autor, quanto mais largo for o galpão, maior deverá ser o pé-direito, sendo que, larguras iguais ou superiores a 12 m têm se mostrado adequadas para o cálculo do custo estrutural, bem como, para um satisfatório condicionamento térmico natural.

Devidamente concebidos e com saídas de ar pelo telhado associadas ao uso de lanternin, o pé-direito na faixa de 3,65m e 4,87 m provocou um melhor conforto para os animais confinados em alojamentos do tipo *free-stall*, segundo Graves e Brugger (1995).

Milani e Souza (2010) recomendaram que galpões com estábulo livre tenham 4 m de pé-direito para largura de 24 m e comprimento de 55 m. Outros autores também pesquisaram mas não associaram o pé-direito com o vão da cobertura, a fim de propiciar uma melhor ventilação natural. Nããs (1998) recomendou 3,5 m para pé-direito, do piso à parte inferior do telhado (beiral).

2.5.1 Telhas de cobertura

O telhado é o principal meio de proteção contra a radiação solar direta nos animais confinados em sistemas *free-stall*, onde as propriedades térmicas apropriadas nos materiais contribuem para um melhor conforto térmico (TONOLI et al., 2011).

Algumas considerações, quanto ao emprego de certos materiais na cobertura, possuem grande relevância na instalação, pois a influência térmica exercida no ambiente interno pelo telhado está diretamente relacionada ao tipo de telha, inclinação do telhado e a largura do beiral. As características construtivas interferem no calor que chega ao interior da instalação durante o dia e na quantidade de calor que é perdida para o meio exterior no período da noite (BAÊTA, 1998).

A inclinação do telhado influencia no condicionamento térmico do galpão para confinamento, sendo que a inclinação mais adequada para o telhado é de 20° a 30°. Além da inclinação, a distância entre as aberturas de entrada e saída de ar devem ser de 10% do tamanho do vão, quando equipado com lanternim, visando a melhorar a eficiência da troca de ar entre o interior e o exterior do galpão (BAÊTA; SOUZA, 1997).

A orientação é outro fator limitante ao ganho de calor em galpões durante o verão, onde a ventilação natural combinada com a radiação solar é decisiva na quantidade total de calor que é transferida para o interior da

instalação (NÃAS, 1998). A orientação do comprimento do galpão no sentido leste-oeste, geralmente, nas latitudes de 15° a 30°S favorece uma maior interceptação da radiação solar pelo telhado durante o verão, bem como, uma maior insolação na face norte do galpão durante o inverno (BAÊTA, 1998).

Além da posição, inclinação e tipo de cobertura, outros mecanismos podem auxiliar no controle térmico, tais como, a pintura do telhado na cor branca para a face externa e na cor preta para a face interna, visando a diminuir a radiação solar direta (COELHO, 2000). Em regiões de climas quentes e úmidos, a utilização de lanternim ameniza os efeitos da radiação, no entanto, a largura do lanternim deve ser no mínimo de 0,30 m para vão de 6 m de largura e mais 0,05 m para cada 3 m de largura a mais na instalação (BUCKLIN et al., 1991). Os autores recomendaram ainda que a altura entre a cobertura do lanternim e o cume do telhado seja de pelo menos 0,30 m.

Estudos, realizados por Kravchenko e Gonçalves (1980) em instalações para confinamento de bovinos leiteiros em Goiânia, estado de Goiás, verificaram a eficiência de materiais de cobertura, utilizando cimento amianto vermelho e cimento amianto cinza, telha ondulada de alumínio, telha de barro (francesa) e capim Jaraguá (*Hiparrhenia rufa*). Os autores observaram que os ambientes cobertos com capim, telha de barro e alumínio obtiveram, respectivamente, melhores resultados quanto à redução da carga térmica no interior da instalação, sendo as telhas de cimento amianto vermelho e cinza menos eficientes.

O experimento realizado por Campos (1986) demonstrou que os galpões que utilizaram cobertura de cimento amianto com forro de taquara obtiveram contribuição para a redução da carga térmica de radiação (CTR) e do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), mas, quando da utilização de telhas de barro, o uso do forro não reduziu, significativamente, a CTR e o ITGU.

Sevegnani (1997) pesquisou coberturas de cimento amianto pintado com tinta reflexiva branca, obtendo-se excelentes resultados no comportamento ambiental da instalação.

Sombras artificiais com chapas de aço e alumínio são muito utilizadas, em razão do baixo custo, vida útil e manutenção, contudo, provêm sombras de baixa qualidade térmica. Tal resultado está relacionado à radiação térmica proporcionada pelos diversos tipos de materiais (NÃÃS, 1989).

Pesquisas realizadas por Sevegnani, Ghelfi Filho e Silva (1994) avaliaram o comportamento térmico da telha de barro, telha de fibrocimento, telha térmica composta de duas chapas de alumínio de 0,5 mm com 30 mm de poliuretano expandido entre elas (telha sanduiche), telha de zinco de 0,7 mm, telha de alumínio ondulada de 0,6 mm e por último a telha de fibra de vidro translúcida de 1 mm, onde foram obtidos os seguintes resultados de acordo com a melhor proporção de conforto térmico oferecido aos animais: telhas de barro seguidas das telhas de alumínio, térmicas, cimento-amianto simples, zinco e fibra de vidro. Os autores concluíram que a telha de fibra de vidro permite a passagem de muita radiação solar, causando excesso de desconforto no ambiente.

2.5.2 O piso do confinamento

Em sistemas de confinamento, a movimentação dos animais deve ser realizada de forma prática e segura, evitando escorregões e possíveis quedas do animal, podendo levá-lo desde o descarte até a morte. O tipo de piso deve permitir uma movimentação segura dos animais, mas também deverá ser prevista a instalação de canaletas hidráulicas no interior do galpão, permitindo o fácil escoamento das águas utilizadas na limpeza e canalização dos dejetos líquidos provenientes da atividade (COELHO, 2000). A concepção do galpão

para confinamento afeta diretamente os serviços de limpeza, pois acentua os níveis de contaminação provocados pelos dejetos animais (RUUD, 2010).

O tipo de piso mais utilizado é o de revestimento em concreto com ranhuras que proporcionam facilidades na limpeza diária, além de oferecer maior segurança aos animais durante a pisadura. Pisos de borracha ou outros materiais, em geral, dificultam o apoio e a movimentação dos animais (MILANI; SOUZA, 2010). Em concordância com os autores, os pisos e passarelas mais utilizados em galpões para bovinos, realmente, são em concreto, pois além de serem duráveis, também são mais baratos, resistentes ao desgaste e apresentam condições favoráveis para a higiene (TELEZHENKO; BERGSTEN, 2005).

Em comparação com outros sistemas de confinamento, o *free-stall* apresenta como desvantagem o aumento de lesões nos cascos, pois nesses sistemas, o tempo de exposição do animal em pé sobre o piso de concreto nos corredores e sala de espera é aumentado, podendo se intensificar ainda mais, caso as camas de descanso não sejam atraentes para os animais. Contudo, existem outras formas de atenuar as lesões nos cascos, tal como a concepção de um bom ambiente, que ofereça controle de densidade confortável, boas condições de transição dos animais até o curral de espera e sala de ordenha, limitação do tempo de ordenha, redução de calor adequado ao ambiente e uma boa higiene nos cascos com utilização de lava-pés e pedilúvio (COOK; NORDLUND, 2009). Para os autores, um projeto bem elaborado, que ofereça condições de conforto ao animal, mesmo diante dos problemas de lesões nos cascos, supera as condições oferecidas no pastejo contínuo, onde os animais não podem deitar-se, sofrem estresse térmico e precisam se movimentar em áreas ensolaradas para conseguir o alimento.

2.5.3 Baias livres e individuais

Deve se evitar que os animais confinados em galpões se deitem nos corredores, ficando sujeitos a lesões na cauda e, principalmente, no úbere. Os locais destinados ao descanso dos animais devem possuir tamanhos apropriados (COELHO, 2000). O número de baias pode ser inferior ao número de animais alojados. Recomenda-se em torno de 10%, pois os animais não usam a mesma baia e nem se deitam todos ao mesmo tempo. Admite-se até 30% a mais de animais que o número de baias existentes, mantendo-se as mesmas condições de conforto e produtividade (CAMARGO, 1988).

As larguras das baias devem ser suficientes para o conforto animal, e não devem permitir que os animais se virem ou defequem em seu interior. Baias individuais, bem dimensionadas, direcionam os dejetos dos animais para os corredores, permitindo a limpeza mecanizada (raspagem mecânica) ou por sistema de limpeza com água (COELHO, 2000). Para o autor, as baias necessitam de uma declividade da parte interna para o corredor, entre 2% e 6%, pois evita que os animais escorreguem para frente, enquanto deitados.

2.5.4 Camasde descanso

A cama de descanso para bovinos leiteiros é um componente indispensável nas baias. Para garantir a eficiência do sistema de confinamento em galpões, a cama precisa estar limpa e seca, eliminando o desconforto térmico, desconforto físico, doenças infecciosas e traumatismos (COELHO, 2000). O local de repouso dos animais lactantes deve proporcionar um ambiente confortável e, razoavelmente, limpo, de modo a não causar lesões, muito embora algumas instalações para bovinos leiteiros, não atendam a estes critérios (LOMBARD et al., 2010).

As camas devem promover conforto aos animais e absorver a umidade. As camas de serragem e palhas são muito eficientes na absorção da umidade, mas, sempre retêm fezes. Esteiras emborrachadas têm sido comumente utilizadas, no entanto, o animal prefere outros tipos de materiais e demoram muito a se adaptar a essas camas, pois além de serem escorregadias quando molhadas, o custo é bem mais elevado (GAMROTH; MOORE, 1993).

Camargo (1988), ao comparar as baias com cama de areia com as baias com pneu cortado ao meio, cobertos com areia, observou que os animais permaneceram deitados por 13,1 h baia⁻¹ dia⁻¹ e 7,44 h baia⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, e que ocupavam, primeiramente, as baias com cama de areia.

No experimento realizado por Calamari, Calegari e Stefanini (2009), foram observados que os animais alojados em *free-stall* passaram a maior parte do tempo deitados em camas com superfícies mais suaves (areia, palha ou camas pack), ao invés de colchão de borracha. Os autores concluíram que, apesar de não haver diferenças evidentes em lesões causadas pelas várias superfícies utilizadas na cama, houve pequenas alterações nas respostas inflamatórias do sangue. Entretanto, foi observado que a cama de areia apresentou melhores respostas para o conforto do animal.

Estudos realizados em 100 propriedades leiteiras, constataram que 80% dos animais alojados em colchão apresentaram lesões nos cascos, sendo que para a cama com colchão de areia mais profundo, a incidência de lesões nos cascos foi bem inferior (FULWIDER et al., 2007).

O efeito da concepção *free-stall*, em especial, as camas de descanso, têm sido objeto contínuo de estudos nos últimos anos. Os animais preferem passar mais tempo deitados em camas mais macias e secas. As dimensões das camas podem afetar a higiene dos animais, quando as mesmas são superdimensionadas, permitindo ao animal defecar sobre as camas ao invés dos corredores (TUCKER et al.; FREGONESI et al., 2009).

Milani e Souza (2010), pesquisaram as camas de maravalha, borracha e areia, sendo a de areia a mais utilizada. Os autores verificaram alguns inconvenientes sanitários para as camas de areia e maravalha, principalmente, para as baias mal dimensionadas, como a transposição do material pelos animais, seja por aderência à pelagem ou revolvimento passivo, quando o animal levanta ou entra na baia. As camas de borracha foram as que apresentaram maior facilidade e agilidade durante a limpeza, de acordo com os autores.

Pesquisas realizadas com 18 vacas holandesas confinadas em *free-stall*, cujas baias foram recobertas com camas de areia e colchão de borracha, indicaram os tempos despendidos nas atividades deitada em ócio, deitada ruminando, em pé em ócio sobre a cama e em pé ruminando sobre a cama (CECCHIN et al., 2014). Os autores registraram as variáveis ambientais e de temperatura da superfície das camas, demonstrando maior preferência dos animais pelas camas de areia para os comportamentos deitada em ócio e deitada ruminando. Contudo, durante os períodos mais frescos (noite e madrugada), houve maior preferência pelas camas de borracha, em decorrência de sua temperatura de superfície, que durante o dia foi superior à temperatura da cama de areia.

A avaliação do comportamento dos animais alojados em sistema de *free-stall* é um dos critérios mais importantes a ser seguido, a fim de analisar a qualidade do alojamento. Conhecer o tempo que os animais permanecem deitados é um exímio indicador de qualidade das camas (ITO; WEARY; KEYSERLINGK, 2009).

2.5.5 Cochos para alimentação

A instalação de cochos para alimentação de animais confinados requer devida atenção quanto à sua disposição no interior do galpão. Os cochos devem

ser instalados à sombra e em lugares ventilados, minimizando-se os efeitos diretos e indiretos da radiação solar sobre estes equipamentos e alimentos, caso contrário, isso poderá afetar o desempenho produtivo dos animais (COELHO, 2000).

Beede e Shearer (1992) recomendaram o espaço para o cocho de 0,6 m a 0,75 m por animal alojado. Anteriormente, Friend (1977) observou uma maior competitividade, quando o cocho foi reduzido para 10 cm por animal, aumentando também a agressividade entre os animais e dificultando o manejo. Para os autores, o comprimento linear mínimo do cocho deve ser de 0,20 m por animal.

Em concordância com as pesquisas de Beede e Shearer (1992), Wiersma (1984) recomendaram 0,75 m de cocho por animal, seguindo as orientações de Arave e Albright (1981), isto é, 0,67 m e 0,76 m de cocho por animal.

Outra finalidade do cocho de alimentação no interior do galpão de confinamento está em estimular os animais a voltarem para o confinamento no momento pós-ordenha, reduzindo o estresse causado pela movimentação de máquinas (CAMARGO, 1988).

O cocho para minerais deve seguir algumas características construtivas, que, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, ABCP, 1996), deverá apresentar superfície interna lisa, cantos arredondados e dreno com tampa no fundo. As dimensões mais recomendadas para cocho de minerais são: 2,5 m de comprimento, 0,3 m de largura e 0,03 m de altura.

Milani e Souza (2010) estudaram os materiais mais empregados na construção dos cochos de tijolos, concreto e concreto pré-fabricado (tipo meia-cana). Internamente, os cochos são revestidos com argamassa de cimento ou revestimentos cerâmicos, sendo mais comumente utilizados os cochos de

concreto revestidos com cerâmica, pois apresentam maior praticidade na varredura do alimento revolvido pelos animais para dentro do cocho novamente.

2.5.6 Bebedouros para confinamento

O animal quando confinado consome de 40 litros a 60 litros de água diariamente (COELHO, 2000). Assim, os bebedouros instalados no interior do galpão de confinamento devem ser projetados de acordo com a quantidade de animais.

O formato dos bebedouros, segundo ABCP (1996) deve ser regular, com altura variável de 0,6 m a 0,7 m, largura variável de 0,6 m a 0,7 m e com acesso a um dos lados ou 1,2 m a 1,5 m com acesso aos dois lados. O comprimento e profundidade deverão obedecer ao volume de água pré-estabelecido e para manter o volume de água nos bebedouros constante, a entrada da água pode ser controlada por uma boia, protegida contra eventuais danos causados pelos animais.

Para Coelho (2000), em regiões com dificuldade de abastecimento, deve se prever um volume com capacidade para dois ou três dias de consumo, mas de acordo com pesquisas da ABCP (1996), o abastecimento de água depende da construção e do sistema de limpeza utilizado, sendo recomendados três litros por metro quadrado de área pavimentada no curral de espera e na sala de ordenha e um litro por animal ordenhado, para limpeza dos úberes na sala de ordenha.

2.5.7 Corredores de transição

Os corredores internos do galpão para confinamento, destinados à movimentação de animais e máquinas, devem apresentar dimensões e materiais que minimizem o estresse animal e ferimentos, durante o seu deslocamento nos

confinamentos (COELHO, 2000). O espaço recomendado para a movimentação dos animais é de 5,09 m² por animal alojado, seguindo a relação de uma baia por animal (NOVAES, 1985).

Armstrong (1998) constatou um aumento de 0,5°C na temperatura corporal de animais submetidos a percorrer 150 m em corredores subdimensionados e 0,25°C em corredores adequados. Segundo o autor, o piso deve ser concretado e com inclinação em direção às canaletas, que recolhem os dejetos. As canaletas devem ser localizadas de forma a proteger as paredes, no momento da limpeza, contra a infiltração e também as baias individuais quanto ao possível alagamento, além prevenir a contaminação dos bebedouros. O mesmo autor ainda relatou que a largura dos corredores de saída da sala de ordenha depende do número de contenções e, deve ser de 0,9 m, até 15 animais em contenção, e de 1,8 m a 2,7 m, para mais de 15 animais.

2.5.8 Curral de espera

Após várias pesquisas, Milani e Souza (2010) constataram a falta de preocupação dos produtores quanto ao tempo em que os animais permanecem no curral de espera e a densidade máxima que esse curral comporta sem provocar desconforto ao animal. Os autores ressaltaram que, para fins de proporcionar uma boa movimentação e evitar parte do estresse, o curral de espera deve ser projetado com 1,4 m² por animal, considerando-se grupos 200 animais no máximo. Acima desse valor, os autores propuseram uma área de 1,6 m² por animal. Diante dessas recomendações, o piso de concreto com ranhuras no curral de espera é mais prático para a limpeza e mais higiênico que o piso de terra batida, normalmente, utilizado nas propriedades rurais.

2.5.9 Sala de ordenha

A qualidade do leite durante o processo extrativo na sala de ordenha é uma condição fundamental a ser seguida na construção das instalações, a começar pela escolha do piso adotado em relação ao posicionamento homem-animal. O piso plano é comumente utilizado para pequenas produções, por ser mais barato e prático, pois permite que o ordenhador fique posicionado no nível do animal. O piso elevado é mais eficiente, pois propicia melhor visualização dos animais, facilitando o acesso ao úbere para higienização e ajuste do equipamento de coleta do leite. Além dessas vantagens, a posição de ordenha em nível elevado permite uma melhor postura do funcionário, prevenindo que doenças ocupacionais se manifestem (COELHO, 2000).

Em pesquisas realizadas por Milani e Souza (2010), a implantação de uma ordenha mecânica proporcionou atender a um maior número de animais em lactação e obter maior eficiência e agilidade no processo, com redução no tempo de ordenha e, conseqüente diminuição do estresse no animal.

Dentre os modelos de salas de ordenhas comumente utilizados em sistemas de produção intensivo, destacam-se os modelos tipo tandem, espinha de peixe e poligonal, onde o tipo tandem é indicado para até 250 animais em lactação, e as salas de ordenhas possuem aberturas laterais. Esse modelo apresenta como vantagem a atenção individual aos animais e como desvantagens, a maior distância entre os úberes e uma maior área a ser construída. O modelo poligonal é indicado para grandes rebanhos e permite diminuir a distância entre os úberes. Os polígonos possuem quatro lados com quatro, cinco, seis, oito ou dez animais por lado. O modelo espinha de peixe é considerado o mais eficiente, mas apresenta como principal desvantagem a possibilidade de um animal atrasar os demais em função do acesso único e em fila (COELHO, 2000).

2.5.10 Lava-pés e pedilúvio

Durante a transição dos animais para o curral de espera, é comum promover a limpeza nos cascos dos animais com água, sendo para tal utilizados sistemas de lava-pés com dimensões maiores que as do pedilúvio, justamente, para retirar o excesso de sujeira dos cascos (SOUZA et al., 2004a).

A função do pedilúvio, embora se pareça muito com o lava-pés, é atuar na sanidade dos cascos do animal de forma preventiva e/ou curativa, sendo utilizadas soluções à base de formol, sulfato de cobre, sulfato de zinco ou cal (MILANI; SOUZA, 2010). Os autores reforçaram a importância de um correto dimensionamento do lava-pés e pedilúvio, a fim de se evitar desperdícios com produtos químicos e permitir uma livre movimentação dos animais.

Recomenda-se a utilização do pedilúvio preventivo na saída da ordenha e o lava-pés antes, evitando-se que produtos químicos do pedilúvio contaminem a sala de ordenha (BORGES; GARCIA, 2002).

Milani e Souza (2010) identificaram que o melhor comprimento para o lava-pés está entre 4 m a 6 m e para o pedilúvio, os autores recomendaram de 2,5 m a 3 m de comprimento e quanto à largura, variaram de 0,7 m a 1 m e no quesito profundidade, indicaram uma lâmina d'água de 0,05 m.

2.6 O planejamento da construção para confinamento de bovinos leiteiros

A falta de planejamento ou deficiências na elaboração de projetos é algo notório na construção civil, ocasionando consequências desastrosas na funcionalidade do projeto, atrasos na execução da obra e aumento dos custos. A elaboração de um orçamento de construção engloba o estudo das condicionantes, a composição dos custos unitários e o fechamento do orçamento. O estudo das condicionantes se baseia em um projeto onde são identificados os serviços e suas

respectivas quantidades, englobando leitura e interpretação do projeto, suas especificações técnicas, interpretação do edital (quando houver) e visita ao local da construção (MATTOS, 2006).

A composição de custos de um determinado serviço ou atividade é a soma de todos os insumos (material, mão de obra e equipamentos) aplicados, diretamente, na atividade. Santos et al. (2009) corroboraram com Mattos (2006), afirmando que o planejamento de construção não deve contemplar apenas a dimensão de tempo, mas uma estimativa de custo para cada atividade. Para Santos et al. (2009), o sucesso da implantação de um projeto está intimamente ligado ao gerenciamento de diferentes recursos (material, mão de obra, equipamento e capital), muitas vezes, sujeitos a limitações e restrição ao uso.

Tisaka (2011) descreveu que o grau de precisão de um orçamento depende dos preços variáveis de mercado, dos erros de avaliação dos coeficientes utilizados na composição de preços e de determinados critérios utilizados para o cálculo do custo direto. Dentre os critérios utilizados, o autor define os passos necessários e sequenciais, para se chegar ao custo direto de forma mais precisa, isto é, reunir todos os projetos, criar uma planilha, levantar todos os serviços envolvidos, levantar os quantitativos e todos os insumos a serem utilizados e cotar os preços dos materiais e serviços. Para valores onerados, o autor citou o incremento das leis sociais, encargos complementares e bonificação por dispêndios indiretos.

2.6.1 Custos, despesas e estimativas da construção

Para Cardoso (2011), o custo final de uma construção civil pode ser dividido entre custos diretos, indiretos, despesas indiretas e bonificação. O custo direto se refere a soma de todos os custos unitários dos serviços (material, mão de obra e equipamentos) utilizados na construção. Os preços dos insumos,

geralmente, são obtidos pelo preço praticado no mercado e estes são multiplicados pelas respectivas quantidades definidas no projeto. O custo indireto classifica os dispêndios com mobilização, desmobilização, implantação do canteiro de obras, administração local da construção e manutenção do canteiro de obra durante a fase de execução do projeto.

As despesas indiretas abrangem os dispêndios com logística e comercialização, análise de riscos, assessoria jurídica, tributos e elaboração de propostas e orçamentos e, ainda segundo Cardoso (2011), a bonificação por dispêndios indiretos prevê uma receita adicional além do orçamento, calculada de acordo com a estimativa de lucro, despesas indiretas, administração da central e local, taxa de risco do empreendimento, taxa de custos financeiros e taxa de tributos municipais, estaduais e federais.

A estimativa do custo de construção deve ser utilizada quando não há informações para elaboração de um orçamento detalhado e, portanto, de acordo com Dias (2006), não deve ser confundido com orçamento de construção. Geralmente, a estimativa adota índices financeiros conhecidos no mercado. Segundo o autor, para as construções de edificações, utiliza-se com maior frequência o custo unitário básico (CUB) cujos critérios e normas são estabelecidos pela Norma Brasileira NBR 12.721 (ABNT, 2006), calculados e divulgados pelo Sindicato da Construção Civil (Sinduscon) referente a cada estado brasileiro.

Santos et al. (2009), ressaltaram que alguns métodos de estimativas são mais complexos, pois exige-se um maior detalhamento descritivo, enquanto outros são mais simples e oferecem maior velocidade nas informações, apesar de serem menos precisos. Os autores salientaram que a precisão de uma estimativa está relacionada à quantidade e qualidade das informações, sendo as informações de caráter mais geral, geradoras de conhecimento suficiente para a tomada de decisão.

Mattos (2006) sugeriu que a elaboração das composições de preços para estimativas de custo para cada atividade siga os seguintes passos: identificação dos serviços, levantamentos dos quantitativos, discriminação dos custos diretos e indiretos, cotação de preços, definição dos encargos sociais e trabalhistas (leis sociais). A bonificação por dispêndios indiretos (BDI), que inclui: administração da central, garantia, despesa financeira, seguro, risco de obra, os impostos municipais, estaduais federais e o lucro, deverá ser definida no fechamento do orçamento.

2.6.2 Custo unitário básico - CUB

Para Cardoso (2011), a ideia básica do método do custo unitário é o fracionamento, haja vista a grande dificuldade em avaliar com precisão, quando se utiliza apenas do custo total. Assim, dividindo-se a construção em etapas, cada parte ficará individualizada para uma melhor avaliação e apropriação. O autor descreveu que o fracionamento da construção segue um melhor arranjo quando se apresenta da seguinte forma: serviços preliminares, administração local, fundações, estrutura, elevações, cobertura, esquadrias e ferragens, instalações elétrica, telefônica, lógica e de cabeamento estruturado, instalações hidráulica e de combate a incêndio, instalação sanitária, instalação de gás, louças e metais, revestimento de pisos e paredes, pintura, equipamentos, obras externa e diversos (para quaisquer item que não se enquadrar nas recomendações anteriores).

Tisaka (2011) propôs que uma composição analítica de custos unitários de um determinado serviço deva conter a caracterização dos insumos, o coeficiente de consumo de materiais, coeficiente de produtividade de mão de obra, coeficiente de utilização horária de equipamentos, preço unitário dos insumos, salário base por função de trabalhadores e as taxas de leis sociais e

encargos complementares. Para o autor, a apuração da quantidade de serviços, materiais, equipamentos e pesquisa para os preços médios, é feita a partir de um anteprojeto da construção. Assim, estima-se por intermédio de publicações em revistas especializadas ou experiências anteriores, um valor médio por m^2 para determinadas opções de estrutura e acabamento.

Para Melo (2010), o custo unitário básico (CUB) m^{-2} é uma estimativa parcial para o valor do metro quadrado de construção refletido pela variação mensal dos custos de construção (materiais, mão de obra e equipamentos), sendo o CUB, o resultado da mediana de cada insumo multiplicada pelo peso atribuído de acordo com o padrão calculado. O autor mencionou que, atualmente, o CUB é feito com base representativa em 40 insumos essenciais na construção, aluguel de betoneira e cinco categorias profissionais e que, também, na formação dos custos unitários básicos, não são considerados vários itens adicionais, tais como: elevadores, fundações especiais, instalações prediais (água, luz, esgoto e telefonia), serviços complementares de urbanização, recreação e ajardinamento e remuneração de engenharia.

Segundo NBR 12.721 (ABNT, 2006), o CUB é utilizado para o cálculo do custo parcial da construção e não o global, pois não leva em conta os demais custos adicionais, tais como: fundação, submuramentos, paredes-diafragma, tirantes, rebaixamento de lençol freático; elevadores, equipamentos e instalações (fogões, aquecedores, bombas de recalque, incineração, ar condicionado, calefação, ventilação, exaustão e outros); playground (quando não classificado como área construída), obras e serviços complementares, urbanização, recreação (piscinas, campos de esporte), ajardinamento, instalação e regulamentação do condomínio; e outros serviços; impostos, taxas e emolumentos cartoriais, projetos: projetos arquitetônicos, projeto estrutural, projeto de instalação, projetos especiais; remuneração do construtor; remuneração do incorporador.

A NBR 12.721 (ABNT, 2006) recomendou a utilização do CUB para a avaliação dos custos de construção, sendo o CUB, o valor mínimo atribuído à construção de edificações para fins do disposto no art. 32, da Lei 4.591/64, para contrato de construção por administração. Assim, o CUB segue os valores divulgados pelos Sindicatos da Construção Civil da localidade correspondente ao padrão mais semelhante ao imóvel incorporado.

2.7 A viabilidade econômica na produtividade leiteira

A análise financeira da gestão operacional em um sistema de confinamento para bovinos leiteiros requer a contemplação do retorno sobre o capital investido, considerado como uma das melhores medidas de eficiência operacional, mas que, na prática, apresenta limitações, devendo ser utilizado junto com outros indicadores de padrões e orçamentos (HOJI, 2014).

Assim como qualquer segmento industrial, serviço ou agropecuária, os resultados econômicos devem ser contabilizados e avaliados periodicamente, a fim de possibilitar a análise de desempenho econômico e técnico do negócio. Em geral, as propriedades de pequeno e médio porte ignoram a necessidade de cálculos mais precisos, levando-se em conta, principalmente, os seus custos fixos (OLIVEIRA et al., 2001).

Os empreendedores rurais esperam que seu investimento promova um retorno financeiro compatível com o risco assumido em longo prazo, pois o investimento é feito de forma permanente. Contudo, em busca de maior rentabilidade financeira, os produtores rurais vivem uma nova realidade na atividade leiteira, onde ser mais eficiente no processo produtivo é a chave para se tornar competitivo e sustentável (HOJI, 2014).

Na pecuária leiteira, a análise dos impactos na rentabilidade do sistema requer que o produtor fique atento às variações no preço do leite e dos fatores de

produção em todo o sistema (BARBOSA et al., 2011). Torna-se imprescindível aumentar a produção com conseqüente diminuição dos custos, a fim de se buscar um ponto de equilíbrio entre estes dois fatores (STELSER et al., 2009).

Oliveira et al. (2001) avaliaram 22 propriedades leiteiras na região de Viçosa, Minas Gerais, encontrando resultados econômicos negativos, com pontos de estrangulamento na produção e resultados positivos com taxa de retorno sobre o investimento superior ao da caderneta de poupança. A melhoria do padrão genético, por inseminação artificial com sêmen de animais com maior potencial genético elevou os índices de produtividade do rebanho, além da alimentação adequada, principalmente, para os animais em lactação. Os autores ressaltaram que os investimentos na qualidade do leite, via controle sanitário, ordenha mecânica com resfriamento instantâneo é uma estratégia para obter melhores resultados na execução dos processos, além de possibilitar melhores resultados econômicos.

Os indicadores de produção utilizados por Oliveira et al. (2001) contemplaram a média por animal em lactação, produção média diária, total de animais do rebanho, produção de leite por hectare ano⁻¹, taxa de natalidade, idade ao primeiro parto, intervalo entre partos, quantidade de litros de leite por quilo de concentrado fornecido e a mão de obra por litro de leite produzido. Para avaliar os indicadores de desempenho econômico, os autores consideraram a margem bruta, margem líquida e taxa de retorno sobre os investimentos.

Prover um ambiente adequado e satisfatório para a produção de leite com vacas da raça holandesa acarreta a necessidade de maiores investimentos financeiros. Barbosa et al. (2011) simularam a viabilidade econômica e a rentabilidade de um modelo de produção de leite *free-stall* para capacidade de 100 animais da raça holandesa, separados por quatro lotes com matrizes agrupadas de primeira a quinta lactação e vacas secas. A estrutura do *free-stall*, integrada com a sala de ordenha do tipo espinha de peixe 2x6, sala de máquinas

e leite, escritório, farmácia, salas de espera e confinamento, propiciou melhorias na eficiência nutricional, obtendo-se uma média de produção de 25,5 litros leite animal dia⁻¹. No entanto, os autores concluíram a inviabilidade do modelo frente aos preços praticados em 2011 e também atribuíram esse mal resultado às variações financeiras dos principais nutrientes alimentares (farelo de soja, milho e silagem) e o baixo valor de venda do produto (R\$ 0,55 litro⁻¹).

2.7.1 Margem Bruta(MB) e Margem Líquida (ML)

A margem bruta (MB) é obtida pela diferença entre a receita total (RT) e o custo operacional efetivo (COE). É o montante que vai remunerar os fatores fixos da atividade tais como terra, animais, benfeitorias, máquinas e a mão de obra familiar. O COE compõem-se dos desembolsos efetivamente realizados na condução da atividade, exceto a mão de obra familiar e a depreciação. (OLIVEIRA et al., 2001).

A margem líquida (ML) é a diferença entre receita total (RT) ou renda bruta (RB) e o custo operacional total (COT). A margem líquida quando expressa em % indica o que restou de cada R\$1,00 de receita, após a dedução de todos os custos. É o resíduo que remunera o capital investido na atividade leiteira. O COT é o custo de reposição do capital efetivamente empregado, uma vez que os investimentos já foram realizados. No COT, são totalizados os custos referentes a mão de obra familiar e a depreciação (OLIVEIRA et al., 2001).

2.7.2 O retorno do investimento

O retorno sobre o investimento pode ser obtido pelo produto da margem líquida (ML) e o giro do ativo total (AT), onde a ML é obtida pela razão entre o lucro líquido (LL) e a receita líquida (RL). Resumidamente, o retorno sobre o

investimento pode ser obtido pela razão do LL pelo AT que, por sua vez, representa os recursos aplicados em bens e direitos (HOJI, 2014).

O prazo para o retorno de investimento é o período de tempo necessário para que o lucro de um investimento se iguale ao custo do investimento. Outras definições consideraram a depreciação do investimento, os juros e imposto de renda (NEWMAN; JEROME, 2000). Os autores ressaltaram que há quatro pontos importantes que devem ser bem entendidos:

- a) O retorno sobre o investimento é uma aproximação e não um cálculo exato;
- b) Todos os custos, economias do investimento anteriores ao prazo do retorno, devem ser incluídos no cálculo, diferentemente, de sua sincronização;
- c) As consequências econômicas além do prazo de retorno devem ser completamente ignoradas;
- d) Trata-se de um cálculo aproximado, podendo selecionar ou não a alternativa mais correta.

2.7.3 Métodos para análise do investimento

Dentre os métodos analíticos empregados para a análise de investimentos, a taxa interna de retorno (TIR), taxa mínima de atratividade de retorno (TMAR) e o valor presente líquido (VPL) estão entre os métodos mais precisos comparados aos métodos convencionais, em decorrência de sua metodologia de cálculo, embora ainda não seja o suficiente para eliminar as incertezas e riscos de entrada e saída do caixa (SANTOS, 2010).

A TIR é uma técnica sofisticada de orçamento, pois iguala o VPL de uma oportunidade de investimento a zero (GITMAN, 2010). É uma das taxas

mais importantes a serem analisadas e calculadas para grandes investimentos, pois ela indica a rentabilidade do negócio em escala temporal (MOTTA; CALÔBA, 2009).

O VPL considera o valor do dinheiro no tempo, sendo considerada uma técnica sofisticada para a análise de investimento, pois essa técnica desconta o fluxo de caixa da empresa a uma taxa mínima de atratividade de retorno (TMAR) previamente especificada. A escolha da TMAR, também conhecida por taxa de desconto, retorno requerido, custo de capital ou custo de oportunidade, consiste em definir um retorno mínimo para que um projeto proporcione o valor da empresa no mercado. (GITMAN, 2010).

Entende-se por taxa interna de retorno (TIR) como sendo o retorno do investimento nos recursos necessários para a configuração de um empreendimento. Ao se levantar recursos financeiros provenientes de mercado acionário ou lucros, o empresário deve aplicá-los em projetos ativos que demonstrem viabilidade econômica com remuneração mínima definida por seus proprietários (ASSAF NETO, 2008).

Para o cálculo da TIR, faz-se necessário o conhecimento de uma variável que melhor defina o retorno para os investimentos. Essa variável é específica para cada empresa e significa a taxa de juros mínima aceitável para um determinado tipo de investimento. A taxa mínima atrativa de retorno (TMAR) varia entre 12% a 15% ao ano e é tida como parâmetro permanente, não afetado por mudanças conjunturais do ambiente econômico (SANTOS, 2010).

De acordo com Megliorini e Vallin (2009), a TMAR consiste na taxa mínima de retorno proporcionado pelo projeto em função do capital financeiro investido. Os autores corroboraram Santos (2010), que, apesar da TMAR ser um dos indicadores mais precisos para análise da rentabilidade econômica, ele ainda não consegue prever as incertezas do mercado.

O método da TIR requer que se conheça a taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixa. Os investimentos que apresentarem a TIR maior que a TMAR, são considerados satisfatórios, rentáveis mas passíveis de outras análises de riscos (CASSAROTO FILHO, 2006).

O método do valor presente líquido (VPL) busca determinar um valor inicial a partir do fluxo de caixa que é formado por uma série de receitas e dispêndios. É a somatória algébrica de vários valores financeiros envolvidos no fluxo de caixa, considerando-se uma TMAR (HIRSCHFELD, 2007).

O cálculo do VPL é afetado diretamente pela TMAR, pois matematicamente, quando a TIR se iguala ao TMAR o VPL é zero, quer dizer, o valor presente das entradas de caixa se iguala ao valor presente das saídas de caixa (SANTOS, 2010). Por representar o VPL a diferença entre o somatório dos benefícios líquidos de caixa atualizados e o investimento inicial, sempre que o VPL for positivo, teoricamente, o projeto se torna viável (ASSAF NETO, 2008).

2.7.4 Análises de sensibilidade do investimento

Quando se pretende analisar criteriosamente o risco do investimento, o fator de incerteza do fluxo de caixa passa a ser considerados como variável aleatória. Por métodos probabilísticos e combinações sistemáticas, a análise de sensibilidade constrói cenários e simulações possíveis e em escala temporal (SANVICENTE, 2008).

A análise de sensibilidade é um método de análise de risco do negócio, com base nas variáveis mais críticas e determinantes para o sucesso ou fracasso dos investimentos (ROSSETTI et al., 2008).

2.8 Os índices da produção leiteira e suas peculiaridades

Para atingir determinados índices na produção leiteira, primeiramente, o produtor necessita escolher o recurso genético mais adequado para a propriedade em questão. Classifica-se como nível 1 (N1), propriedades com produção acima de $4.200 \text{ kg leite}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, considerando todas as ordenhas realizadas no período de um dia. Para o nível 2 (N2), considera-se produções na faixa de 2.800 a $4.200 \text{ kg leite}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Para produções abaixo de $2.800 \text{ kg leite}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, classifica-se como nível 3 (N3). O nível de criação do produtor deve considerar as raças a serem empregadas, sendo as raças europeias (holandês e jersey) as mais difundidas no nível N1. Para o nível N2, descreve-se a opção de cruzamento alternado (Holandês x Zebu). As produções do nível N3 seguem o padrão do cruzamento alternado simples (Europeu x Zebu) e com outras opções (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, 2011).

As características de produção, embora estejam relacionadas diretamente com a raça empregada, também são fortemente influenciadas pela alimentação dos animais. O leite produzido pelos bovinos em função de sua capacidade produtiva depende de uma dieta adequada, nutricional e econômica. A alimentação representa de 40 a 60% do custo total de produção, podendo ser até mais elevado, dependendo da variação de mercado e/ou técnicas empregadas no sistema produtivo. Na medida em que se buscam maiores índices de produção, a alimentação somente por volumosos (pasto, silagem e feno) torna-se insuficientes, necessitando complementar com vitaminas, minerais e concentrados. É recomendada a adição de $246.375 \text{ kg ração ano}^{-1}$ (concentrados) para uma média de 75 animais em lactação (EMBRAPA, 2011).

Em propriedades com médias de produção de leite elevadas, acima de $8.000 \text{ kg leite ano}^{-1}$, devem ser utilizadas prioritariamente raças europeias

especializadas, com animais de alta genética, sendo a raça holandesa a mais indicada (MIRANDA; FREITAS, 2009), conforme Tabela 4.

Tabela 4 Indicação de raças produtoras de leite em função da média de produção em kg leite ano⁻¹

média (kg leite ano ⁻¹)	Opções de raça
acima de 8.000	Holandês (prioritariamente)
de 6.000 a 7.000	Holandês, jersey e suíça-parda, mestiços holandês com zebu ou cruzamento triplo com animais de alta genética
de 3.500 a 4.000	Cruzamento alternado com repetição europeu (E-E-Z ou E-E-E-Z), uso de fêmeas F1 HZ, uso de vacas 3/4 HZ, ou o uso do cruzamento triplo, ou ainda o jersolando (F1 HJ)
abaixo de 3.000	Raça de dupla aptidão (leite e carne), com opção do girolando (5/8 H + 3/8 Z), guzerá, caracu, pitangueiras ou ainda o cruzamento alternado simples (E-Z)

Fonte: Adaptado de Miranda e Freitas (2009).

Souza et al. (2010) avaliaram os índices de produção em função do efeito da ordem de lactação, estação do ano e seus efeitos na qualidade do leite de vacas da raça holandesa. Os animais tiveram um ciclo de cinco lactações com duração média de 300 dias ano⁻¹, obtendo-se uma produção média de 20,57 kg animal⁻¹ dia⁻¹ e uma contagem de célula somática (CCS) de 167.000 células ml⁻¹, dentro dos padrões de qualidade previstos na Instrução Normativa nº 51 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2002), que estabelece um limite máximo de até 400.000 células mL a partir do ano de 2011.

As pesquisas de Souza et al. (2010) também indicaram que não houve diferença na qualidade do leite (ECS, gordura e proteína) nas lactações iniciadas nas diferentes estações do ano, contudo, as lactações iniciadas na primavera apresentaram menor produção de leite, quando comparadas às lactações que se iniciaram no verão e inverno, em razão do estresse térmico no qual os animais

foram submetidos durante o pico de lactação. Os autores concluíram que a ordem de lactação e estação do ano do parto causaram variação na produção de leite, justificando o uso de estratégias para minimizar o estresse térmico, principalmente, no pico de lactação que ocorre entre a terceira e quarta lactação, em razão do completo desenvolvimento da glândula mamária e crescimento corporal.

A alimentação tem sido apontada por diversos autores como um dos maiores responsáveis pela baixa lucratividade da atividade leiteira, em razão do uso de forrageiras de má qualidade e o elevado preço dos alimentos concentrados. A intensificação do uso de pastagens de boa qualidade é fundamental na busca de melhores resultados econômicos (PIRES et al., 2011).

Dentre todos os custos para a produção do leite, a alimentação é o componente mais relevante e que causa maior variação nos custos, principalmente, os concentrados. Pesquisas apontaram que a adição de 40% de concentrado na alimentação melhora o desempenho produtivo, quando comparado ao índice de 20% de adição e com eficiência de 0,68 kg de leite por kg de concentrado adicionado (STELZER et al., 2009). De acordo com os dados fornecidos pelos autores, a adição de 40% de concentrado provocou uma produção média diária de 27,8 kg de leite animal⁻¹, com menos gordura, mais proteína e melhor eficiência alimentar, quando comparado a adição inferior de concentrado. A adição de 20% de concentrado na ração provocou uma produção média diária de 20,8 kg de leite animal⁻¹.

Para o cálculo de nutrientes para o animal, é recomendado o uso de 30 g de sal comum para manutenção do animal e para a produção recomenda-se 2 g por kg de leite produzido. Durante o ano, a base de cálculo é de 40 g por animal dia⁻¹. As forragens devem atender às necessidades mínimas de 1,5% do peso vivo do animal em períodos curtos de 2 a 4 meses, sendo utilizado um percentual de 90% de matéria seca nas forragens. Em período longos, acima de 6

meses, é indicado o uso de 2% do peso vivo equivalente a feno, o que representa 40% de forragem e 60% de ração para período curtos e 60% de forragem com 40% de ração para períodos longos (NEIVA, 2000).

2.9 O desenvolvimento sustentável da atividade leiteira

No início deste século e do novo milênio, o movimento social pelo desenvolvimento sustentável levou as empresas a incontáveis iniciativas voluntárias em prol das questões de preservação ambiental. A velocidade com que esse movimento vem sendo aceito pelos empresários não tem precedentes na história mais recente das organizações. A expressão desenvolvimento sustentável começou a se tornar mais popular a partir de 1992 na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992 (BARBIERI et al., 2010).

Uma organização passa a ser sustentável a partir do momento em que se torna eficiente em termos econômicos, respeitando o meio ambiente, sendo instrumento de justiça social, promovendo a inclusão social e protegendo as minorias (BARBIERI, 2007).

Canielsa e Romijnb (2008) destacaram uma nova abordagem para a gestão estratégica do desenvolvimento sustentável, por meio de nichos tecnológicos protegidos e que permitem uma série de experimentos relacionados a evolução tecnológica, prática e uso de estruturas regulatórias. Também denominado de *Strategic Niche Management* (SNM), essa nova abordagem se aplica a sistemas de geração de energia, biogás, transporte público e produção de alimentos ecologicamente corretos (SCHOT; GEEL, 2008). Os autores descreveram que a premissa é que se tais nichos forem construídos de forma adequada, eles poderiam servir como base para mudanças na sociedade em termos de desenvolvimento sustentável.

Um exemplo de desenvolvimento sustentável está na forma em que ocorre o manejo os dejetos em propriedades leiteira, que quando mal manejados, podem resultar em contaminação do ambiente. O manejo inadequado dos dejetos provoca contaminação dos cursos hídricos e no solo, causando poluição das águas subterrâneas e superficiais, além de elevar a emissão do gás metano (CH₃) para a atmosfera (MACHADO, 2011).

Buscando-se mitigar esse impacto ambiental, a biodigestão anaeróbia passa a ser uma interessante alternativa, pois além de despoluir o ambiente de confinamento, poderá também gerar subprodutos (biogás e biofertilizante) retornando ao ciclo produtivo (BLANCO et al., 2014).

Cada vez mais, novos modelos de desenvolvimento da pecuária são caracterizados por tecnologias que se baseiam nos princípios da sustentabilidade, resultando em sistemas que buscam o bem-estar e maior conforto para o animal (PIRES et al., 2011). Diante do exposto, o modelo de organização inovadora e sustentável tende a ser uma resposta para as pressões institucionais, pois se torna uma organização capaz de inovar não somente pela melhor eficiência econômica, mas também pela responsabilidade social e ambiental. Quando uma organização reúne as características de inovação e sustentabilidade ela adquire maior vantagem competitiva (BARBIERI, 2010).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor de lácteo segue em ritmo contínuo de crescimento, a fim de garantir a distribuição de produtos necessários e supérfluos ao ser humano. A lei da oferta e demanda continua entrelaçada e quanto maior o consumo, maior também serão os esforços para aumento na produtividade leiteira, pois o mundo continua capitalista e as políticas de conservação e proteção ao meio ambiente ainda não promoveram incentivos mais concretos para os pequenos produtores rurais, principalmente, na agricultura familiar.

Aumentar a produção do leite simplesmente pelo aumento no número de animais em lactação irá promover também um aumento no consumo de recursos (insumos) em todos os processos produtivos e maior emissão de gás metano (CH₄) na atmosfera. É preciso concentrar os esforços em melhoramentos genéticos, aumentando a produção diária dos animais, mas, para isso, faz-se necessário investimentos em tecnologias, melhorias nos projetos de construções, ambiência, manejo de dejetos e de um planejamento orçamentário para construção e operação de todo o sistema produtivo.

Na pecuária leiteira, todo o sistema produtivo deve ser preparado e controlado para oferecer ao produtor os melhores resultados financeiros. A sustentabilidade econômica é que mantém a longevidade desses sistemas produtivos. Sem uma justa remuneração, o pecuarista se vê obrigado a reduzir a produção a níveis suficientes apenas para sua própria sobrevivência.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. L. P. de et al. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 892-899, maio 2013.

ALMEIDA, G. L. P. de et al. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 12, p. 1337-1344, set. 2010.

ARAÚJO, A. P. de. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica**. 2001. 69 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. 2. ed. Rev., revis. e ampl. São Paulo: Atlas, 2007. 157 p. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/LeticiaForatto/livro-fundamentosdeagronegocios>> Acesso em: 13 maio 2015.

ARAVE, C. W.; ALBRIGHT, J. L. Cattle behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1318-1329, June 1981.

ARCARO, I. J. **Avaliação da influência de ventilação e aspiração em coberturas de sombrite para vacas em lactação**. 2000. 81 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2000.

ARMSTRONG, D. V. Sistema de produção em confinamento: planejamento de instalações e sala de ordenha. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 10., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721/2006** – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios e edifícios - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006. 91 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia de construções rurais à base de cimento** – benfeitorias para bovinocultura. São Paulo, 1996. 62 p.

BAÊTA, F. C. Instalações para gado leiteiro na região do MERCOSUL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBB, 1998. 389 p.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais** - conforto animal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246 p.

BARBIERI, J. C. Organizações inovadoras sustentáveis. In: BARBIERI, J. C.; SIMANTOB, M. **Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações**. São Paulo: Atlas, 2007. p. 146-154.

BARBIERI, J. C. et al. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **RAE: revista de administração de empresas**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 146-154, abr./jun. 2010.

BARBOSA, S. I. D. et al. Simulação da rentabilidade e viabilidade econômica de um modelo de produção de leite em free-stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 2, p. 392-398, abr. 2011.

BEEDE, D. K.; SHEARER, J. K. Nutritional management of dairy cattle during hot weather. **Agri-Practice**, Santa Barbara, CA, v. 12, n. 5, p. 5-13, 1992.

BERNARDI, F. et al. The stall-design paradox: neck rails increase lameness but improve udder and stall hygiene. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 7, p. 3074-3080, July 2009.

BLANCO, M. F. de J. et al. Produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite e cama de aviário. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, n. 1, p. 14-27, 2014.

BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLET, J. B. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 4, p. 1947-1956, Apr. 2007.

BOKKERS, E. A. M. Effects of interaction between humans and domesticated animals. In: HASSINK, J.; VANDIJK, M. **Farming for health**. Wageningen: Wageningen University and Research Centre, 2006. Cap. 3, p. 31-41.

BORGES, J. R. J.; GARCIA, M. **Guia Bayer de podologia bovina**. 2002. Disponível em: <<http://www.mgar.com.br/podologia/asplnicio.asp?lang=1>>. Acesso em: 1 jul. 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 20 set. 2002. Disponível em: <http://www.qualidadedoleite.com.br/hd/arquivos/IN51de2002_leitebnormas.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2015.

BRAY, D. R. et al. Cooling methods for dairy housing in the southeastern United States. **Transactions of ASAE**, St Joseph, p. 1-15, 1994. (Paper 94-4501).

BREHME, U.; LAUFELD, P. Suggestions of reconstruction and modernization from large stables in east germany dairy farms. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF AGRICULTURAL BUILDINGS – AGRIBUILDING, 2001, Campinas. **Proceedings...** Concórdia, SC: Embrapa-CNPSA, 2001. v. 1, p. 30.

BUCKLIN, R.A. et al. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 7, n. 2, p. 241-247, 1991.

CALAMARI, L.; CALEGARI, L.; STEFANINI, L. Effect of different free-stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 120, n. 1-2, p. 9-17, Aug. 2009.

CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça holandesa em um confinamento do tipo “free-stall”, no Brasil central**. 1988. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Piracicaba, 1988.

CAMPOS, A. T. **Determinação dos índices de conforto e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa - MG**. 1986. 66 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T. de. **Construções para gado de leite**: instalações para novilhas. 2006. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/artigos/Zootecnia/ConstLeite/Index.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

CANIELSA, M. C. J.; ROMIJNB, H. A. Strategic niche management: towards a policy tool for sustainable development. **Technology Analysis & Strategic Management**, Abingdon, v. 20, n. 2, p. 245-266, Mar. 2008.

CANZIANI, J. R. **Cadeias agroindustriais**: o Programa Empreendedor Rural. Curitiba: SENAR-PR, 2003.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco**: um novo olhar sobre a engenharia de custos. 2. ed. São Paulo: Pini, 2011. 498 p.

CASSAROTO FILHO, N. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CECCHIN, D. et al. Avaliação de diferentes materiais para recobrimento de camas em baias de galpão modelo free-stall. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 109-115, jan. 2014.

COELHO, E. **Metodologia para análise e projeto de sistema intensivo de produção de leite em confinamento tipo baias livres**. 2000. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

COOK, N. B.; NORDLUND, K. V. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. **The Veterinary Journal**, London, v. 179, n. 3, p. 360-369, Mar. 2009.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos**: uma metodologia de orçamentação para obras civis. Itaperuna: Hoffmann, 2006. 215 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Raças**. Embrapa Gado de Leite. 2011. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br/sistemaproducao/book/export/html/37>>. Acesso em: 1 jul. 2015.

FARM ANIMAL WELFARE CONCIL. **Farm animal welfare in great britain: past, present and future**. London, 2009. 57 p. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/ppf-report091012.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2015.

FERREIRA, M. M.; FERREIRA, A. C. M.; EZEQUIEL, J. M. B. Avaliação econômica da produção de bovinos confinados: estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 1, n. 7, p. 7-20, jul. 2004. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/tec1-0704.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2015.

FREGONESI, J. A. et al. Neck-rail position in the free-stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 5, p. 1979-1985, May 2009.

FRIEND, T. H. Free-stall and feed bunk requirements relative to behavior, production and individual feed intake in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 1, p. 108-116, Jan. 1977.

BEEDE, D. K.; SHEARER, J.K. Nutritional management of dairy cattle during hot weather. **Agri-Practice**, Santa Bárbara, CA, v. 12, p. 5-13, 1992.

FULWIDER, W. K. et al. Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 7, p. 3559-3566, July 2007.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2013.

GAMROTH, M. J.; MOORE, J. A. **Designing dairy free stalls**. Washington: Pacific Northwest Extension Publication, 1993. 321 p.

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

GRAVES, R.E.; BRUGGER, M. **Natural ventilation for free stall dairy barns**. G 75. Pennsylvania: University Park, PA/Penn State Cooperative Extension/Pennsylvania State University, 1995.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HOJI, M. **Administração financeira e orçamentária**: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

ITO, K.; WEARY, D. M.; KEYSERLINGK, M. A. G. von. Lying behavior: assessing within- and between herd variation in free-stall-housed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 9, p. 4412-4420, Sept. 2009.

KRAVCHENKO, A.; GONÇALVES, V. A. Influência dos materiais de cobertura na temperatura interna das construções. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 27-28, jan./dez. 1980. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/2375>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

LALONI, L. A. **Correção do índice de temperatura equivalente (ETI) para gado leiteiro em regime semiestabulado**. 1996. 35 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, 1997.

LOMBARD, J. E. et al. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n.10, p. 4668-4676, Oct. 2010.

MACHADO, C. R. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de exposição ao ar**. 2011. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2011.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Editora Pini, 2010. 419 p.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**: dicas para orçamentistas. São Paulo: Editora Pini, 2006. 281 p.

MEGLIORINI, E.; VALLIN, M. A. **Administração**: uma abordagem brasileira. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MELO, M. **Gerenciamento de projetos para construção civil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010. 491 p.

MILANI, A. P.; SOUZA, F. A. de. Granjas leiteiras na região de Ribeirão Preto - SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 742-752, 2010.

MIRANDA, J. E. C. de; FREITAS, A. F. de. **Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite**. Juiz de Fora: Embrapa, 2009. 12 p. (Circular Técnica, 98). Disponível em: <http://www.cnp.gl.embrapa.br/totem/conteudo/Melhoramento_genetico_e_racas/Circular_Tecnica/CT98_Racas_e_tipos_de_cruzamentos_para_producao_de_leite.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2015.

MOTTA, R. da R.; CALÔMBA, G. M. **Análise de investimentos**: tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2009.

NÃÃS, I. A. Biometeorologia e construções rurais em ambiente tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBBiomet, 1998. p. 63-73.

NÃÃS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Editora Ícone, 1989. 183 p.

NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL. **For the care and handling of dairy cattle**. Ottawa: Dairy Farmers of Canada, 2009. 65 p. Disponível em: <https://www.nfacc.ca/pdfs/codes/dairy_code_of_practice.pdf>. Acesso em: 20 maio 2015.

NEIVA, R. S. **Produção de bovinos leiteiros**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 514 p.

NEWMAN, D. G.; JEROME, P. L. **Fundamentos de engenharia econômica**. Rio de Janeiro: LTC, 2000. p. 359.

NOVAES, L. P. Confinamento de bovinos leiteiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FALQ, 1985.

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, T. B. A. et al. Índices técnicos e rentabilidade da pecuária leiteira. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 687-692, out./dez. 2001.

PERES NETTO, D. et al. Desempenho de vacas leiteiras em pastagem de alfafa suplementada com silagem de milho e concentrado e viabilidade econômica do sistema. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 2, p. 399-407, abr. 2011.

PERISSINOTTO, M. et al. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 663-671, set./dez. 2006.

PIRES, M. de F. A. et al. Importância da sombra para ruminantes nos trópicos. In: JORNADA DA PRODUÇÃO ECOLÓGICA DE RUMINANTES NO SEMIÁRIDO, 2011, Mossoró. **Anais...** Mossoró: UFERSA, 2011. p. 64-90.

ROSSETTI, J. P. et al. **Finanças corporativas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

RUUD, L. E. et al. Free-stall cleanliness is affected by stall design. **Livestock Science**, v. 135, n. 2-3, p. 265–273, Feb. 2010.

SANTOS, E. O. dos. **Administração financeira da pequena e média empresa**. São Paulo: Atlas, 2010.

SANTOS, A. de P. L. et al. A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Revista Ibero-americana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 24-42, 2009. Disponível em: <[http://pakacademicsearch.com/pdf-files/eng/321/24-42%20Vol%201,%20No%202%20\(2009\).pdf](http://pakacademicsearch.com/pdf-files/eng/321/24-42%20Vol%201,%20No%202%20(2009).pdf)>. Acesso em: 30 maio 2015.

SANVICENTE, A. Z. **Administração financeira**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SCHOT, J.; GEELS, F. W. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda and policy. **Technology Analysis & Strategic Management**, Abingdon, v. 20, n. 5, p. 537-554, 2008.

SEVEGNANI, K. B. **Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte**. 1997. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. da. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 1-7, jan./abr. 1994.

SILVA, I. M. et al. Análise espacial das condições térmicas do ambiente pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 903-909, ago. 2012.

SOUZA, R. et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 484-495, abr./jun. 2010.

SOUZA, S. R. L. et al. Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento 'free-stall' para bovinos de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 299-303, maio/dez.2004 a.

SOUZA, S. R. L. et al. Análise do investimento em climatização para bovinos de leite em sistema de alojamento free-stall. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 2, p. 255-262, maio/ago. 2004 b.

SOUZA, S. R. L. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de free-stall**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2003.

STELZER et al. Desempenho de vacas leiteiras recebendo concentrado em diferentes níveis, associado ou não à própolis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n.7, p. 1381-1389, jul. 2009.

TELEZHENKO, E.; BERGSTEN, C. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 93, n. 3, p.183-197, Sept. 2005.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. 2. ed. São Paulo: Pini, 2011. 470 p.

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.

TONOLI, G. H. D. et al. Thermal performance of sisal fiber-cement roofing tiles for rural constructions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 1, p. 1-7, jan./fev. 2011.

TUCKER, C. B et al. Cow comfort in tie-stalls: increased depth of shavings or straw bedding increases lying time. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 6, p. 2684-2690, June 2009.

VIANA, G.; FERRAS, R. P. R. A cadeia produtiva do leite: um estudo sobre a organização da cadeia e sua importância para o desenvolvimento regional. **Revista Capital Científico do setor de Ciências Sociais Aplicada**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 23-40, 2007.

WIERSMA, F. Sistemas de estabulación para la producción lechera en zonas de clima cálido. **Revista Mundial de Zootecnia**, Roma, n. 50, p. 16-23, 1984.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

**ARTIGO 1 Simulação do custo unitário básico de um projeto *free-stall*
para confinamento de bovinos leiteiros por diferentes técnicas
construtivas**

Artigo redigido (versão preliminar) conforme norma da revista Engenharia
Agrícola.

**SIMULAÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO DE UM PROJETO
FREE-STALL PARA CONFINAMENTO DE BOVINOS
LEITEIROS POR DIFERENTES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS**

RESUMO: Objetivou-se simular o custo unitário básico (CUB), referente a um projeto *free-stall* com capacidade para 80 animais em lactação e por diferentes técnicas construtivas, apresentando um banco de dados para diversas análises orçamentárias e planos de investimentos. Como referência, foi utilizado o projeto *free-stall* da Fazenda Palmital, pertencente a Universidade Federal de Lavras/MG (UFLA). Foi modelada uma planilha orçamentária, estruturada em banco de dados, que demonstrou o CUB m⁻² simulado para diferentes combinações de pilares de cobertura (metálico, madeira ou concreto armado), estrutura de cobertura (metálica ou madeira), modelo de cobertura (com ou sem lanternin), telhas (alumínio, fibrocimento ou cerâmica) e alvenarias (bloco de concreto, cerâmico ou tijolo maciço). Foram utilizadas as composições técnicas geradas por tabelas de composições de preços para orçamentos. Os resultados, referentes a 2014 e expressos em valores desonerados, demonstraram a variação máxima de 29% no CUB m⁻²,

estabelecendo uma faixa de R\$ 523,96 m⁻² a R\$ 675,98 m⁻² para construção do *free-stall*.

PALAVRAS-CHAVE: confinamento de animais, construções rurais, custos unitários, planejamento rural, produção de leite.

**BASIC UNIT COST SIMULATION OF A FREE-STALL PROJECT
FOR CONFINING DAIRY CATTLE USING DIFFERENT
CONSTRUCTING TECHNIQUES**

ABSTRACT: We aimed at simulating the basic unit cost (BUC) regarding a free-stall project with capacity for 80 lactating animals using different constructing techniques, presenting a database for many budgetary analyses and investment plans. As reference, we used the free-stall project of Fazenda Palmital, belonging to the Universidade Federal de Lavras (UFLA), in Lavras, Minas Gerais, Brazil. We elaborated a budgetary worksheet, structured with the database, showing the BUC m⁻², simulated for different combinations of coverage columns (metal, wood or reinforced concrete), covering structure (metal or wood), covering model (with or without lanternin), roof tile (aluminum, asbestos-cement or ceramic) and masonry (concrete or ceramic blocks or solid brick). We

used technical composition generated by price composition tables for budgetary. The results regarding 2014, and expressed in values relieved of taxes, show a maximum variation of 29% in BUC m⁻², establishing a range from R\$532.96 m⁻² to R\$675.98 m⁻² for the construction of the free-stall.

Keywords: animal confinement, rural constructions, unit costs, rural planning, dairy production.

INTRODUÇÃO

A ascendência da produção de leite no Brasil deve-se, principalmente, à adoção de sistemas de confinamento e com animais de maior produção. Esse modelo, tem-se consagrado como uma das opções mais atrativas, por oferecer as melhores condições para intervenções tecnológicas e maior controle na qualidade térmica do ambiente. No entanto, as construções zootécnicas mais adequadas ao sistema produtivo demandam de soluções cada vez mais distintas e necessidades de adaptações (LOPES et al., 2012). A eficiência produtiva em confinamento *free-stall* é altamente afetada pela má concepção dos projetos de confinamento, que, geralmente, limitam as intervenções no controle térmico do ambiente e desfavorecem os trabalhos rotineiros na operação,

manutenção, higiene e manejo dos animais (PERISSINOTTO et al., 2006; OSTOJIC-ANDRIĆ et al., 2011).

Muitas pesquisas apontaram para a inviabilidade do confinamento de bovinos leiteiros (BARBOSA et al., 2011), contudo, é imprescindível que o projeto contemple o uso de soluções técnicas mais sofisticadas. Isso, geralmente, não se observa na prática, mascarando as análises de investimento pela falta de conhecimento dos requisitos essenciais e necessários à sanidade animal e aumento na produção do leite com qualidade (STOCK et al., 2008).

PIRES et al. (2011) corroboraram com MILANI & SOUZA (2010) que o clima quente é sem dúvida o fator que mais contribui para o aumento das perdas e baixa produtividade, limitando o desempenho dos animais mais produtivos até mesmo em condições de boa alimentação ou pasto abundante. Entretanto, proporcionar um ambiente térmico ideal não é tarefa fácil, pois requer um grande número de variáveis a serem consideradas. Os autores ressaltaram a importância na escolha do material utilizado na construção do ambiente de confinamento. Muitos materiais, de diferentes espécies (madeira, concreto e metal) são escolhidos em função do custo, praticidade e possibilidades de reaproveitamento. Além

do mais, a madeira, por ser muito sensível a umidade, possibilita o desenvolvimento de macro e microrganismos, dificultando a manutenção e higiene do local (PIRES et al., 2011).

Para SANTOS et al. (2009), o sucesso da implantação de um projeto está intimamente ligado ao gerenciamento de diferentes recursos (material, mão de obra, equipamento e capital), muitas vezes sujeitos a limitações e restrição ao uso. Em busca da melhor eficiência produtiva, MATTOS (2010) intensificou que primeiramente, o empreendedor deve planejar um orçamento de construção, momento no qual adquire-se alto grau de conhecimento no assunto. Mesmo em nível de estimativa, um orçamento pode constituir-se em uma boa fonte de informação e de rápida elaboração (CARDOSO, 2011).

O planejamento de construção não deve contemplar apenas a dimensão de tempo, mas uma estimativa de custo para cada atividade. Para um maior grau de precisão, o orçamento deve considerar a dependência dos preços variáveis no mercado e permitir a utilização de critérios para o cálculo do custo direto (SANTOS et al., 2009). A partir da elaboração de um projeto, o orçamentista deve levantar todos os serviços e quantitativos envolvidos e cotar os preços para materiais e serviços, de

acordo com o valor de mercado, além de considerar todas as leis sociais (LS), encargos complementares (EC) e bonificação por dispêndios indiretos (BDI) (TISAKA, 2011).

Objetivou-se, neste trabalho, calcular o custo unitário básico em CUB m⁻², para diferentes técnicas construtivas de um projeto referência *free-stall*, oferecendo também um banco de dados para análises orçamentárias e planos de investimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa teve como referência o projeto *free-stall* do centro de pesquisas da Universidade Federal de Lavras, localizada no município de Lavras, estado de Minas Gerais. Foram utilizados os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico que compõem a pasta documental anexa ao Processo Licitatório 12908/2014 da Fundação Educacional de Desenvolvimento Científico e Cultural (FUNDECC), cujo certame licitatório na modalidade concorrência nº 001/2014, do tipo menor preço global e sob o regime de empreitada por preço unitário, ocorreu em 19/02/2015. Assim, o valor da empresa adjudicada para esse

contrato, foi desonerado e comparado ao valor previsto na planilha de orçamentos gerada para fins específicos desta pesquisa.

A planta baixa está localizada na Fazenda Palmital, localizada no município de Ijací, estado de Minas Gerais, com coordenadas geográficas 21° 10' 12'' S e longitude 44° 55' 30'' O, altitude de 889 m e clima tropical de altitude. O índice pluviométrico da região é de 1.529,7 mm por ano com temperatura média anual de 19,4 °C (IBGE, 2011).

Inicialmente, o projeto referência *free-stall* foi dimensionado para capacidade de 80 animais agrupados em quatro lotes de 20 animais em baias livres, individuais e colchão de borracha, visando a melhorar o conforto do animal (CORDOBA et al., 2012) e a eficiência energética do sistema (RAMOS et al., 2014), quando comparado às camas de areia. Em seguida, com base no projeto referência para 80 animais, foram estimados o CUB m⁻² para capacidades de 40 e 120 animais.

Na Figura 1, representa-se um croqui do projeto referência *free-stall*, composto por 80 baias livres e individuais de 2,86 m² animal⁻¹ com separador de cama tipo voador; 557 m² de área coletiva com acesso à pista de alimentação e bebedouros escamoteáveis em aço inoxidável, onde, a área de confinamento está anexada ao corredor de circulação dos

animais para o curral de espera, com 63,5 m de comprimento e 2 m de largura. Essa área totalizou 237,75 m² de gradil de proteção e 65,4 m² de porteiros metálicas, ambos especificados em tubo redondo de aço galvanizado (2” e 4” polegadas).

Anexo à área de confinamento, foi projetado 375 m² de área coletiva, sendo: 136,5 m² de uso exclusivo da sala de ordenha e curral de espera; 171,0 m² de corredores com lava-pés e pedilúvio, elementos indispensáveis para minimizar os efeitos de lesões nos cascos (COOK & NORDLUND, 2009).

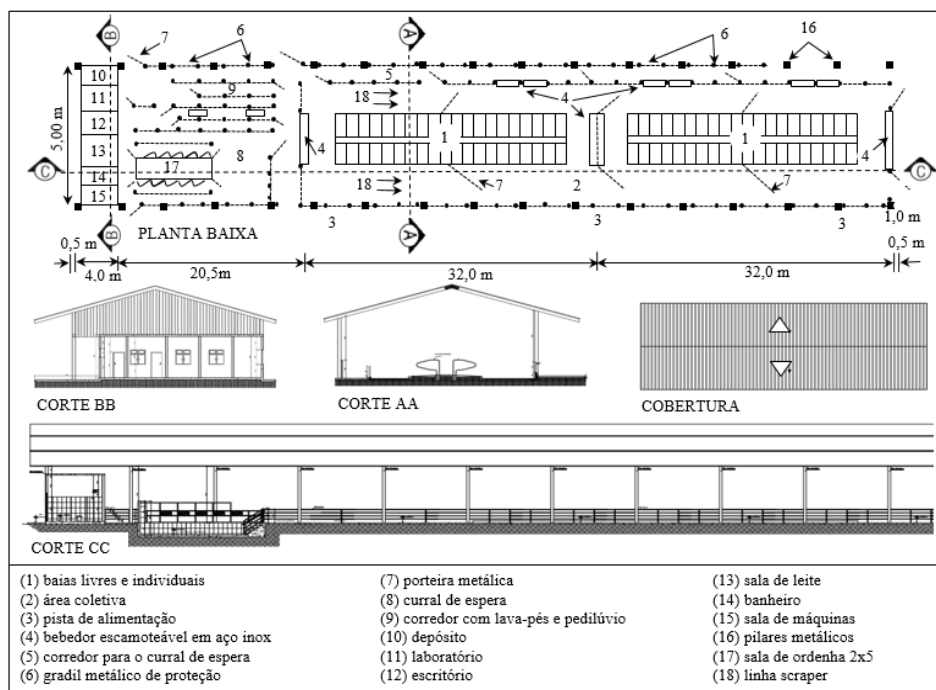


Figura 1. Croqui do projeto referência *free-stall* para capacidade de 80 animais. **Free-stall reference project sketch to 80 animals capacity.**

A área coletiva foi composta por 60 m² de edificação em alvenaria para uso administrativo, sendo: 9 m² p/ depósito; 10,5 m² p/ laboratório; 10,5 m² p/ escritório; 13 m² p/ sala de leite; 8,5 m² p/ banheiro; 8,5 m² p/ sala de máquinas e 7,5 m² de área p/ circulação de pessoas (frente do galpão). A área coletiva possui 173,79 m² de gradil de proteção metálico e 30,39 m² de porteiros metálicas.

A área total pavimentada do projeto referência foi de 1.350 m², sendo 1.638 m² de área coberta, sendo a estrutura apoiada por 34 pilares

espaçados a cada 5,5 m e com de pé direito de 5 m. A cobertura foi projetada com de telha de alumínio espessura de 0,5 mm, modelo sem lanternin.

A planilha orçamentária do projeto referência foi estimada por atividades (SANTOS et al., 2009), iniciando-se com a instalação provisória de pontos de água e energia elétrica, limpeza do terreno, locação de obra e movimento de terra. Os cálculos seguiram as dimensões da área pavimentada de 1.350 m².

A infraestrutura contemplou a escavação manual e mecanizada de valas e tubulões a céu aberto, armaduras e lançamento de concreto nas fundações, vigas baldrame, alvenaria de embasamento, lastros de brita e de concreto magro. A superestrutura totalizou o preparo e lançamento de concreto de 30 MPa, formas de madeira, escoramento de lajes e os pilares da estrutura, sendo estes calculados para estruturas em concreto armado, em madeira ou em perfil metálico. Para as alvenarias, foram consideradas as vedações em bloco de concreto, bloco cerâmico e tijolo maciço e também as vergas, contra vergas e divisórias em granito para o banheiro.

A estrutura de cobertura para o *free-stall* foi classificada de forma a permitir a integração de diferentes tipos de materiais (aço ou madeira). O

comprimento das tesouras foi projetado para ser calculado em função do vão do *free-stall* (frente), variando de 15, 20, 25 e 30 m. A estrutura de madeira foi dimensionada para vão máximo de 15 m de largura, acima desse valor a opção em madeira não foi considerada. O modelo para cobertura metálica considerou o sistema duas águas com e sem lanternin.

As telhas para cobertura, uma das maiores responsáveis pelo conforto térmico (TONOLI et al., 2011; SAMPAIO et al., 2011) foram especificadas da seguinte forma: telha de alumínio em perfil ondulado e trapezoidal com espessura de 0,5 mm (pintada ou envernizada); telha termo acústica de alumínio em perfil trapezoidal com espessura de 30,0 mm; telha de fibrocimento em perfil ondulado e espessura de 0,6 mm e telha cerâmica (barro). A inclinação do telhado seguiu as especificações técnicas da TCPO (2014), sendo 10% para telhas de alumínio e termo acústica; 27% para telhas de fibrocimento e 35% para telhas cerâmicas. Foi considerado o acabamento para a cobertura com emboçamento e colocação de cumeeira para telhas cerâmicas, fibrocimento e telhas de alumínio.

A área de piso do galpão para circulação e descanso dos animais foi projetada em 1.269,12 m², revestida com 5 cm em camada de brita, 5 cm

em concreto magro e 8 cm em concreto de 20 MPa, com armadura dupla em tela de aço e com canaletas para lavagem e escoamento de água, buscando diminuir os níveis de contaminação provocados pelos dejetos animais (RUUD et al., 2010). Para a área destinada as baias (camas de vaca), foram previstos 124,8 m² de colchão de borracha de 7 cm, visando a aproximar o conforto proporcionado pelas tradicionais camas de areia e também minimizar os efeitos da claudicação, proporcionado pelo piso de concreto (CECCHIN et al., 2014; MITEV et al., 2012; COOK & NORDLUND, 2009).

Na pista de alimentação (sem tráfego de animais), foi considerada 202,5 m² de piso cimentado com 3 cm de argamassa de cimento e impermeabilizante. Na área interna do *free-stall* (sem tráfego de animais) destinada às instalações administrativas, sala de máquinas, sala de leite e fosso da ordenha, foi previsto 80,88 m² de piso cerâmico esmaltado e assentado com argamassa colante.

O revestimento das paredes internas nas áreas administrativas (escritório e sala de máquinas) e toda área de paredes externas receberam composições de chapisco e reboco. As áreas destinadas ao depósito, laboratório, banheiro, sala de leite e fosso da ordenha mecânica

receberam composições de chapisco, emboço e assentamento de azulejo com argamassa colante.

As esquadrias de aço e madeira da área administrativa foram calculadas de acordo com as dimensões e quantidades previstas do projeto arquitetônico, sendo as janelas em aço e alumínio com vidro de cristal 5mm. As portas foram projetadas com 210 cm x 90 cm, compostas com batentes, guarnição e ferragens. Na fase de acabamento foram consideradas as pinturas de paredes, esquadrias, gradis e porteiros metálicas, além do fornecimento e instalação de bebedouros em aço escamoteável, separador de cama (tipo voador), bancadas em granito para o laboratório e pia (com bojo inoxidável), tampos de mármore para lavatório, louças e metais sanitários.

Para as instalações hidráulicas, foram considerados o fornecimento de material e serviço para abastecimento interno de água em tubulações de PVC marrom e de PVC branco para o sistema de coleta de esgoto sanitário e rede pluvial com reaproveitamento de água pluvial, além de acessórios para instalação e reservatórios d'água, conforme referência do projeto hidráulico. As instalações elétricas contemplaram o fornecimento de material e serviços para o sistema de proteção atmosférica, entrada de

energia, condutores elétricos, tomadas, interruptores e iluminação interna e externa do *free-stall*. Não foi prevista a instalação de cabeamento estruturado, sistema de proteção a incêndio, controladores de ambiente e instalação dos equipamentos (elétrico e mecânico) na sala de ordenha.

Com base no projeto referência e levantamento de todos os quantitativos, foi modelada uma planilha orçamentária com as composições técnicas geradas pelas Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO, 2014). Os valores unitários de insumos e mão de obra seguiram os preços cotados para as cidades de Goiânia (SINDUSCON, 2014 a), Belo Horizonte (SINDUSCON, 2014 b), Curitiba (SINDUSCON, 2014 c) e São Paulo (SINDUSCON, 2014 d). A planilha orçamentária foi desenvolvida no Microsoft Office Excel, cuja escolha deve-se à facilidade de importação das composições geradas pela TCPO (2014) e alteração das dimensões da construção e materiais utilizados na construção, visando a promover análises do custo de construção para projetos com capacidades modulares de 40, 80 e 120 animais.

A validação dos resultados apresentados ocorreu mediante a comparação entre o custo unitário básico calculado pelo Sindicato da

Indústria da Construção Civil (Sinduscon) no primeiro trimestre de 2014 e aos valores unitários do orçamento que compõem a pasta de documentos da licitação pública, excluindo-se desta planilha o desconto apresentado pela empresa adjudicada, as Leis Sociais, Taxas Administrativas, Bonificação por Dispêndios Indiretos e outras partes integrantes do projeto total, não incluídas nesta pesquisa.

A planilha orçamentária considerou todos os valores unitários de materiais e serviços referentes aos preços praticados no primeiro trimestre de 2014 e também foi apresentada em moeda americana, cuja cotação do dólar comercial para o dia 31 de março de 2014 foi de US\$ 2,2624 para compra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A planilha sintética orçamentária para análises do custo de implantação do projeto referência *free-stall*, para capacidade de 80 animais, vão frontal de 15 m, com fundação para estrutura e cobertura metálica sem lanternin e alvenarias em bloco de concreto, foi totalizada e apresentada em moeda nacional (R\$) e em moeda americana (US\$) (Tabela 1).

Tabela 1. Custo estimado para implantação do projeto referência *free-stall*- capacidade 80 animais. **Estimated cost to implementation from free-stall reference project - 80 animals capacity.**

Custo por atividades (R\$)	Localidade			
	São Paulo	Belo Horizonte	Curitiba	Goiânia
Serviços iniciais	10.488,19	10.066,19	10.050,21	10.249,27
Infraestrutura	134.214,15	121.831,97	119.894,09	122.467,91
Superestrutura	46.154,65	42.921,02	45.997,90	43.850,62
Alvenarias	10.470,00	9.902,47	10.095,96	8.452,72
Cobertura	274.548,35	257.644,50	246.667,22	273.042,44
Pisos e revestimentos	141.977,54	137.121,34	132.022,05	129.990,72
Esquadrias metálicas	78.179,02	71.625,63	77.395,82	69.745,50
Pinturas (parede/metal)	9.957,96	9.211,16	9.893,83	8.799,77
Louças e metais	4.160,54	3.992,99	3.906,88	4.491,84
Vidros	667,86	774,10	881,68	856,92
Instalações elétricas	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00
Instalações hidráulicas	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Total (R\$)	795.818,25	750.091,36	741.805,64	756.947,71
CUB m ⁻² (R\$)	589,49	555,62	549,49	560,70
R\$ animal ⁻¹	9.947,73	9.376,14	9.272,57	9.461,85
Total (US\$)	351.758,42	331.546,74	327.884,39	334.577,31
CUB m ⁻² (US\$)	260,56	245,59	242,88	247,84
US\$ animal ⁻¹	4.396,98	4.144,33	4.098,55	4.182,22

Os resultados destacaram a cobertura como responsável pela maior parcela no custo total da obra, representando 34,5% em média para todas as localidades. Os pisos e revestimentos participaram em média com 17,8% do custo total, apesar disso, nesta etapa da obra, observou-se um maior consumo de mão de obra, que provocou maiores variações por localidade no custo desta etapa, ocasionado pelo valor homem hora⁻¹ e por diferentes encargos trabalhistas.

A cidade de Goiânia foi a que apresentou um menor valor homem hora⁻¹ seguida por Belo Horizonte, São Paulo e Curitiba. Em Curitiba, embora o CUB m⁻² seja inferior ao de São Paulo, o valor homem hora⁻¹ de pedreiro e serralheiro foi 7% superior a São Paulo.

A areia lavada destacou-se no custo dentre as etapas que consumiram maior quantidade desse agregado (alvenarias, pisos e revestimentos). Em São Paulo, a areia lavada tipo média apresentou o maior valor unitário, sendo, R\$ 101,68 m⁻³, seguido por R\$ 79,67 m⁻³ em Belo Horizonte, R\$ 54,27 m⁻³ em Curitiba e R\$ 50,56 m⁻³ em Goiânia. O valor no preço unitário da areia foi influenciado por características ambientais de exploração que, segundo MECHI & SANCHES (2010), a exploração de areia gera impactos positivos na sociedade, mas também

contribuiu na alteração das características ambientais do lugar de exploração, degradando matas ciliares e causando assoreamento e poluição dos rios, além de outros danos mais sérios ao meio ambiente.

Observa-se, ainda, pela Tabela 1, que a infraestrutura foi responsável em média por 16,4% do custo total. Esse resultado justifica-se pelo volume aplicado de concreto de 30 MPa e armaduras de aço para concreto armado CA-50 em atendimento ao projeto de fundação.

Assim, CUB m^{-2} referente ao projeto referência *free-stall*, foi maior para o Estado de São Paulo (R\$ 589,49 m^{-2}), seguido por Goiânia (R\$ 560,70 m^{-2}), Belo Horizonte (R\$ 555,62 m^{-2}) e Curitiba (R\$ 549,49 m^{-2}). Já o custo por animal (R\$ $animal^{-1}$), foi pouco influenciado pelas características regionais.

A totalização do custo parcial de construção considerando a infraestrutura, cobertura, pisos e os revestimentos representaram em média 68,7% do custo total da obra, sendo que as demais atividades representaram o custo de 30,80% em São Paulo, 31,13% em Belo Horizonte, 32,79% em Curitiba e 30,58% em Goiânia, conforme demonstrado na Figura 2.

Em abril de 2014, de acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon), o valor desonerado em CUB m⁻² (sem leis sociais e benefícios e despesas indiretas) para construção de 1.000 m² de galpão industrial (GI) em estrutura metálica, sem fundação, com telha metálica trapezoidal 0,5 mm, área administrativa, dois banheiros, um vestiário e um depósito foi de R\$ 580,83 m⁻² para São Paulo, R\$ 558,97 m⁻² em Minas Gerais, R\$ 585,18 m⁻² no Paraná e de R\$ 547,67 m⁻² em Goiás.

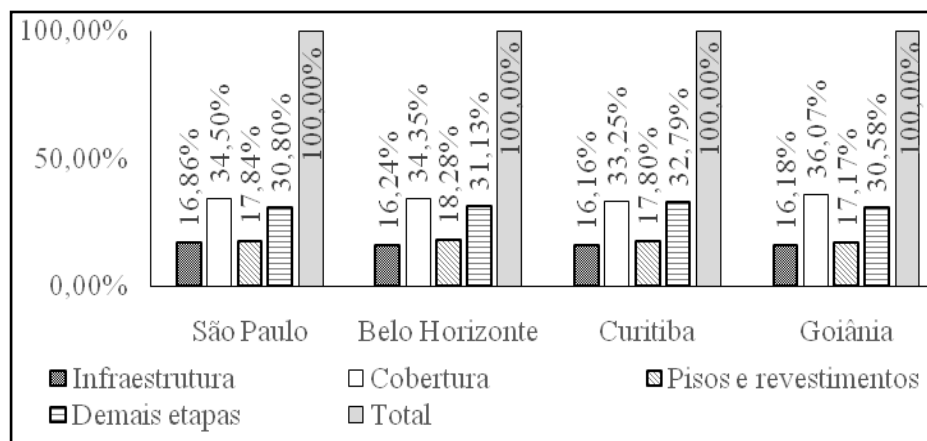


Figura 2. Custo relativo do projeto referência *free-stall* - capacidade 80 animais. **Relative cost from free-stall reference project - 80 animals capacity.**

Comparando-se os resultados desta pesquisa com os valores divulgados pelo Sinduscon (Tabela 2) percebe-se que o CUB m⁻² do projeto referência ficou abaixo dos valores referidos pelo Sinduscon para

todas as regiões, quer dizer, 18,52% em São Paulo, 20,11% em Belo Horizonte, 27,03% em Curitiba e 16,53% em Goiânia.

Considerando algumas diferenças nas características construtivas do galpão industrial (Sinduscon) com o projeto referência, tal como, todo o fechamento lateral do *free-stall* com alvenaria de vedação em bloco de concreto, vigas de amarração, revestimento com chapisco, reboco e pintura, percebe-se uma melhor aproximação com os índices divulgados pelo Sindicato da Construção Civil. A média de aproximação ficou em 5,55% para São Paulo, Belo Horizonte e Goiânia, mantendo-se o maior percentual em Curitiba (12,45%).

Adicionando-se ao projeto referência, o custo de fundação com o fechamento lateral em alvenaria, os resultados apresentados pela Tabela 2 demonstraram que o CUB m⁻² superam os valores referidos pelo Sinduscon na média de 9,1% para São Paulo, Belo Horizonte, Goiânia e 2,05% em Curitiba.

Tabela 2. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto referência *free-stall*- capacidade 80 animais (sem fundação e com fundação). **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall reference project - 80 animals capacity (with and without foundation).**

Estrutura sem fundação	São Paulo	Belo Horizonte	Curitiba	Goiânia
Galpão industrial (Sinduscon)	580,83	558,97	585,18	547,67
<i>Free-stall</i> (projeto referência)	490,08	465,38	460,68	469,99
<i>Free-stall</i> (projeto referência com fechamento lateral em alvenaria)	553,37	522,20	520,37	523,28
Estrutura com fundação				
<i>Free-stall</i> (projeto referência)	589,49	555,62	549,49	560,70
<i>Free-stall</i> (projeto referência com fechamento lateral em alvenaria)	639,75	600,05	597,17	601,41
Custo unitário básico em R\$ (CUB m⁻²)				

Alterando-se as dimensões do galpão para vãos de 15, 20, 25 e 30 m, mantendo a mesma área pavimentada do projeto referência, foi observado, na Tabela 3, uma pequena redução no CUB m^{-2} na medida em que o vão do galpão aumentou.

Essa redução ocorreu, em razão da redução no comprimento do galpão, que refletiu na diminuição dos custos de fundação, mas que em contrapartida provocou aumento no custo da estrutura para vãos maiores. Ao contrário desse modelo, a estrutura com lanternim provocou um aumento crescente para todos os vãos de cobertura, na média de 7,94% (vão de 15 m); 8,67% (vão de 20 m); 7,08% (vão de 25 m); e 10,14% (vão de 30 m).

Tabela 3. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto referência *free-stall* para vãos de 15, 20, 25 e 30 m – capacidade 80 animais (sem lanternin e com lanternin). **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall reference project to 15, 20, 25 and 30 m of interspace - 80 animals capacity (with and without clerestory).**

Frente (m) sem lanternim	São Paulo	Belo Horizonte	Curitiba	Goiânia
15	589,49	555,62	549,49	560,70
20	578,74	545,48	538,48	550,84
25	586,85	552,72	544,25	559,57
30	587,13	552,88	544,01	560,09
Frente (m) com lanternim				
15	636,93	599,07	590,38	608,14
20	629,58	592,04	582,31	601,68
25	628,90	591,23	580,50	601,62
30	647,42	608,09	595,99	620,38
Custo unitário básico em R\$ (CUB m ⁻²)				

As telhas para cobertura oferecem inúmeras vantagens para o controle térmico do ambiental, e foram combinadas com estruturas e perfis metálicos e/ou madeira. No entanto, a melhor escolha deve ser aquela que irá proporcionar o melhor custo benefício, pois em concordância com TONOLI et al. (2011) e SAMPAIO et al. (2011), a telha cerâmica possui menor dissipação térmica, mas eleva o peso da estrutura e dificulta a manutenção e limpeza.

A telha de alumínio é mais leve, de fácil manutenção, mas gera muito barulho em dias chuvosos e dissipa mais calor interno ao ambiente. A opção de cobertura em telha metálica com lanternin minimiza os efeitos da dissipação térmica das telhas de alumínio, todavia eleva o custo da estrutura. A telha termo acústica é a mais eficiente, segundo TONOLI et al. (2011), mas, elevou o CUB m^{-2} em 10,45% para São Paulo, 8,89% para Belo Horizonte, 10,03% para Curitiba e 7,23% para Goiânia.

Nas Figuras 3, 4 e 5, refere-se o CUB m^{-2} para diferentes técnicas construtivas, cujas características regionais aplicadas ao custo dos insumos, mão de obra e prestação de serviços causaram oscilações no CUB m^{-2} para cada região pesquisada. Simulando alterações nas combinações dos pilares metálicos, de concreto ou de madeira, com as

estruturas metálicas ou de madeira e alternando a cobertura com telhas de alumínio, termo acústica, fibrocimento ou cerâmicas, verifica-se que São Paulo apresentou o maior CUB m^{-2} (R\$ 675,98 m^{-2}) ao combinar pilar de madeira com estrutura de madeira e telha termo acústica ou cerâmica (Figura 3). Nesse caso, o aumento no custo da telha termo acústica quando comparado à telha cerâmica, foi proporcional ao aumento no custo do engradamento de madeira para as telhas cerâmicas. Para o menor CUB m^{-2} , Curitiba apresentou o valor de R\$ 523,96 m^{-2} , ao combinar pilar de concreto com estrutura de madeira e telha de fibrocimento, conforme Figura 4.

Ao comparar o custo unitário de todas as opções referidas pelas Figuras 3, 4 e 5, foi verificada uma variação de 29,01% entre o maior e menor valor para CUB m^{-2} , demonstrando o impacto que a escolha do material, mão de obra e a técnica construtiva irá provocar no orçamento da obra.

Os demais CUB m^{-2} apresentados foram propostos como indicadores financeiros em moeda nacional (R\$) para análises orçamentárias e planos de investimentos.

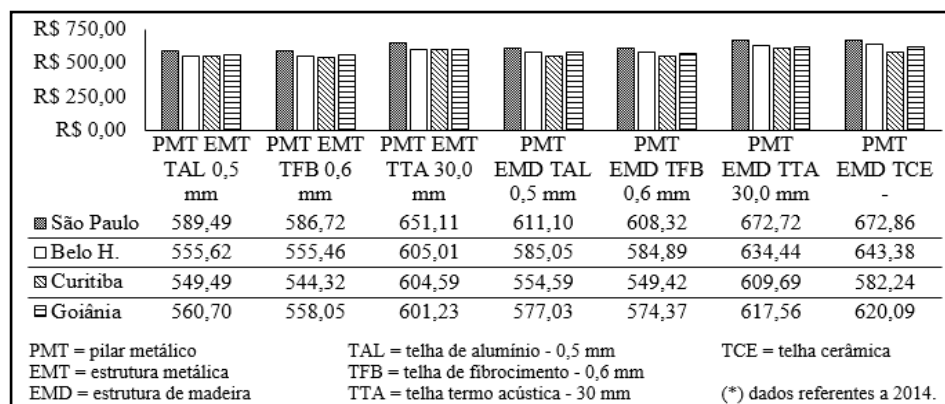


Figura 3. Custo unitário básico (CUB m²) do projeto *free-stall* de pilares metálicos e com alterações na estrutura e telhas de cobertura. **Basic unit cost (BUC m²) from free-stall project with metal pillars and structure and roof tiles changes.**

Alterando a capacidade de instalação do projeto referência para 40, 80 ou 120 animais, observa-se pela Tabela 4, uma redução média de 27,16% no custo total por animal, quando a capacidade sobe de 40 para 80 animais justificado pelo melhor aproveitamento das instalações coletivas. Para a capacidade máxima de 120 animais, o custo total médio por animal reduz em 36,03% quando comparado com a capacidade mínima de 40 animais e 12,18% quando comparado à capacidade média de 80 animais.

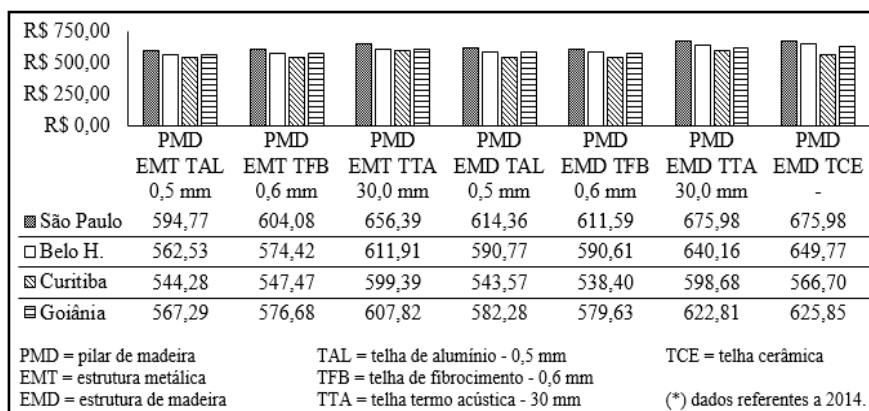


Figura 4. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto *free-stall* de pilares de madeira e com alterações na estrutura e telhas de cobertura. **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall project of wooden pillars and structure and roof tiles changes.**

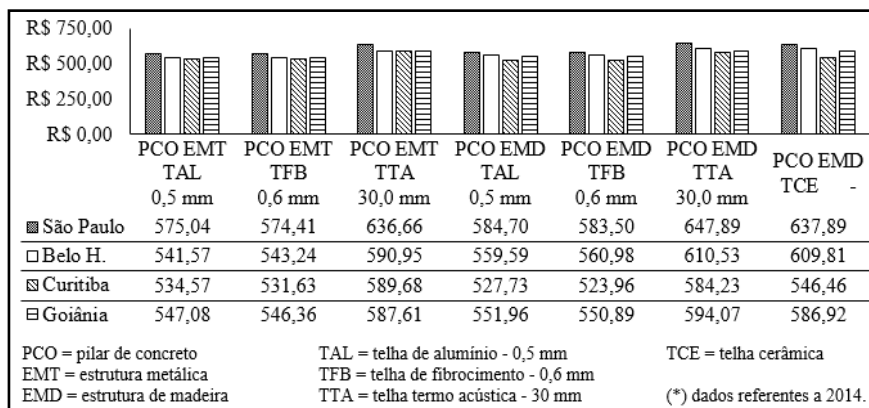


Figura 5. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto *free-stall* de pilares de concreto e com alterações na estrutura e telhas de cobertura. **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall project of concrete pillars and structure and roof tiles changes.**

Com relação aos tipos de alvenarias, na Tabela 5, demonstrou-se que o uso de bloco de concreto, tijolo maciço ou cerâmico causou impacto pouco significativo no CUB m⁻², devendo ser avaliado de acordo com a melhor logística e características térmicas desejáveis.

Tabela 4. Custo de implantação do projeto referência *free-stall*-capacidade 40,80 ou 120 animais. **Cost of implementation of the reference design free-stall - 40, 80 or 120 animals capacities.**

Capacidade (animais)	Localidade			
	São Paulo	Belo Horizonte	Curitiba	Goiânia
40	544.670,60	515.120,90	509.911,32	520.268,48
80	795.818,25	750.091,36	741.805,64	756.947,71
120	1.050.080,20	987.751,63	976.908,75	996.288,83
Custo total (R\$)				
40	648,42	613,24	607,04	619,37
80	589,49	555,62	549,49	560,70
120	564,56	531,05	525,22	535,64
Custo total por área (R\$ m⁻²)				
40	13.616,76	12.878,02	12.747,78	13.006,71
80	9.947,73	9.376,14	9.272,57	9.461,85
120	8.750,67	8.231,26	8.140,91	8.302,41
Custo total por animal (R\$ animal⁻¹)				

Tabela 5. Custo unitário básico (CUB m⁻²) do projeto referência *free-stall* para diferentes tipos de alvenarias - capacidade 80 animais. **Basic unit cost (BUC m⁻²) from free-stall reference project to different types of masonry – 80 animals capacity.**

Tipo de alvenaria	Localidade			
	São Paulo	Belo Horizonte	Curitiba	Goiânia
Bloco de concreto	589,49	555,62	549,49	560,70
Bloco cerâmico	587,83	554,02	547,13	558,66
Tijolo maciço	591,55	557,35	551,49	563,08
Custo unitário básico em R\$ (CUB m ⁻²)				

A planilha orçamentária do projeto referência *free-stall* para capacidade de 80 animais considerou todos os valores de mão de obra e materiais desonerados, isto é, livre de quaisquer taxas administrativas, encargos trabalhistas, impostos municipais, estaduais e federais.

Os valores expressos nesta pesquisa, além de confrontados com o Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon), também foram comparados aos valores unitários descritos na planilha orçamentária para fins de licitação pública e pelo O CUB m⁻² da proposta vencedora e adjudicada, que foi de R\$ 562,88 m⁻², valor muito próximo à média de R\$ 563,88 m⁻² obtida para todas as localidades pesquisadas. Essa aproximação endossa os resultados obtidos pelo método de pesquisa apresentado e também contribui para validar os índices (CUB m⁻²) para galpão industrial (GI) divulgados, mensalmente, pelos Sindicatos da

Indústria da Construção Civil estaduais, como referência em orçamentos para projetos *free-stall*, conforme demonstrado.

CONCLUSÕES

O Custo Unitário Básico (CUB m⁻²), para as diferentes técnicas construtivas apresentadas nesta pesquisa, é um indicador factível para análises e previsões de investimentos, a exemplo dos sistemas de confinamento do tipo *free-stall*, considerando-se as melhores práticas construtivas e um ambiente mais eficiente e pré-concebido para intervenções tecnológicas, visando ao bem-estar dos animais, aumentando a autoestima dos trabalhadores e, principalmente, obtendo maior ganho de produção em volume e qualidade.

A combinação de diversas técnicas construtivas, levando-se em consideração a opção por insumos regionais, forneceu uma margem de aproximadamente 29% no custo total da obra, justificando-se a necessidade de um correto planejamento orçamentário referente a projetos de confinamento *free-stall*.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, S. I. D.; PETERS, M. D. P.; STORCH, T. ZIGUUER, E. A.; FISHER, V. Simulação da rentabilidade e viabilidade econômica de um modelo de produção de leite em free-stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.2, p.392-398, 2011.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco**: um novo olhar sobre a engenharia de custos. 2 ed. São Paulo: Pini, 2011. 498p.

CECCHIN, D.; CAMPOS, A. T.; PIRES, M. de F. A.; LIMA, R. R. de; YANAGI JÚNIOR, T.; SOUZA, M. C. M. Avaliação de diferentes materiais para recobrimento de camas em baias de galpão modelo free-stall. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.109-115, 2014.

COOK, N. B.; NORDLUND, K. V. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. **The Veterinary Journal**, Madison, v.179, n.3, p.360-369, 2009.

CORDOBA, J. D.; CASILLOB, M. P.; ORMEÑOB, N.; ACOSTAC, G.; TADICHB, N. Descripción de los cubículos utilizados en granjas lecheras

em el sur de Chile y su relación com el confort de las vacas. **Archivos de Medicina Veterinária**, Valdivia, v.44, n.1, p.75-80, 2012.

IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011, 143p.

LOPES, M. A.; SANTOS, G. dos; CARVALHO, F. de M. Comparativo de indicadores econômicos da atividade leiteira de sistemas intensivos de produção de leite no Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.4, p.742-752, 2012.

MATTOS, A.D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Ed. Pini, 2010. 419p.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v.24, n.68, p. 209-220, 2010.

MILANI, A.P.; SOUZA, F. A. de. Granjas leiteiras na região de Ribeirão Preto - SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.742-752, jul./ago. 2010.

MITEV, J.; VARLYAKOV, I.; MITEVA, T.; VASILEV, N.; GEORGOVSKA, J.; UZUNOVA, K.; DIMOVA, V. Preferences of free stall housed dairy cows to different bedding materials. **Journal of the**

Faculty of Veterinary Medicine Istanbul University, Istanbul, v.38, p.135-140, 2012.

OSTOJIĆ-ANDRIĆ, D.; HRISTOV, S.; NOVAKOVIĆ, Ž.; PANTELIĆ, V.; PETROVIĆ, M.M.; ZLATANOVOIĆ, Z.; NIKŠIĆ, D. Dairy cows welfare quality in loose vs tie housing system. **Institute for Animal Husbandry**, Belgrade-Zemun, v.55, n.1, p.975-984, 2011.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L. de; LIMA, K. A. O. de; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos, utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1492-1498, ago. 2009.

RAMOS, M. C.; CAMPOS, A. T.; SILVA, K. C. P da; YANAGI JÚNIOR, T.; GOMES, F. C. Sustentabilidade na produção de leite: balanço energético em sistema intensivo de produção com visão focada nos processos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.473-484, maio/jun. 2014.

RUUD, L.E.; KIELLAND, C.; ØSTERÅS, O.; BØE, K.E. Free-stall cleanliness is affected by stall design. **Livestock Science**, v.135, n.2/3, p.265-273, Feb. 2010.

SAMPAIO, C. A. de P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. de. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.1, n.2, p.230-236, mar./abr. 2011.

SANTOS, A. P. L.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M.; SCHEER, S. A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v.1, n.2, p.24-42, 2009.

SINDUSCON. SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE GOIÁS. **Composição do Custo Unitário Básico (CUB/m²):** valores em R\$. Goiás: SINDUSCON-GO, 2014 a. Disponível em: <<http://www.sinduscongoias.com.br/arquivos/download/cub/cub-abril-2014.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2014.

SINDUSCON. SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Composição do Custo Unitário Básico (CUB/m²):** valores em R\$. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2014 b. Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/cub/tabelas/tabela_cub_desonerado_abril_2014.pdf>. Acesso em: 13 maio 2014.

SINDUSCON. SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DO PARANÁ. **Composição do Custo Unitário Básico (CUB/m²):** valores em R\$. Curitiba: SINDUSCON-PR, 2014 c. Disponível em: <http://www.sinduscon-pr.com.br/principal/pub/Image/20140502170548CUB-PR_Abril_2014_desonerado.pdf>. Acesso em: 13 maio 2014.

SINDUSCON. SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Composição do Custo Unitário Básico (CUB/m²):** valores em R\$. São Paulo: SINDUSCON-SP, 2014 d. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/estprod/economia/2014/04_boletimEconomico_desonerado_abril2014.pdf>. Acesso em: 13 maio 2014.

STOCK, L.A; CARNEIRO, A. V.; CARVALHO, G. R.; ZOCCAL, R.; MARTINS, P. C.; YAMAGUCHI, L. C. T. Sistemas de produção e sua representatividade na produção de leite no Brasil. In: Reunião da Associação Latino-americana de Produção Animal, Cuzco. **Anais... ALPA**, p.17-18, 2008.

TCPO14 **Edificações:** Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. São Paulo: PINI, 2014. 640p.

PIRES, M. de F. A.; CASTRO, C. R. T. de; PACIULLO, D. S.; XAVIER, D. F. Importância da sombra para ruminantes nos trópicos. In: JORNADA DA PRODUÇÃO ECOLÓGICA DE RUMINANTES NO SEMIÁRIDO, 2011, Mossoró. **Anais...** Mossoró: UFERSA, p.64-90, 2011.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil:** consultoria, projeto e execução. 2 ed. São Paulo: Pini, 2011. 470p.

TONOLI, G. H. D.; SANTOS, S. F. dos; RABI, J. A.; SANTOS, W. N. dos; SAVASTANO JÚNIOR, H. Thermal performance of sisal fiber-cement roofing tiles for rural constructions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.68, n.1, p.1-7, 2011.

(VERSÃO PRELIMINAR)

ARTIGO 2 **Simulação da sustentabilidade financeira de um projeto *free-stall* para confinamento de bovinos leiteiros com diferentes capacidades produtivas**

Artigo redigido (versão preliminar) conforme norma da revista Engenharia
Agrícola.

SIMULAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA DE UM PROJETO *FREE-STALL* PARA CONFINAMENTO DE BOVINOS LEITEIROS COM DIFERENTES CAPACIDADES PRODUTIVAS

RESUMO: Com objetivo de validar a proposta de implantação e operação de um projeto referência *free-stall*, para confinamento de bovinos leiteiros da raça holandesa, foi simulado o valor presente líquido (VPL) com taxa mínima atrativa de retorno (TMAR) de 7,02% ao ano. Como referência, foi utilizado o projeto *free-stall* da Fazenda Palmital, pertencente à Universidade Federal de Lavras/MG (UFLA). Por meio de pesquisas bibliográficas e estudos em campo, foram definidos os investimentos mínimos e necessários para a implantação de um projeto *free-stall* com capacidades para 40, 80 ou 120 animais, incluindo a equipagem de todo sistema, mão de obra permanente, produção de silagem de milho, nutrição e saúde animal. Os cálculos foram simulados em função da capacidade produtiva determinando-se também a área em terra cultivável para produção de forragens, principalmente o milho para silagem. Os resultados demonstraram que o VPL deixou de ser atrativo para a capacidade mínima de 40 animais, tornando-se positivo de 16 a 23

anos para a capacidade de 80 animais e de 10 a 13 anos para a capacidade máxima de 120 animais em lactação.

PALAVRAS-CHAVE: construções rurais, produção de leite, valor presente líquido, viabilidade financeira, retorno do investimento.

SIMULATION OF FINANCIAL SUSTAINABILITY OF A FREE-STALL PROJECT FOR DAIRY CATTLE CONFINEMENT WITH DIFFERENT PRODUCTIVE CAPACITIES

ABSTRACT: With the objective of validating the proposal for the implementation and operation of a reference free-stall project for confining Holstein dairy cattle, we simulated the net present value (NPV), with minimum attractive return rate (MARR) of 7.02% per year. As a reference, we used the free-stall project of Fazenda Palmital, belonging to the Universidade Federal de Lavras (UFLA), in Lavras, Minas Gerais, Brazil. By means of bibliographic research and field studies, we defined the minimum investments necessary for the implementation of a free-stall project with capacities for 40, 80 and 120 animals, including equipment for the entire system, permanent labor, maize silage production, feeding and animal health. The calculations were simulated in function of

productive capacity, also determining the area of cultivatable land for the production of forage, especially maize for silage. The results showed that the NPV was no longer attractive for the minimum capacity of 40 animals. The NPV became positive from 16 to 23 years, for the capacity of 80 animals, and from 10 to 13 years, for the maximum capacity of 120 animals.

Keywords: rural constructions, dairy production, net present value, financial feasibility, investment return.

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil segue em ritmo contínuo de crescimento. Entretanto, grande parte dessa ascensão deve-se ao aumento do número de animais ordenhados e não ao aumento na capacidade produtiva de leite por animal ($\text{kg leite animal}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Dados do IBGE (2013) apontaram um crescimento de aproximadamente 50% na produção de leite, diante de um aumento de 23% no rebanho nacional. A produção de leite no Brasil em 2012 foi de $1.417 \text{ kg de leite animal}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo que a meta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do governo brasileiro é chegar em $2.000 \text{ kg de leite animal}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ até 2023. Em contrapartida, a Holanda, nos anos 1960, produzia

4.000 kg animal⁻¹ ano⁻¹, chegando a 8.500 kg de leite animal⁻¹ ano⁻¹ em 2001. Segundo WEPEREN & KIEFT (2002), esse aumento foi possível, em decorrência do desenvolvimento de tecnologias, pesquisa e extensão com o agricultor, acesso ao crédito e, principalmente, um ambiente político propício.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2015) relacionou os índices de produtividade por animal ao ciclo anual de lactação e classificou os sistemas produtivos em quatro faixas, considerando muito alto para produção acima de 8000 kg de leite ano⁻¹, alto para faixa de 6.000 a 7.000 kg de leite ano⁻¹, médio para faixa de 3.500 a 4.500 kg de leite ano⁻¹ e baixo para produção inferior a 3.000 kg de leite ano⁻¹. Em propriedades com médias de produção de leite muito altas, acima de 8.000 kg de leite ano⁻¹, devem ser utilizadas, prioritariamente, as raças europeias especializadas, com animais de alta genética, sendo a raça holandesa a mais indicada, segundo MIRANDA & FREITAS (2009), mas que, em contrapartida, necessita de maiores cuidados e de conforto térmico.

Conforme o plano de incentivo à pecuária bovina instituído pelo MAPA em fevereiro de 2014 e publicado no Diário Oficial da União

(DOU-27/02/14), foi projetado um aumento na produção de leite para os próximos 10 anos em, aproximadamente, 40% acima de 2012. Tal projeto terá como estratégia para aumentar a produtividade e competitividade de forma sustentável, em benefício da sociedade brasileira, já prevendo o crescimento da população brasileira de 201 milhões para 216 milhões de habitantes até 2023. Mas, mediante a um cenário político desanimador e frente ao aumento no custo dos insumos alimentares, baixa valorização e instabilidade no preço de venda do leite, questiona-se, nesta pesquisa, se a sustentabilidade financeira para o produtor de leite será suficiente para atender ao aumento dessa demanda.

BARBOSA et al. (2011) descreveram que a longevidade de um sistema de produção de leite estará sujeita aos impactos provocados pela variação dos insumos alimentares e no preço de venda do leite, afetando, seriamente, sua rentabilidade. Isso tende a elevar os riscos na implantação e operação de um sistema de *free-stall* visando ao aumento na produção do leite mediante a melhor expressão do potencial genético do animal em ambiente mais ameno. O crescimento sustentável do setor lácteo está intimamente ligado a necessidade de emprego da tecnologia em toda cadeia produtiva, que, segundo VIANA & RINALDI (2010), já foram

desenvolvidas, testadas e comprovadas por outros países. Os autores ressaltaram a importância da cadeia produtiva do leite no contexto do agronegócio, pois, além de gerar divisas para o país, contribui significativamente na geração de empregos, gerando renda ao produtor rural, contribuindo com o desenvolvimento social e diminuindo o êxodo rural.

O projeto referência *free-stall* apresentado nesta pesquisa possui características construtivas adequadas à integração de tecnologias para controle térmico do ambiente, melhorias no manejo, facilidades de limpeza, manutenção das instalações e melhor eficiência operacional com economia de escala, além de permitir a redução da mão de obra pela não necessidade de grandes esforços humanos, como, por exemplo, no manejo diário e na raspagem manual dos dejetos.

Objetivou-se simular os investimentos necessários para a construção e operação de um sistema de confinamento *free-stall*, utilizando-se a metodologia do valor presente líquido (VPL) com taxa interna de retorno (TIR) igual à taxa mínima atrativa de retorno de 7,02% ao ano, índice equivalente ao índice acumulado pela poupança em dezembro de 2014.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa norteou-se pelos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico do *free-stall* desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras, localizada no município de Lavras, estado de Minas Gerais. A planta baixa está localizada na Fazenda Palmital, município de Ijací, estado de Minas Gerais, com coordenadas geográficas 21° 10' 12'' S, longitude 44° 55' 30'' W, altitude de 889 m e clima tropical de altitude. O índice pluviométrico da região é de 1.529,7 mm por ano com temperatura média anual de 19,4 °C (IBGE, 2013).

O plantel de animais da raça holandesa da Fazenda Palmital, no primeiro trimestre de 2015, foi composto por 50 animais em lactação, 15 vacas secas, 27 novilhas, 10 bezerras desmamadas e 4 bezerras em amamentação. A produção média, medida em maio de 2015, foi de 23,05 litros de leite animal⁻¹ dia⁻¹, sendo os animais separados em quatro lotes de lactação e alojados em um *free-stall* com aspectos construtivos mais rústicos e com poucas possibilidades para intervenção no conforto térmico dos animais.

Para justificar a viabilidade de sistemas intensivos de produção em função do aumento na produção de leite por animal, foi previsto um

aumento de 10% na produção diária, equivalente a uma média de 3 litros animal⁻¹ dia⁻¹, sendo essa previsão de aumento, associada à mudança no ambiente e melhorias no manejo. CERUTTI et al. (2013) obtiveram um ganho de 2,73 litros leite animal⁻¹ dia⁻¹, quando pesquisaram as respostas fisiológicas e produtivas de animais da raça holandesa em lactação submetidas ao sombreamento e aspersão somente no curral de espera.

Foi utilizada a média de 25,5 litros de leite animal dia⁻¹, nos cálculos da receita, sendo o preço mínimo de venda do litro de leite orçado a R\$ 1,00 (CEPEA, 2015). A Figura 1 está demonstrado o croqui do projeto *free-stall*, também detalhado por RAMOS & BARBOSA (2014).

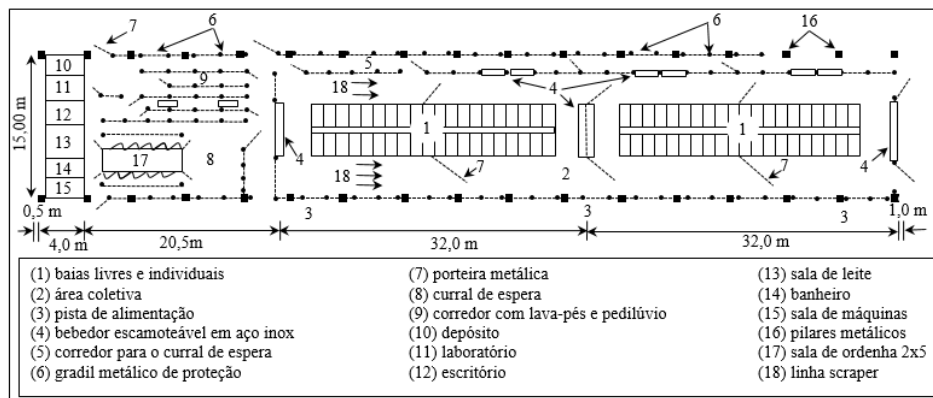


Figura 1. Croqui do projeto referência *free-stall* para capacidade de 80 animais. **Sketch design free-stall reference to capacity of 80 animals.**

Outras duas propriedades leiteiras situadas em Minas Gerais, com produção média de 800 a 2.000 litros leite dia⁻¹, foram utilizadas para levantamento das informações técnicas relacionadas à dieta, mão de obra, produção de silagem de milho e levantamento de dados relacionados à estrutura necessária em tratores, equipamentos e implementos agrícolas utilizados na produção de forrageiras e operações de rotina, tais como: preparo e distribuição da alimentação, transporte de cargas e outras culturas e serviços relacionados à produção do leite.

Para melhor legibilidade na apresentação dos custos de construção, equipagem, automação e operação do sistema produtivo de leite, estes foram tabulados em planilhas eletrônicas, seguindo a metodologia proposta por MARION & SEGATTI (2010) e adaptada para o projeto referência *free-stall*. Os investimentos foram calculados em função do número de animais lactantes, considerando-se as máquinas, equipamentos e implementos em ótimo estado de conservação (novo e seminovo). Para a aquisição de vacas holandesas em início de lactação foi considerada uma taxa de 15% acima do valor estabelecido na capacidade produtiva, segundo AUAD et al. (2010). O índice de 15% também foi utilizado como descarte anual do plantel. Foi considerado o valor de mercado de

R\$ 3.500,00 para vacas em início de lactação e R\$ 1.500,00 para o preço de descarte.

O dimensionamento do plantel para a simulação no aumento da capacidade em animais foi de 45% de vacas em lactação, 11% de vacas secas, 25% de novilhas, 14% de bezerras desmamadas e 8% de bezerras em amamentação (EMBRAPA, 2015). Toda a alimentação oferecida aos animais foi calculada com base na dieta formulada e produzida pelos nutricionistas da própria Fazenda Palmital, e ajustada segundo as recomendações do manual de Bovinocultura de Leite da Embrapa Gado de Leite (AUAD et al., 2010). Foi considerado um aumento médio de 0,5 kg de ração concentrada (farelo de soja e milho moído ou em grãos) para cada litro de leite produzido além da média real de 23,05 litros de leite animal⁻¹ dia⁻¹, medida em maio de 2015.

A referência para composição bromatológica e energética utilizada no cálculo da silagem de milho, componente com maior peso físico e financeiro, foi de 30,9% em teor de matéria seca (MS), 7,2% em proteína bruta (PB) e 55,5% em fibras de detergente neutro (FDN). Para o farelo de soja a composição foi de 89% em MS, 49,9% em PB e 14,9% em FDN. O milho em grãos participou com 88% em MS, 9,4% em PB e

9,5% em FDN. O feno seguiu a referência do feno tifton 85, com 88,6% em MS, 11,1% em PB e 78,4% em FDN. Para o farelo de trigo foi utilizado 89% em MS, 17,3% em PB e 42,5% em FDN. Para o cálculo da quantidade de alimentos em $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, foram consideradas as exigências mínimas de 428 g dia^{-1} em PB para manutenção do animal de 650 kg (peso vivo), 90 g dia^{-1} em PB para uma produção diária de 25 litros $\text{animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ com 4% em teor de gordura e 200 g dia^{-1} em PB para ganho de peso ao longo da lactação (AUAD et al., 2010; BERTCHIELLI et al., 2011).

O cálculo, para o custo da mão de obra permanente, considerou os valores praticados no mercado e acrescidos de 42,04% referentes aos encargos trabalhistas, entretanto, para a mão de obra terceirizada, foi considerado um custo anual relacionado somente à prestação de serviços veterinários. O custo da mão de obra utilizada no plantio do milho e preparo da silagem foi incluída no custo da tonelada de silagem de milho (R\$ 70,00 ton^{-1}), assim como todo custo de óleo diesel, semente híbrida, adubo, corretivo de solo, herbicida, inseticida e defensivos agrícolas utilizados na lavoura.

Os insumos veterinários, necessários para a sanidade e manutenção do rebanho com inseminação artificial e a quantidade de medicação para o tratamento corretivo, preventivo dentre outros, foram estimados com base em pesquisa em campo e projeções em função da capacidade produtiva.

O consumo de energia elétrica foi previsto de acordo com a demanda dimensionada pelo projeto elétrico do *free-stall* para capacidade de 80 animais. Em função das variações na capacidade produtiva, a demanda de energia elétrica foi ajustada e calculada pela tarifa fixada pela Companhia Elétrica de Minas Gerais (CEMIG), no primeiro trimestre de 2015, que foi de R\$ 0,34051 para cada kW consumido.

Todas as benfeitorias pertencentes ao projeto referência *free-stall*, foram depreciadas em 40 anos, segundo metodologias de cálculo de custo de produção da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2010). Além do projeto *free-stall*, foi considerada a construção de um alojamento para guarda e proteção das máquinas, equipamentos, implementos e insumos alimentares. Também foi prevista a escavação e proteção para silos em trincheiras, considerando-se 2 m³ de escavação para cada tonelada de silagem de milho armazenada e compactada.

Em complemento ao projeto hidráulico do *free-stall* e independente da capacidade produtiva, foi prevista a construção de uma rede para captação de água em lençol freático, incluindo a perfuração do poço e instalação dos equipamentos de bombeamento até os seus respectivos reservatórios, já inclusos no custo do projeto referência. No orçamento das benfeitorias, foi considerada uma taxa de seguro de 0,35% sobre o custo médio, representado pelo valor inicial e o valor de sucata (20% do valor inicial) após 40 anos de uso. Para o custo variável foi prevista uma taxa anual de 1% sobre o valor inicial, a ser utilizado em reparos e manutenção.

Para os tratores agrícolas, foi considerada uma taxa de seguro de 0,75% sobre o custo médio e uma taxa anual de 1% do valor inicial do trator para reparos e manutenção, além de 10% para filtros e lubrificantes calculados de acordo com o consumo de óleo diesel dos tratores e a potência do motor. A depreciação dos tratores, equipamentos e implementos agrícolas também seguiram a metodologia proposta pela CONAB (2010), sendo o custo fixo da depreciação obtido pela razão entre diferença do valor inicial e o valor de sucata.

O preço utilizado para os tratores agrícolas considerou tratores seminovos (1 a 2 anos de uso) e com valor de sucata de 35% para tratores acima de 10 (dez) anos de uso. Para os demais equipamentos e implementos agrícolas, a taxa anual de reparos e manutenção foi de 0,8% para os implementos, 2% para os equipamentos da sala de ordenhas e de 1% para os sistemas de manejo de dejetos (linha scraper), ventilação e aspersão CONAB (2010).

Para a simulação do custo médio de implantação, mecanização, automação e controle operacional do projeto referência *free-stall*, foi aplicado um questionário preliminar em três propriedades leiteiras de Minas Gerais. Os resultados zootécnicos apurados no levantamento em campo, juntamente com as pesquisas bibliográficas foram tabulados e apropriados para as capacidades produtivas de 40, 80 ou 120 animais em lactação. Esses dados foram convertidos a valores anuais de receitas, custos operacionais, depreciações, remuneração da terra e do capital investido.

Para o custo de oportunidade de terra, foi prevista uma taxa de 3% sobre o valor de R\$ 10.000,00 por hectare, definido como investimento na aquisição de terras propícias a uma produção de forragens com boa

qualidade e alta produção. Foi estimada uma produção média de 45 toneladas de forragem de milho por hectare, considerando-se 5% de perda por fermentação e 25% de perdas físicas ocasionadas no manuseio diário do silo. Os valores das perdas foram referenciados por IGOR & JOBIM (2013) que mensuraram de 21% a 34% as perdas físicas e de 1% a 10% as perdas pelo processo de fermentação.

A área total de terras necessária à produção de forragens foi calculada em função a capacidade produtiva, mas considerando-se apenas um plantio anual. Essa alternativa visou a diminuir o grau de risco devido às condições climáticas desfavoráveis, uma vez que o produtor ainda tem a produção da safrinha, que segundo IBGE (2013), em 2012 representou 55,3% da safra nacional de grãos de milho. Além da terra necessária para a produção do milho para silagem, foi considerado o adicional de 1 (um) hectare para a instalação de todas as benfeitorias, considerando-se também a possibilidade de produção anual de no mínimo 13 (treze) toneladas de milho em grãos convertidos a valores de venda inclusos na receita bruta anual, visando a demonstrar a possibilidade de geração de outras receitas com o melhor aproveitamento da mão de obra e demais investimentos.

Mediante a simulação de todos os custos, receitas, remunerações e depreciações do capital investido, o valor presente líquido (VPL) e a taxa mínima atrativa de retorno (TMAR) demonstraram a viabilidade e inviabilidade do projeto referência para capacidades produtivas distintas, a serem considerada em uma análise de investimento em *free-stall* para confinamento de bovinos leiteiros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, demonstraram-se as estimativas de investimentos necessários à implantação do projeto referência *free-stall* com uma vida útil de 40 anos.

Com relação ao custo total dos investimentos por animal, foi apurado o valor unitário de R\$ 33.924,69 para a capacidade de 40 animais, R\$ 25.228,96 para 80 animais e R\$ 22.750,08 para 120 animais. Observou-se uma diluição no custo por animal com o aumento na capacidade produtiva, ocasionado pelo melhor aproveitamento das benfeitorias, máquinas, equipamentos e implementos agrícolas. O custo médio por animal foi calculado em R\$ 22.751,71.

BARBOSA et al. (2011) simularam a rentabilidade e viabilidade econômica de um modelo de produção de leite em *free-stall* composto por 100 animais da raça holandesa com produção média de 25,95 litros de leite dia⁻¹. Os resultados apontaram para um investimento de R\$ 9.376,37 animal⁻¹, todavia, os autores orçaram a estrutura do *free-stall* em R\$ 150.000,00 e não consideraram o valor do investimento em terra, alojamento para equipamentos, rede de água, sistema de ventilação e aspersão.

Tabela 1. Custo estimado para implantação do projeto referência *free-stall* - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Estimated cost to implement the free-stall reference design - capacity 40, 80 or 120 animals.**

Investimentos em 2014	Capacidade produtiva - n° de animais		
	40	80	120
Projeto referência <i>free-stall</i>	515.120,90	750.091,36	987.751,63
Silo trincheira	11.068,60	21.985,57	32.902,55
Alojamento de equipamentos	30.000,00	45.000,00	60.000,00
Rede de bombeamento de água	30.000,00	30.000,00	30.000,00
Ordenha espinha de peixe - 2x3	42.000,00	-	-
Ordenha espinha de peixe - 2x5	-	60.000,00	60.000,00
Tanque expansão - 2.000 litros	19.500,00	-	-
Tanque expansão - 4.000 litros	-	37.700,00	37.700,00
Tratores 4x4 - 85 cv	-	0,00	85.000,00
Tratores 4x4 - 75 cv	70.000,00	70.000,00	70.000,00
Tratores 4x2 - 50 cv	50.000,00	50.000,00	50.000,00
Arado - 4 discos	7.200,00	7.200,00	7.200,00
Subsolador - 7 hastes	32.000,00	32.000,00	32.000,00
Grade niveladora - 32 discos	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Plantadeira - 5 linhas	38.000,00	38.000,00	38.000,00
Cultivador mecânico - 5/7 linhas	6.000,00	6.000,00	6.000,00
Pulverizador 600 litros	12.500,00	12.500,00	12.500,00
Colhedeira de forragem	15.000,00	15.000,00	15.000,00
Misturador de ração	2.000,00	2.000,00	2.000,00
Moedor	2.000,00	2.000,00	2.000,00
Carreta com pneus - 5 ton.	12.000,00	12.000,00	12.000,00
Distribuidor de calcário - 2,5 ton.	15.500,00	15.500,00	15.500,00
Balança	500,00	500,00	500,00
Carreta c/ misturador e distribuidor de ração	38.000,00	38.000,00	38.000,00
Equipamentos de informática	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Sistema de manejo de dejetos	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Sistema de ventilação e aspersão	9.000,00	15.000,00	21.000,00
Vacas em início de lactação	161.000,00	322.000,00	483.000,00
Aquisição de terras	190.593,89	368.713,89	546.833,89
Capital de giro	25.004,36	44.125,69	62.316,95
Total do investimento (R\$)	1.356.987,75	2.018.316,51	2.730.205,02
Relação por animal (R\$ animal⁻¹)	33.924,69	25.228,96	22.751,71

Sob o montante dos investimentos, a implantação do projeto referência representou, em média, 37,10% do valor total. Para a aquisição de terras produtivas, normalmente não consideradas em análises financeiras, foi apurado o valor médio de 17,45%. A participação dos tratores, equipamentos e implementos agrícolas foi de 23,33% em média e para a aquisição de animais em início de lactação foi estimado o valor médio de 15,17%. As demais benfeitorias participaram com a média de 4,85% e o capital de giro com 2,10% do total investido.

Os resultados apresentados nesta pesquisa, demonstram a importância de uma previsão orçamentária mais detalhada e alinhada com a longevidade de um sistema de produção de leite em confinamento total, haja vista que somente os investimentos em benfeitorias representaram em média 42% do valor total investido, elevando-se o risco do negócio caso não haja uma garantia de produção contínua e equilibrada ao longo dos anos.

Para o dimensionamento dos custos totais da alimentação anual, foi demonstrada pela Tabela 2, a representação econômica dos principais insumos utilizados na dieta, isto é, 36,55% para o farelo de soja; 35,83% para a silagem de milho e feno; 12,18% de milho em grãos; 6,06% de

leite descartado ou utilizado para amamentação; 4,05% de bicarbonato de sódio e 5,33% referente ao custo total do calcário e demais suplementos minerais, indispensáveis para a saúde do animal.

Segundo a análise dos custos de produção de leite da agricultura familiar produzida pela Revista de Política Agrícola (2008) o milho representou em 53% o custo total da alimentação dos animais, ratificando o milho como o principal componente da alimentação do gado leiteiro no Brasil. O custo total anual da dieta representou um alto risco para o produtor, justificando-se a necessidade de intensificar os esforços no preparo de solo, plantio do milho, manutenção da lavoura, colheita com picagem no tamanho de partícula mais adequada ao sistema digestivo do animal e silagem com eficiente compactação e vedação, buscando-se o máximo possível de redução nas perdas físicas durante o manuseio do silo e pelo processo de fermentação.

As estimativas para o custo de tratamento veterinário apresentadas pela Tabela 3, demonstraram as vantagens da manutenção preventiva na saúde dos animais. O tratamento corretivo poderá elevar, significativamente, os custos veterinários, justificando-se a implementação de melhorias no controle do ambiente, supervisão

contínua do comportamento dos animais, uso de lava-pés e pedilúvio, limpeza do ambiente, melhor conforto térmico e melhorias no manejo.

Tabela 2. Estimativas de dieta para vacas holandesas - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Diet estimates for holstein cows - capacity 40, 80 or 120 animals.**

Componentes da dieta em 2014		Capacidade produtiva - nº de animais		
		40	80	120
Concentrados proteicos	Farelo de soja	56.512,75	113.398,28	170.645,43
Concentrados energéticos	Farelo de trigo	118,49	236,98	355,46
	Milho em grãos	16.874,55	33.925,19	50.975,82
	Milho triturado	1.939,71	3.879,41	5.918,93
Suplemento mineral	Sal mineral	1.581,18	3.162,36	4.743,54
	Ureia	1.956,65	3.913,30	5.869,94
	Óxido de magnésio	694,96	1.389,92	2.084,88
	Bicarbonato de sódio	6.286,18	12.572,35	18.858,53
	Outros suplementos	3.675,52	7.351,04	11.087,33
Calcário	Calcário calcítico	245,28	490,56	735,84
Volumosos	Silagem de milho	52.965,15	106.569,05	160.172,95
	Feno	2.370,01	4.740,01	7.110,02
Leite para amamentação	Colostro / descarte	9.402,40	18.804,80	28.207,20
Custo total da ração (R\$ ano ⁻¹)		154.622,82	310.433,26	466.765,88
Custo por animal (R\$ animal ⁻¹ ano ⁻¹)		3.865,57	3.880,42	3.889,72

Tabela 3. Estimativas do custo anual em insumos veterinários - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Estimates of the annual cost in veterinary inputs - capacity 40, 80 or 120 animals.**

Insumos veterinários em 2014	Capacidade produtiva - nº de animais		
	40	80	120
Probióticos	3.038,38	6.076,75	9.115,13
Ectoparasiticidas	166,01	332,03	498,04
Endoparasiticidas	494,12	988,23	1.482,35
Estimulantes	302,93	605,86	908,78
Vacinas	1.515,95	3.031,90	4.547,85
Medicamentos diversos	246,22	492,45	738,67
Acessórios veterinários	592,90	1.185,81	1.778,71
Material de reprodução	497,89	995,79	1.493,68
Material de limpeza (ordenha)	4.195,20	8.390,40	12.585,60
Custo total dos insumos (R\$ ano⁻¹)	11.049,61	22.099,21	33.148,82

Com relação ao consumo de elétrica, a demanda kW ano⁻¹, apresentada pela Tabela 4, demonstrou um custo anual relativamente moderado, mas com tendências para aumento tarifário, frente aos reajustes das tarifas de energia elétrica em todo o país. Esse custo pode ser amenizado com a geração própria de energia elétrica por meio da estação biodigestor interligada a um sistema de geração de energia. Essa forma de sustentabilidade energética também contribui para a redução do gás metano (CH₄) na atmosfera, melhorando a sustentabilidade ambiental.

Tabela 4. Estimativas da demanda de energia elétrica (kW ano⁻¹) na operação do *free-stall* - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Estimates of electricity demand (kW year⁻¹) in the free-stall - capacity 40, 80 or 120 animals.**

Consumo energia elétrica em 2014	Capacidade produtiva - nº de animais		
	40	80	120
Sala de ordenha	5.866,92	10.484,28	13.974,03
Sala de leite	7.802,95	11.908,80	12.647,34
Alojamento equipamentos	166,15	330,31	448,39
Serraria e serralheria	88,26	150,04	238,30
Preparo de ração	621,72	1.243,44	1.604,28
Confinamento dos animais	6.062,04	10.535,40	15.008,76
Bombeamento de água	1.510,12	2.272,70	2.741,43
Salas administrativas	2.052,00	2.052,00	2.052,00
Consumo total de energia (kW ano ⁻¹)	24.170,16	38.976,96	48.714,53
Custo total de energia (R\$ ano ⁻¹)	8.230,18	13.272,05	16.587,78

Para a simulação dos custos variáveis, os valores relativos à mão de obra apresentados na Tabela 5, considerou todo o custo de mão de obra e encargos trabalhistas como remuneração ao produtor rural, pois considera-se, nesta pesquisa, a oportunidade de desenvolvimento da agricultura familiar por meio de uma remuneração justa e contínua.

A nutrição alimentar apresentou a maior parcela dos custos variáveis, seguida pelo custo da mão de obra, medicamentos, reprodução e demais custos relacionados a cada capacidade produtiva.

Tabela 5. Estimativa do custo variável anual em sistemas *free-stall* - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Estimated annual variable cost in free-stall systems - capacity of 40, 80 or 120 animals.**

Custo variável anual em 2014	Capacidade produtiva - nº de animais		
	40	80	120
Mão de obra	94.272,16	141.534,77	175.366,07
Reparos em benfeitorias	5.861,89	8.470,77	11.106,54
Reparos em tratores agrícolas	6.240,00	6.240,00	10.517,20
Reparos em equipamentos agrícolas	5.069,20	5.493,20	5.493,20
Reparos em implementos agrícolas	1.373,60	1.373,60	1.373,60
Despesas administrativas	5.000,00	6.000,00	7.000,00
Energia elétrica	8.230,18	13.272,05	16.587,78
Higienização	2.915,00	3.830,00	4.745,00
Medicamentos e reprodução	11.049,61	22.099,21	33.148,82
Nutrição alimentar	154.622,82	310.433,26	466.765,88
Total do custo variável (R\$ ano ⁻¹)	294.634,47	518.746,86	732.104,09

Mediante a obtenção de todos os investimentos necessários para implantação e operacionalização do projeto referência *free-stall*, a Tabela 6 totalizou e demonstrou os resultados anuais da atividade leiteira para sistemas com 40, 80 ou 120 animais. Percebe-se para todas as capacidades produtivas, que a remuneração de 7,02% sobre o capital investido representou em média 67,59% do custo fixo (CF). As depreciações das benfeitorias, máquinas, equipamentos, implementos agrícolas representaram 27,4% do CF e para a remuneração da terra, o índice foi de 5,16%. Muitos produtores rurais ignoram as taxas de

depreciação e remuneração da terra, resultando em um grave erro de análise econômica, pois juntas representaram 27,40% do CF, podendo ser um fator decisivo na análise da viabilidade do investimento, onde sua exclusão levará a bons resultados financeiros, mas irreal ao longo dos anos.

A alimentação foi responsável pela média de 57,51% do custo operacional efetivo. Em pesquisas realizadas em 3 (três) diferentes sistemas de *free-stall* com animais de raça holandesa, SANTOS & LOPES (2014) encontraram o índice médio de 53,57% do custo operacional efetivo gasto com a dieta alimentar dos animais para uma produtividade média de aproximadamente 19,45 a 26,9 litros de leite⁻¹ animal⁻¹ dia⁻¹.

Tabela 6. Simulação de resultados econômicos na operação do *free-stall* - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Simulation economic results in the operation of the free-stall - capacity 40, 80 or 120 animals.**

Demonstração de resultados em 2014 (R\$ ano ⁻¹)	Capacidade produtiva - nº de animais		
	40	80	120
Receita total	385.470,77	768.157,77	1.150.844,77
Leite	370.599,10	744.286,10	1.117.973,10
Milho	5.871,67	5.871,67	5.871,67
Animais	9.000,00	18.000,00	27.000,00
Custo operacional total	336.821,27	573.444,70	800.483,42
Custo operacional efetivo	300.052,29	529.508,27	748.209,11
Depreciação	36.768,98	43.936,43	52.274,31
Custo Total	437.800,87	726.193,79	1.008.553,70
Custo Fixo	141.411,07	204.349,26	272.072,53
Remuneração de terra	5.717,82	11.061,42	16.405,02
Remuneração do capital	93.506,45	138.590,00	187.288,18
Remuneração do proprietário	0,00	0,00	0,00
Depreciação de benfeitorias	11.754,56	16.986,01	22.271,39
Depreciação de tratores	4.373,88	4.373,88	7.426,38
Depreciação de equipamentos	12.413,24	14.349,24	14.349,24
Depreciação de implementos	8.227,31	8.227,31	8.227,31
Imposto territorial rural	5.417,82	10.761,42	16.105,02
Custo Variável	296.389,80	521.844,52	736.481,17
Custo operacional efetivo (s/ impostos)	294.634,47	518.746,86	732.104,09
Remuneração do capital de giro	1.755,33	3.097,66	4.377,08

Na Tabela 7, apresentou-se a análise mais apurada dos valores simulados e embora a margem líquida tenha ficado positiva para todos os sistemas, ao considerar as depreciações, observa-se que o sistema com capacidade de 40 animais demonstrou-se totalmente inviável, pois acarretou um prejuízo anual de R\$ 52.330,10.

Tabela 7. Demonstrativo de resultados na operação do *free-stall* - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Income statement in operating the free-stall - capacity 40, 80 or 120 animals.**

Demonstração de resultados em 2014 (R\$ ano ⁻¹)	Capacidade produtiva - nº de animais		
	40	80	120
Margem bruta (R\$)	85.418,48	238.649,49	402.635,66
Margem líquida (R\$)	48.649,50	194.713,06	350.361,34
Resultado (R\$) - lucro ou prejuízo	-52.330,10	41.963,98	142.291,06
Taxa mínima atrativa de retorno	7,02%	7,02%	7,02%
Relação de animais em lactação total de animais ⁻¹	0,81	0,81	0,81
Custo total por litro de leite (R\$ litro ⁻¹)	1,18	0,98	0,90
Produção por animal em lactação (litros animal ⁻¹ dia ⁻¹)	25,38	25,49	25,52
Produtividade da terra (litros leite ha ⁻¹ ano ⁻¹)	20.521,13	20.748,74	20.825,31
Produtividade da mão de obra (litros leite homem ⁻¹ dia ⁻¹)	338,45	509,79	612,59
Ração por litro de leite (kg de ração litro ⁻¹)	2,60	2,60	2,60

Para a capacidade de 80 animais, os resultados foram positivos quando comparado com a aplicação financeira (poupança), pois além de manter praticamente a mesma rentabilidade, o produtor estará recebendo

3% sobre o valor das terras produtivas e uma remuneração justa pelo trabalho dedicado da agricultura familiar, além de manter todo o investimento inicial garantido por reservas financeiras destinadas a depreciação e manutenção das benfeitorias, máquinas e dos equipamentos agrícolas. Para 120 animais, os resultados foram ainda melhores, demonstrando a necessidade de aumento na produção para obtenção de uma melhor rentabilidade financeira, haja vista que o aumento da receita pela melhor valorização no preço do leite ainda é uma utopia no Brasil.

A análise do custo total de produção por litro de leite ficou 18% acima do valor de venda para capacidade de 40 animais e de, aproximadamente, 2% a 11% abaixo do valor de venda, para a capacidade de 80 ou 120 animais. ZANIM et al. (2014) apuraram o custo de R\$ 0,77 litro⁻¹ de leite para sistemas *free-stall* composto por 42 animais da raça holandesa com produção média de 31,13 litros de leite animal⁻¹ dia⁻¹, contudo, os autores não consideraram os investimentos em terra e na construção das benfeitorias consideradas nesta pesquisa, além de uma baixa remuneração dos proprietários. Para o sistema de pastejo, os mesmos autores apuraram o custo de R\$ 0,67 litro⁻¹, mas a produção média baixou para 15,65 litros de leite animal⁻¹ dia⁻¹, demonstrando a

necessidade da garantia de uma produção contínua e equilibrada, caso contrário a receita não será suficiente para bancar os custos da produção.

Considerando-se a análise do valor presente líquido (VPL) para uma taxa mínima atrativa de retorno (TMAR) igual ao índice de 7,02% (poupança acumulada em dez/2014), o VPL apurado em cada sistema, com ou sem investimentos na aquisição de terras, apresentou um resultado totalmente insatisfatório em sistemas de confinamento com capacidade para 40 animais, pois, conforme demonstrado na Figura 2, ao longo de 40 anos, o VPL continuou negativo (C1 e C2).

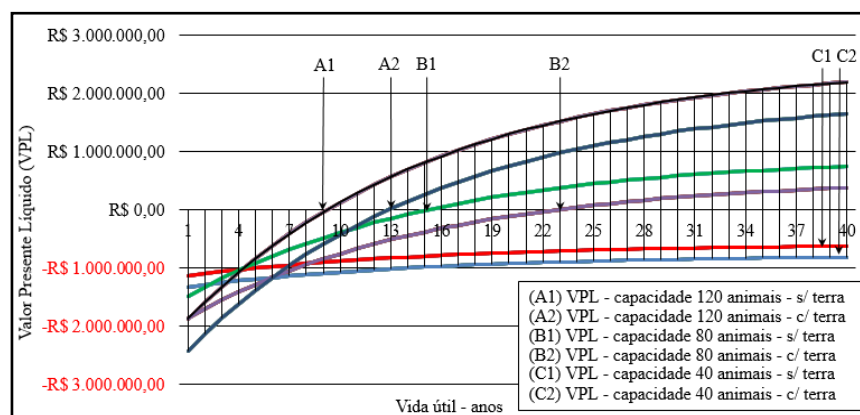


Figura 2. Valor presente líquido do projeto referência *free-stall* - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Net present value of the free-stall reference design - capacity 40, 80 or 120 animals.**

Para as capacidades produtivas de 80 animais (B1 e B2) ou 120 animais (A1 e A2), o valor presente líquido (VPL) demonstrou a vulnerabilidade do projeto, devida principalmente, ao preço de venda do leite praticado no mercado, que mesmo com taxas adicionais em função da qualidade não consegue sustentar os investimentos necessários para melhorias na capacidade produtiva.

Além da baixa valorização do produto, a sustentabilidade financeira está amplamente envolvida com quaisquer mudanças que vierem a ocorrer nas principais variáveis de um sistema intensivo de produção de leite que, nesta pesquisa, foram identificados por: produção por animal, produção de silagem de milho, preço de venda do leite e o preço do farelo de soja. Assim, a análise de sensibilidade do projeto referência *free-stall*, representada pela Figura 3, explicitou a quantidade de anos necessários para que o valor presente líquido (VPL) se iguale a zero, definindo o ponto de equilíbrio financeiro entre a remuneração gerada pela aplicação financeira com taxa anual média de 7,02% (poupança) e o sistema de produção de leite apresentado.

Para as capacidades de 80 ou 120 animais, a média de 22,5 litros de leite animal⁻¹ dia⁻¹ (Figura 3a) tornou o investimento totalmente inviável,

reforçando a necessidade de uma produção diária equilibrada e contínua. Quanto à produção da silagem de milho, uma redução na produção por hectare de terra ocasionou um maior tempo para o retorno do investimento (Figura 3b), mas não inviabilizou totalmente o projeto, diferentemente do valor de venda do leite (Figura 3c), que ao ser cotado a R\$ 0,90 litro^{-1} inviabilizou sistemas com capacidade de 80 animais, e elevou para 34 anos a viabilidade para sistemas com 120 animais. O preço de compra do farelo de soja (Figura 3d), quando praticado a R\$ 0,85 kg^{-1} , causou inviabilidade para sistemas com 80 animais e acima de R1,15 kg^{-1} , tornou-se inviável também para sistemas com 120 animais.

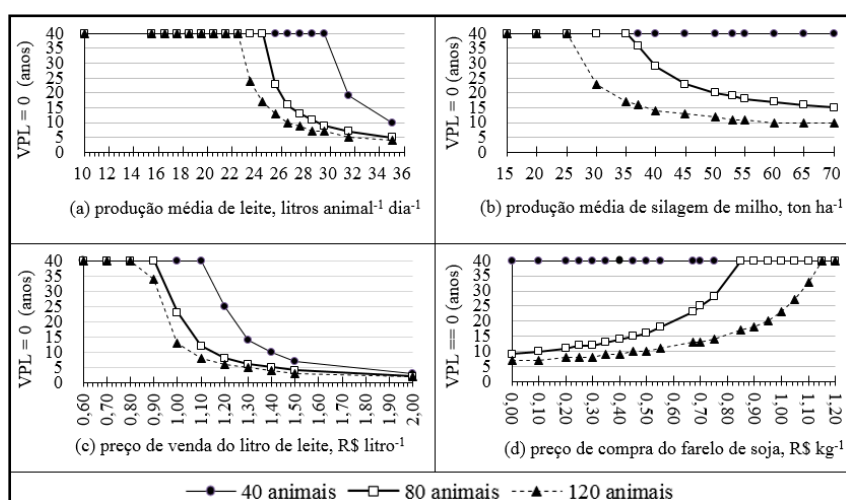


Figura 3. Análise da sensibilidade para investimentos em *free-stall*-capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Sensitivity analysis for investments in free-stall capacity 40, 80 or 120 animals.**

O preço de venda do leite foi a variável que mais provocou alterações na sustentabilidade financeira, reforçando a urgência em se estabelecer políticas públicas que assegurem ao produtor rural a garantia de uma remuneração apropriada aos seus investimentos em longo prazo.

Os resultados apresentados pelas variáveis de controle da produção leiteira (Figura 3) demonstraram que para capacidade de 40 animais, o VPL nunca irá se igualar a zero. Portanto, é imprescindível para a viabilidade financeira de projetos com 80 ou 120 animais, que a produção média por animal seja superior a 7.625 kg leite em 305 dias de lactação ou a média anual de 25,5 litros de leite dia⁻¹, justificando-se a necessidade de efetuar o descarte de animais com baixo potencial genético e garantir o desenvolvimento saudável dos animais produtivos.

SILVA et al. (2011) mediram a produção diária de 133 animais da raça holandesa de pequeno, médio e grande porte, em um sistema intensivo no estado do Rio Grande do Sul, encontrando uma produtividade média de 25,44 litros leite dia⁻¹ para animais de pequeno porte (556 kg); 28,92 litros leite dia⁻¹ para animais de médio porte (584 kg); e 29,72 litros leite dia⁻¹ para animais de grande porte (637 kg). Os autores consideraram um período de lactação de 305 dias para todos os

portes e indicaram os animais de porte médio como os mais apropriados para o sistema intensivo, além de concluírem a necessidade de outros trabalhos, com avaliação de animais da raça holandesa de diferentes tamanhos, contemplando produção aliada ao consumo, conversão alimentar e longevidade.

Além de uma produção média por animal, a quantidade de animais em lactação poderá atingir um limite superior de 10% acima da capacidade nominal para sistemas com 80 ou 120 animais, antecipando o retorno do investimento. Entretanto, em sistemas com 80 animais o limite inferior da capacidade nominal foi de 76 animais em lactação. Abaixo desse valor, o VPL ficou superior ao tempo da vida útil de 40 anos. Para sistemas com 120 animais, o limite inferior da capacidade nominal foi de 100 animais.

E, por fim, dentro de visão mais holística, o risco da produção de leite em um ambiente dotado de tecnologias mínimas e necessárias para que animais de alta genética possam expressar todo seu potencial e garantir um resultado financeiro positivo, foi amenizado pelos resultados simulados e demonstrados pela Figura 5, isto é, o custo da remuneração da agricultura familiar foi adicionado ao resultado líquido do exercício

anual (lucro ou prejuízo). Aumentando os ganhos financeiros anuais, mas protegendo a remuneração do capital investido, a remuneração da terra e, mantendo a depreciação e manutenção de benfeitorias, máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, o VPL tornou-se positivo de 6 a 9 anos para as capacidades de 80 ou 120 animais e de 14 a 18 anos para a capacidade de 40 animais. Isso demonstrou como os pequenos produtores de leite ainda conseguem sobreviver nesse mercado altamente competitivo, desvalorizando o custo da mão da obra familiar à espera de melhorias mais concisas e trabalhando com uma baixa ou nula remuneração.

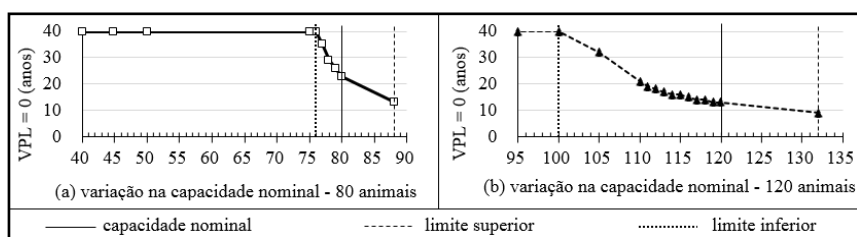


Figura 4. Análise da sensibilidade para investimentos em *free-stall* com variação na capacidade nominal. **Sensitivity analysis for investments in free-stall ranging in rated capacity.**

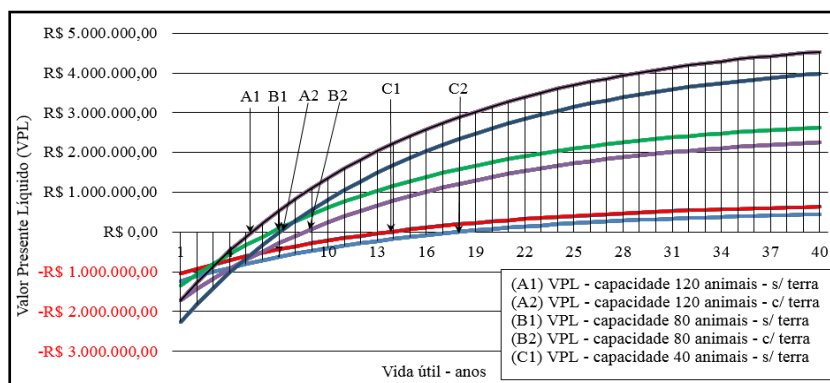


Figura 5. Valor presente líquido do projeto referência *free-stall* sem custo de mão-de-obra - capacidades de 40, 80 ou 120 animais. **Net present value of the free-stall reference design without hand cost of work - capacity 40, 80 or 120 animals.**

CONCLUSÕES

A sustentabilidade financeira na produção do leite em sistemas de confinamento *free-stall* foi, altamente, influenciada pelas principais variáveis de controle internas e externas ao sistema produtivo, isto é, o preço de venda do leite, custo do farelo de soja, volume de produção em silagem de milho por hectare e capacidade produtiva em litros de leite animal⁻¹ dia⁻¹.

A simulação da sustentabilidade financeira de um projeto *free-stall*, considerando-se um ambiente mais propício ao animal e ao trabalho humano, dotado de uma estrutura mínima e necessária de máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, ficou vulnerável perante as

variáveis externas de controle para o preço do leite e do farelo de soja, possibilitando ao produtor rural intensificar seus esforços somente nas variáveis internas de controle para a produção de silagem de milho e no volume de leite produzido e comercializado, mas que também está, altamente, dependente dos resultados apresentados pelas variáveis externas de controle.

A opção de investimentos em confinamento *free-stall* não deve ser vista somente como uma estratégia econômica, mas também social e ambiental no que diz respeito à agricultura familiar, práticas culturais ecologicamente corretas e melhor eficiência na coleta para tratamento dos dejetos.

REFERÊNCIAS

- AUAD, A. M.; SANTOS, A. M. B. dos; CARNEIRO, A. V.; RIBEIRO, A.C. de C. L.; CARVALHO, A. da C. et al. **Manual de bovinocultura de leite**. Belo Horizonte: SENAR-AR/MG, 2010. 394p.
- BARBOSA, S. I. D.; PETERS, M. D. P.; STORCH, T.; ZIGUER, E. A.; FISHER, V. Simulação da rentabilidade e viabilidade econômica de um modelo de produção de leite em *free-stall*. **Arquivo Brasileiro de**

Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.63, n.2, p.392-398, 2011.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. 616p.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **ESALQ/USP**, São Paulo: CEPEA, ano 21, n.239, abr. 2015.

CERUTTI, W. G.; BERMUDEZ, R. F.; VIEGAS, J.; MARTINS, C. M. de M. R. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. **Revista brasileira de saúde produção animal**, Salvador, v.14, n.3, p.406-412, 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. Brasília: CONAB, 2010. 60p.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em 16 jun. 2015.

IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013.

IGOR, Q. de C.; JOBIM, C. C. Silagem: como reduzir as perdas. **Revista Inforleite**, n.35, p.44-47, abr. 2013.

MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Contabilidade da pecuária**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MIRANDA, J. E. C. de; FREITAS, A. F. de. **Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite**. Juiz de Fora: Seropédica Embrapa, 2009. 12p. (Circular Técnica, 98).

RAMOS, M. C.; BARBOSA, J. A. Simulação do Custo Unitário Básico de um projeto *free-stall* para confinamento de bovinos leiteiros por diferentes técnicas construtivas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, mai. 2015 (no prelo).

SANTOS, G.; LOPES, M. A. Indicadores econômicos de sistemas de produção de leite em confinamento total com alto volume de produção diária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.15, n.3, p.239-248, 2014.

SILVA, D. A. R. da; CLAIR, J. O.; CAMPOS, B. C. de; TEJKOWSKI, T. M.; Gilmar, R. M.; SACOOL, A. G. de F.; COSTA, S. T. da. Produção de leite de vacas da raça Holandesa de pequeno, médio e grande porte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.3, p.501-506, 2011.

VIANA, G.; RINALDI, R. N. Principais fatores que influenciam o desempenho da cadeia produtiva de leite – um estudo com os produtores de leite do município de Laranjeiras do Sul-PR. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v.12, n.2, p.263-274, 2010.

WEPEREN, W. van; KIEFT, H. Dutch diary farmers find own solutions to their environmental problems. **Leis a Magazine**, v.18, n.1, p.24-25, 2002.

ZANIN, A.; FAVRETTO, J.; POSSA A.; MAZZIONI, S.; ZONATTO, V. C. da S. Apuração de custos no manejo da produção leiteira: uma análise comparativa entre o sistema tradicional e o sistema free-stall. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2014, Natal, RN. **Anais...** Natal: Associação Brasileira de Custos, 2014.

(VERSÃO PRELIMINAR)