

**PROPOSTA DE MELHORIA ERGONÔMICA E OTIMIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO PARA A ATIVIDADE LEITEIRA EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS**Claudilaine Caldas de Oliveira¹, Leandra Ulbricht², Frieda Saicla Barros³, Leandro Luiz Zagonel⁴ & Antônio Renato Pereira Moro⁵1 - Engenheira de Produção Agroindustrial. Doutora em Engenharia de Produção da UFSC/Florianópolis-SC, claudilainecaldas@gmail.com2 - Médica Veterinária e Ergonomista. Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da UTFPR/Curitiba-PR, leandraulbricht@utfpr.edu.br3 - Engenheira Civil. Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, da UTFPR/Curitiba-PR, saicla@utfpr.edu.br4 - Universidade Federal do Paraná. Estudante de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFPR/Curitiba-PR, saiclaleo@hotmail.com5 - Educador Físico e Ergonomista Sênior. Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC/Florianópolis-SC, renato.moro@ufsc.br**Palavras-chave:**arranjo físico
ergonomia
ordenhador
posto de trabalho
sintomas musculoesqueléticos**RESUMO**

As instalações adaptadas ergonomicamente aos ordenhadores da atividade leiteira podem reduzir a sua exposição aos riscos laborais e, assim, impactar positivamente na saúde e produtividade dos trabalhadores. O objetivo deste estudo foi realizar uma proposta de melhoria ergonômica nas instalações da atividade leiteira em propriedades rurais com organização familiar. Assim, foi realizada uma pesquisa em 14 propriedades leiteiras familiares, visitadas e acompanhadas para o conhecimento de suas características e a coleta de informações relacionadas à atividade leiteira. Para tal, foram considerados os dados antropométricos dos ordenhadores, os dados biométricos dos animais ordenhados, os dados relativos à produção de leite e as normas sanitárias e regulamentadoras. Quanto ao arranjo físico da instalação para a atividade leiteira, os resultados apresentados aqui contemplam as salas de espera e ordenha com fosso, a sala de leite/máquinas, o banheiro (BWC) e o escritório. O arranjo físico apresenta como vantagem a possibilidade de contribuir com melhorias nas condições e na organização do trabalho com eficiência produtiva.

Keywords:Ergonomics
milker
musculoskeletal symptoms
physical arrangement
workplace**PROPOSAL OF ERGONOMIC IMPROVEMENT AND OPTIMIZATION OF FACILITY FOR DAIRY ACTIVITY IN SMALL RURAL PROPERTIES****ABSTRACT**

Facilities ergonomically adapted to milkers in dairy farming can reduce their exposure to work-related hazards and thus positively contribute to their health and productivity. The aim of this study was to develop a proposal of ergonomic improvement in facilities used for milking on rural properties with familiar organization. Thus, a survey was undertaken on 14 family-run dairy farms that were visited and monitored to examine their characteristics and collect information related to dairy activities. There were considered anthropometric data of milkers, biometric data of milked animals, milk yield data, as well as sanitation and regulatory norms. The results presented in this work, regarding to the physical arrangement of the facility used for dairy milking, reached the waiting and pit-milking room, the milk/machinery room, the washroom and the office. An advantage of physical arrangement is the possibility of contributing with improvements in the conditions and organization of work through productive efficiency.

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira, oriunda da agricultura familiar, representa um segmento de grande importância econômica e social para o setor rural (CARVALHO *et al.*, 2015). Na conjuntura da pecuária leiteira, a ergonomia pode auxiliar em pesquisas relacionadas à transformação e ao aprimoramento das condições de trabalho. Estudos revelam que, nesse ramo, o trabalho muitas vezes é desenvolvido em situações inadequadas (OLIVEIRA *et al.*, 2014), o que acarreta riscos à saúde do ordenhador, principalmente alta prevalência de distúrbios musculoesqueléticos (OLIVEIRA *et al.*, 2017a; DOUPHRATE *et al.*, 2016a; KOLSTRUP & JAKOB, 2016; ONOFRI & MICHALOSKI, 2015).

Ainda que ordenhadeiras mecânicas sejam utilizadas nos postos de trabalho da atividade de ordenha, os ordenhadores são submetidos às posturas desconfortáveis, em sua maioria associadas à manipulação de cargas (OLIVEIRA *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2017a; COCKBURN *et al.*, 2015; HAYATI *et al.*, 2015; ULBRICHT *et al.*, 2014; SOARES *et al.*, 2013; MILANI & SOUZA, 2010). Além disso, alguns ordenhadores, quando não possuem uma sala de ordenha dotada de um fosso, precisam adotar a postura de agachamento, o que sobrecarrega os membros inferiores (OLIVEIRA *et al.*, 2013; HAYATI *et al.*, 2015).

No processo de ordenha, também são verificados transtornos nos pulsos e nas mãos (KOLSTRUP, 2012), além de outros segmentos corporais, conforme o estudo de Douphrate *et al.* (2016b), com alta prevalência de sintomas osteomusculares na extremidade superior, como na coluna vertebral e na região do ombro (OLIVEIRA *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2017a).

Além da prevalência de doenças ocupacionais, outras dificuldades ocorrem nas propriedades leiteiras, dentre as quais Oliveira *et al.* (2017b) destacam o fator infraestrutura com mais impacto negativo para a produção. Ressalta-se que as instalações são de grande importância para as propriedades leiteiras e quando, bem estruturadas, facilitam o manejo dos animais, influenciando diretamente na produtividade, no bem-estar do

animal e na diminuição da exaustão da atividade para o ordenhador, visto que a ergonomia organizacional contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações e dos produtos, bem como contribuir para a manutenção da integridade das pessoas, atuando na prevenção de acidentes e de doenças ocupacionais (TAKEDA *et al.*, 2016). Isso pode ser alcançado basicamente por três vias: aperfeiçoamento do sistema homem-máquina; alterações na forma de organizar o trabalho; melhoria das condições de trabalho (HOVDEN; ALBRECHTSEN; HERRERA, 2010).

No entanto, nem sempre as instalações são valorizadas pelos produtores devido ao custo elevado envolvido na sua construção, o que muitas vezes inviabiliza a execução por falta de recursos (JENTZSCH *et al.*, 2013). Mesmo com a necessidade de investimento financeiro, esse aspecto é um dos fatores que faz grande diferença na qualidade do leite produzido e na produtividade das propriedades (PAIXÃO, 2013).

Assim, faz-se necessário que as instalações sejam corretamente planejadas, utilizando das técnicas ergonômicas, procurando evitar o levantamento, transporte e descarga manual de cargas, sobrecarga muscular estática e movimentos repetitivos, conforme considerações mínimas para atender a Norma Regulamentadora 17 (NR 17) (BRASIL, 1990), a fim de reduzir exposição dos ordenhadores aos riscos ocupacionais, principalmente aos ergonômicos (OLIVEIRA *et al.*, 2017b), bem como a contaminação do leite. Para isso, é necessário que se desenvolvam propostas de arranjos físicos que prevejam adaptações antropométricas e psicofisiológicas aos ordenhadores, conforme descrito na NR 17. Assim, seria possível proporcionar conforto e segurança aos trabalhadores, ao mesmo tempo que se apresente uma proposta de fácil implantação, de baixo custo, com equipamentos e tecnologias automatizadas, visando aumentar tanto a eficiência como a segurança dos processos (OLIVEIRA *et al.*, 2013; MINETTI *et al.*, 2010).

Nesse contexto, objetivou-se com esta pesquisa apresentar uma proposta de melhoria ergonômica das instalações para a atividade leiteira em propriedades rurais com organização familiar, considerando os conceitos funcionais da ergonomia

para a melhoria das condições e da organização do trabalho com eficiência produtiva.

MATERIAL E MÉTODOS

Para determinar a altura do posto de trabalho (fosso) na sala de ordenha, foi necessário o conhecimento das características das propriedades leiteiras. A pesquisa abrangeu 14 propriedades rurais com mão de obra familiar, cuja produção principal é a pecuária leiteira. Estas propriedades estão localizadas em dois municípios (Araruna e Campo Mourão) do centro ocidental do estado do Paraná. Nessas propriedades, os 27 ordenhadores (produtores de leite e/ou trabalhadores) integrantes da família que trabalham com a atividade de leite foram entrevistados e, posteriormente, acompanhados em suas atividades de trabalho.

A coleta de dados foi realizada em três etapas:

(i) Na primeira etapa, foram realizadas visitas às propriedades leiteiras para coleta das seguintes informações: sistema de produção adotado; tamanho da propriedade e do rebanho; número de animais ordenhados; volume de produção; número de ordenhas realizadas por dia; equipamentos e utensílios para a ordenha e número de ordenhadores. Nessas visitas também foram identificados dados biométricos das vacas, tendo como valor médio: 140cm de altura, 69cm de largura e 2,21cm de comprimento;

(ii) Na segunda etapa, foi efetuado o levantamento de um conjunto de dados a respeito das estaturas dos ordenhadores no âmbito do estado do Paraná, que foram obtidos a partir da pesquisa de Ulbricht *et al.* (2014), composta por 1103 ordenhadores, considerada uma amostra significativa da região estudada. Assim, foi possível simular configurações do posto de trabalho (profundidade do fosso) na sala de ordenha, tendo em conta a distribuição das dimensões do corpo humano, conforme definidas pelo modelo matemático de Drillis *et al.* (1966); e

(iii) Na terceira etapa, foi elaborada uma proposta do arranjo físico (*layout*) da instalação para a atividade leiteira, com adaptação das condições antropométricas e de características psicofisiológicas dos ordenhadores na sala de ordenha conforme a NR-17. Para determinar a

profundidade do fosso da sala de ordenha, foi utilizado o coeficiente de altura em relação à profundidade do fosso (posto de trabalho) e altura dos ordenhadores para os percentis 5,50 e 95.

A altura de trabalho ideal para a atividade de ordenha (tarefa de fixação/conexão do conjunto de teteiras) foi apresentada em pesquisas anteriores, sendo sugerido que a profundidade do fosso nas salas do tipo espinha de peixe 30° é melhor quando o ombro está nivelado até o final dos tetos dos animais ordenhados (JAKOB *et al.*, 2012; COCKBURN *et al.*, 2015).

Para o cálculo da profundidade do fosso da sala de ordenha (Tabela 3), foi utilizada a equação (1) proposta por Jakob *et al.* (2012):

$$\text{Profundidade ideal do fosso (cm)} = \text{altura do ombro do ordenhador (cm)} - \text{média da base da altura do úbere (cm)} \quad (1)$$

Para dimensionar a sala de ordenha e elaborar a proposta do arranjo físico, foram considerados os padrões antropométricos dos ordenhadores em relação ao corpo na posição vertical (de pé).

Deve-se cuidar além da profundidade para que o fosso possibilite o posicionamento e movimentação adequada dos segmentos corporais, proporcionando ao ordenhador condições de boa postura, fácil alcance e visualização (BRASIL, 1990). –

Para determinação das especificações técnicas relacionadas à edificação da instalação, foram realizadas entrevistas com profissionais habilitados na área da construção civil, levando-se em consideração as normas técnicas específicas para este tipo de projeto e construção (MAPA, 2011). Além disso, para o detalhamento do arranjo físico da sala de ordenha, utilizou-se o *software* AutoCad versão 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O arranjo físico da instalação para a atividade leiteira deve ser dimensionado de acordo com o tamanho do rebanho, levando em consideração as características do clima, do solo e da topografia, bem como a estimativa de expansão produtiva,

os custos, a durabilidade e a funcionalidade da instalação.

Assim, a proposta do arranjo físico (*layout*) aqui apresentada foi baseada na média da amostra em termos do tamanho do rebanho (entre 30 e 40 animais) e na quantidade de animais ordenhados (entre 14 e 20 animais), com capacidade produtiva de aproximadamente 1000 litros diários e com uma projeção de 50% de expansão do tamanho do rebanho.

Para dimensionar a profundidade do fosso, conforme Tabela 1 (sala de ordenha), foram avaliadas as seguintes variáveis: (i) em relação ao ordenhador: altura do ordenhador (Tabela 2) e altura do ombro (Tabela 3) e (ii) em relação aos animais ordenhados: a altura média dos tetos até o nível do chão de 62 cm, com mínimo de 57 cm e máximo de 73 cm, em função do rebanho não possuir raça dominante.

Com relação ao tamanho da vaca, sabe-se que os dados biométricos destas são normalmente padronizados quando o rebanho apresenta raça dominante, conforme estudos de Douphrate *et*

al. (2016), Gómez *et al.* (2017), Cockburn *et al.* (2015) e Jakob e Liebers (2017). No entanto, dado que os animais das propriedades investigadas nesta pesquisa são rústicos (mestiços), trabalhou-se com a média dos dados biométricos destes animais.

Na sala de ordenha, a profundidade do fosso é de grande importância para a manutenção de uma posição de verticalidade durante as atividades no úbere (VOS, 1974). Contudo, a padronização é impossível, pois a profundidade do fosso depende do tamanho da vaca e da altura dos ordenhadores, uma vez que o cotovelo não deve atingir a borda do fosso.

Além da profundidade do fosso, outro aspecto que se deve levar em consideração com relação à estatura do ordenhador são as barras fixas de proteção, que devem ser adequadas à zona de visão. Estudos revelam que na maioria das propriedades leiteiras que adotavam sala de ordenha com fosso, as barras impediam a visualização do úbere pelo ordenhador, fazendo com que este desenvolvesse torção da região cervical para a visualização do campo de trabalho (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Tabela 1. Profundidade do fosso baseado nas variáveis da altura corporal dos ordenhadores

Variável	Profundidade do Fosso (cm)		
	5%	50%	95%
Geral	67,2	77,1	87,7
Homens	70,5	78,7	89,3
Mulheres	63,2	71,3	78,7

Tabela 2. Variáveis da altura corporal dos ordenhadores (número de indivíduos, percentis, mínimo e máximo)

Variável	Nº Indivíduos	Percentis Encontrados			Mínimo (cm)	Máximo (cm)
		5%	50%	95%		
Altura Corporal (cm)						
Geral	1103	158	170	183	120	199
Homens	790	162	172	185	120	199
Mulheres	313	153	163	172	150	179

Fonte: adaptado de Ulbricht *et al.* (2014).

Tabela 3. Percentis da altura do ombro baseado nas variáveis da altura corporal dos ordenhadores

Variável	Altura do ombro (cm)		
	5%	50%	95%
Geral	129,2	139,1	149,7
Homens	132,5	140,7	151,3
Mulheres	125,2	133,3	140,7

Contudo, tanto a altura da mureta quanto a das barras fixas de proteção devem ser adaptadas à estatura do ordenhador. Uma vez que nas propriedades leiteiras estudadas, a maioria possui dois trabalhadores com estaturas diferentes, sugere-se que a profundidade do fosso seja projetada com base no ordenhador de maior estatura. Assim, aquele que possui menor estatura pode utilizar um piso tipo estrado antiderrapante para o manejo dos animais durante a ordenha. Com relação às barras de proteção, estas devem ser móveis, de modo que possam ser adaptadas à estatura do ordenhador (detalhamento na Figura 1). Além disso, deve ser previsto na construção da mureta um espaço para colocação dos pés, a fim de que o ordenhador possa se aproximar da área de trabalho.

Para a construção (espaço físico) da instalação, devem ser considerados também os seguintes aspectos:

- **Localização:** a instalação deve ser construída em terreno com boas características de drenagem e exposto aos raios solares, de modo que a secagem do piso seja facilitada e a proliferação de organismos patogênicos seja minimizada. A instalação deve ser localizada em uma área que favoreça o conforto térmico para os animais e ordenhadores. Quanto às instalações complementares, recomenda-se que a construção seja localizada próxima aos pontos de energia elétrica, água potável e vias de fácil acesso para manejo do rebanho e movimentação de caminhões para coleta do leite. Deve-se prever área

para futuras ampliações.

- **Distribuição da infraestrutura:** refere-se às salas de espera, de ordenha, de leite/máquinas, banheiro (BWC) e escritório (instalação para a atividade leiteira). Visando proporcionar um bom rendimento da mão de obra, como também a movimentação dos insumos e do leite, a distância das instalações em relação ao pasto (piquetes) deve ser a menor possível, uma vez que as vacas para serem ordenhadas precisam ser deslocadas deste local (OLIVEIRA, 2006).

Tendo em vista os dados coletados e as considerações com relação à disposição arquitetônica, sugere-se o *layout* modelo espinha de peixe 30° (2x3 – 6 animais) com as seguintes características: área construída de **169,40 m²**, considerando a projeção da cobertura (beiral) e **130,65 m²** de área interna da instalação (Figura 2) dividida em: sala de espera de 21,15 m² para aproximadamente 10 animais; sala de ordenha de 73,77 m² (área em torno do fosso); fosso de 7,2 m² para dois ordenhadores; sala de leite/máquinas de 10,08 m² (onde fique localizado o tanque resfriador com a capacidade para 1000 litros de leite; bomba vácuo da ordenhadeira e a plataforma de embarque do leite); banheiro (BWC) de 3,60 m² e escritório de 7,5 m² (que também pode ter parte de seu espaço utilizado para armazenar medicamentos e vacinas). Os detalhes estão demonstrados tanto na Planta Baixa (Figura 2) quanto na elevação (Figura 3) e nos cortes esquemáticos (Figura 4).

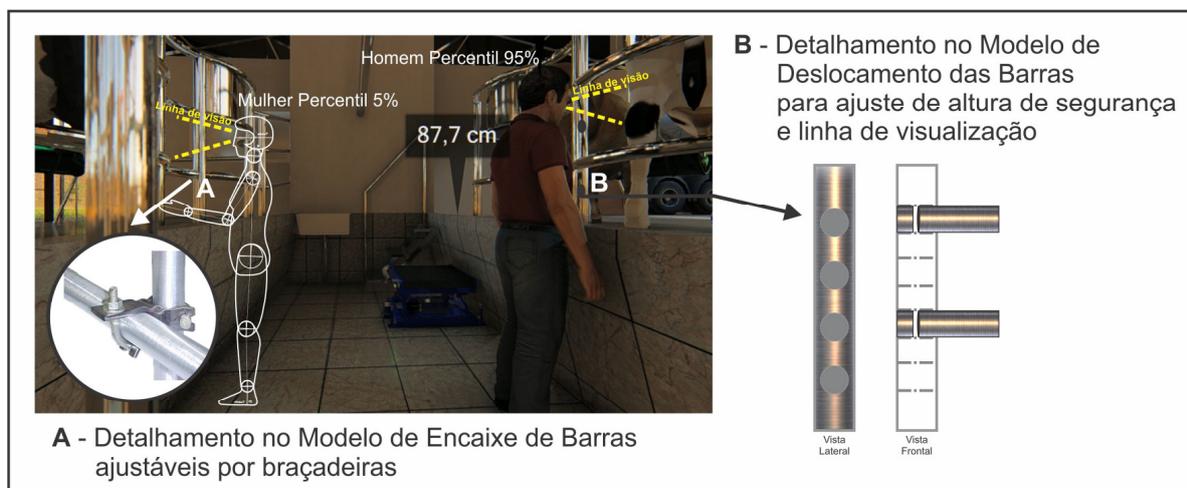


Figura 1. Detalhamento das barras de proteção da sala de ordenha (fosso).

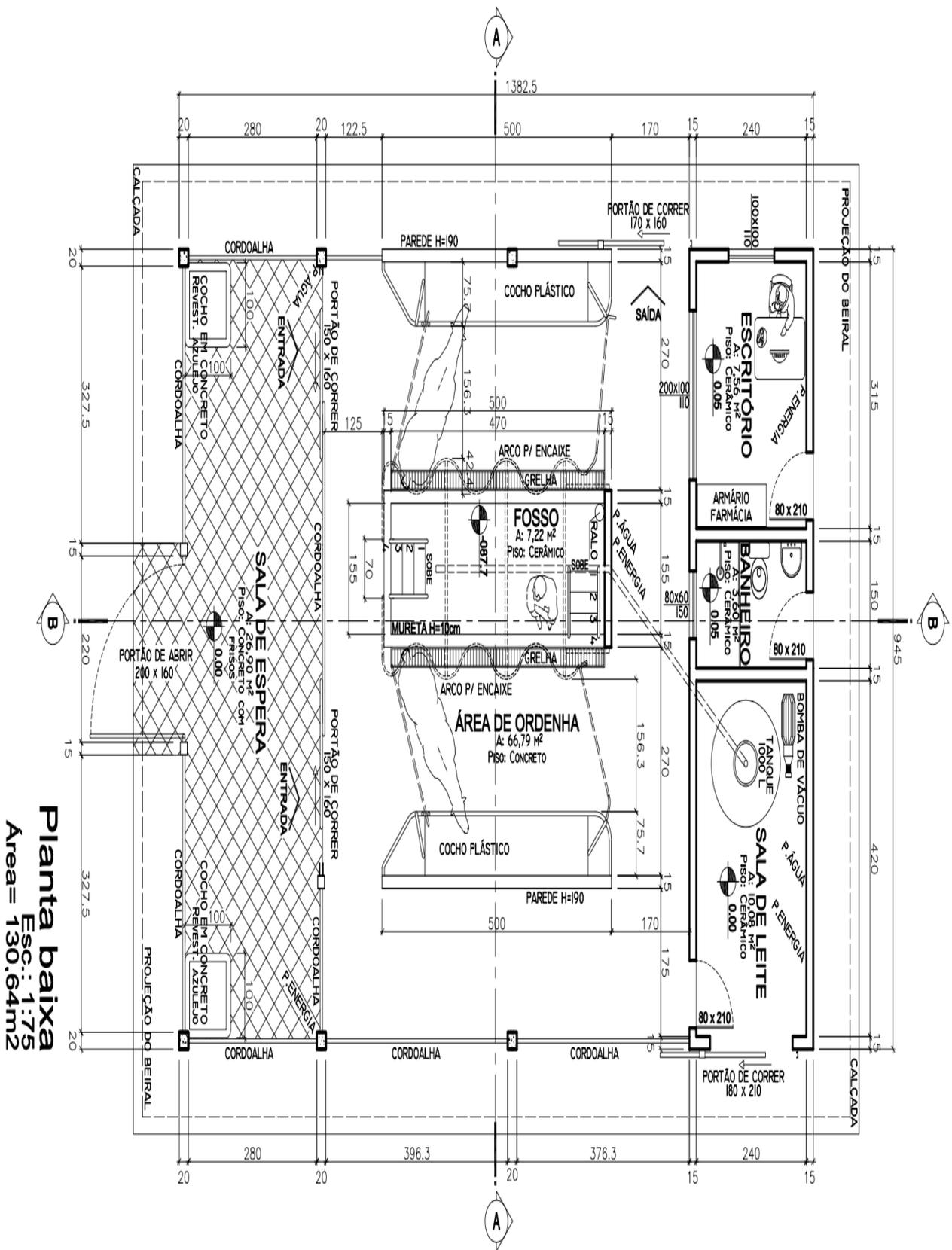


Figura 2. Planta baixa da instalação para a atividade leiteira.

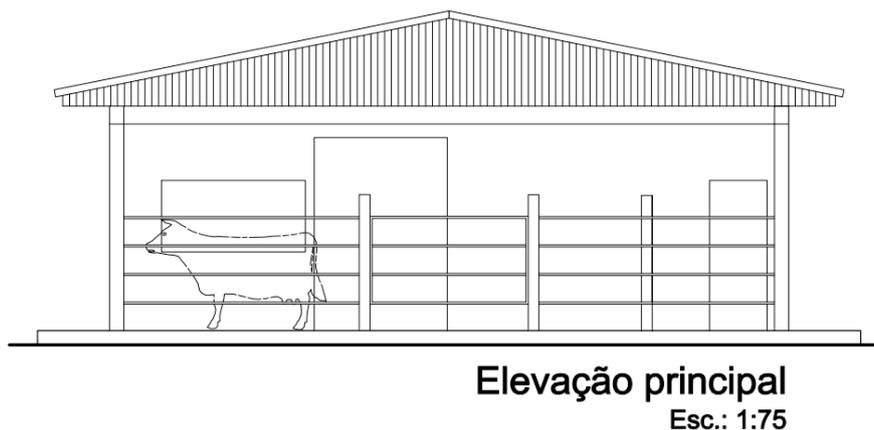


Figura 3. Elevação da instalação para a atividade leiteira.

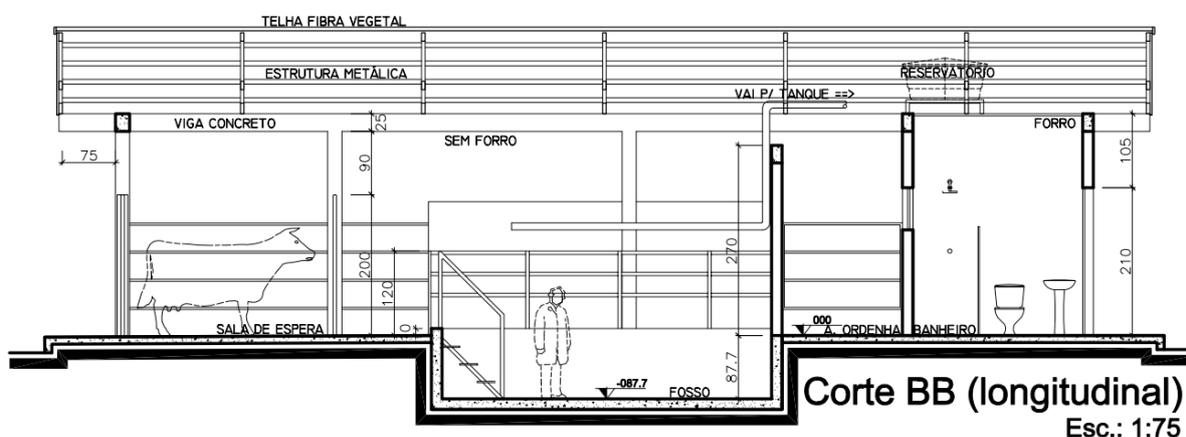
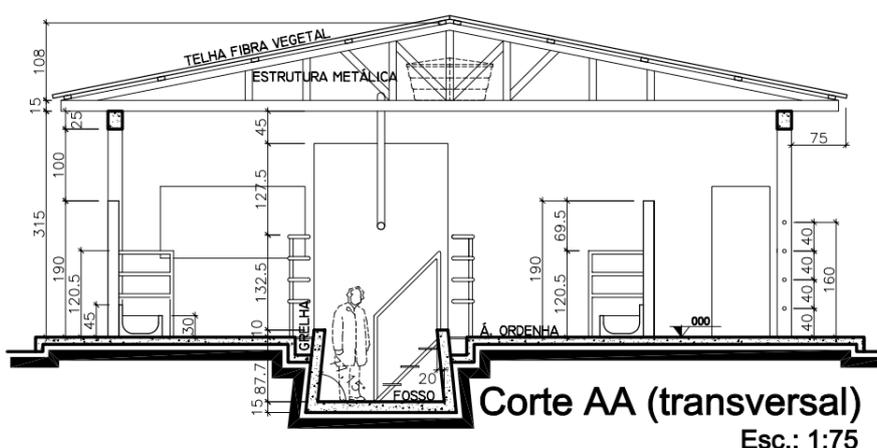


Figura 4. Corte transversal (AA) e corte longitudinal (BB) da instalação proposta.

Para a execução da instalação leiteira proposta, é necessário avaliar as condições do terreno (sondagem do solo) e desenvolver o projeto estrutural, elétrico e hidro sanitário, de acordo com o tamanho e especificações dos materiais. Deve-se consultar um profissional habilitado para o desenvolvimento dos projetos. Entretanto, para termos uma ideia da infraestrutura, fechamento e acabamento, relata-se abaixo um levantamento aproximado:

- **Fundação:** estaca broca com diâmetro (\varnothing) de 2 cm e profundidade de 3,00 m, preenchida com concreto, com resistência característica à compressão (f_{ck}) de 25 MPa arranque e esperas $L = 2,00$ m com armadura em aço de 4 \varnothing 10,00 mm estribados e armadura \varnothing 4,20 mm a cada 15 cm;
- **Viga Baldrame:** 15x30 cm com 4 \varnothing 3/8" estribado a cada 15 cm \varnothing 4,2 mm para área de alvenaria e vigas de contorno;

- **Pilares:** o pé direito é de 3m, conforme Figura 4. Os pilares são de dois tipos: os que suportam as estruturas de cobertura (metálica) e de fechamento das alvenarias e os internos à área de ordenha (H = 1,9 m). Devem ser feitos em concreto armado (20x20 cm – 3 m e 15x15 cm – 1,90 m), fck 25 MPa, armadura de 4 Ø 3/8” estribados a cada 15 cm com Ø 4,2 mm nas áreas de alvenaria;

- **Cobertura:** estrutura de tesouras treliçadas metálicas em duas águas soldadas/montadas *in loco*, cobertas com telhas tipo fibra vegetal com inclinação de no mínimo 15%;

- **Parede e estrutura:** para as paredes de alvenaria nas áreas da sala de leite, banheiro (BWC) e escritório, propõe-se a execução com tijolos cerâmicos de 06 furos, assentados de 1/2 vez (10 cm) com argamassa de cimento, cal e areia, revestidos com argamassa (chapisco + emboço) e reboco;

- **Fosso:** baseado nas medidas encontradas da profundidade do fosso (Tabela 3), como altura de trabalho ideal para a extração do leite e considerando estatura da amostra geral (incluindo homens e mulheres) do percentil 95, determinou-se que o fosso deve ser rebaixado 87,70 cm em relação ao nível da sala de ordenha para ordenhadores com estatura de 1,83 m (outras estaturas, dimensionar o fosso baseado na Tabela 1), tendo uma borda em sua parte superior em ambos os lados de 10cm acima do piso da sala de ordenha (Figura 5). Esse fosso deverá ter revestimento cerâmico em suas paredes e piso com características antiderrapantes, obedecidas as características higiênico-sanitárias legais (CERIGUELI, 2013), contando ainda com ralo para limpeza e duas escadas para melhor uso/trânsito no espaço. Além destes, sugere-se a aquisição de elevador hidráulico e portátil para o levantamento dos latões com leite, para evitar o transporte de cargas pela escada. Desta forma, evita-se sobrecarga física para o ordenhador para atender os requisitos da NR-17 (item 17.2.2.). A parede, localizada em uma das extremidades, deverá ser construída com altura de 2,70 m para fixação da canalização em linha média central dos acessórios da ordenhadeira, tais como: unidade final e aerador, bomba de leite, tubulação de transferência e vacuômetro;

- **Forro:** de PVC (do inglês, *Polyvinyl chloride*) nas áreas da sala de leite, banheiro (BWC) e escritório;

- **Esquadrias:** esquadrias da sala de leite, banheiro (BWC) e escritório devem ser conforme modelo comercial, seguindo medidas do projeto, em metal e com vidro liso. As portas devem ser em madeira, fixadas com parafusos em batentes de madeira, com fechaduras cromadas;

- **Escadas:** as escadas de acesso ao fosso devem ser metálicas e com corrimão em ambos os lados, atendendo as normas vigentes;

- **Piso:** contrapiso em concreto com espessura de 5cm, fck 20 MPa polido feito em cima de lastro de brita compactada, inclinação de 1,5 % em direção à parte externa da construção, sendo ele concretado em panos de 3x3 com juntas de dilatação. O piso bruto da sala de espera deve ser quadriculado numa faixa 0,50x0,50 cm, tendo entre ela frisos de 5 cm de largura com 1,3 cm de profundidade. A execução dos demais pisos deverá ser feita de material cerâmico com características antiderrapantes no fosso, sala de leite, banheiro e escritório;

- **Calçada externa:** em concreto desempenado com espessura de 5 cm e fck 20 MPa sobre lastro de brita apiloado, inclinação de 1,5 % em direção à parte externa da construção, sendo concretado em panos de 3x3 com juntas de dilatação;

- **Instalações hidro sanitárias:** a alimentação da rede de água fria se dará por uma caixa d'água com reservatório de 500 litros, armazenada em cima do forro do banheiro (BWC) e canalizada por tubos de PVC de Ø 25 mm até o destino necessário. A parte de rede de esgoto deverá ter a tubulação principal em PVC Ø 100 mm e as secundárias com 50 mm que saem de seus determinados pontos/ralos, ligando-se às caixas de inspeção de esgoto, encaminhado posteriormente para a fossa séptica e depois para o sumidouro. Na área de ordenha, deverão ser instaladas grelhas para a coleta dos resíduos das vacas;

- **Instalações elétricas:** a alimentação se dá por meio da rede de circuitos que saem do quadro de distribuição, com a utilização de espaçadores/isoladores em PVC, fixados na estrutura metálica da cobertura com derivações que conduzem energia para as lâmpadas e tomadas, tendo os materiais e

pontos dispostos de acordo com normas técnicas vigentes;

- **Instalações dados e telefônicas:** vem da rede de telefonia por meio de um condutor de PVC flexível Ø 20 mm para atender o escritório. Estão contidas na rede de telefonia a parte de telefone e *internet*, sendo os materiais e pontos dispostos de acordo com normas técnicas vigentes para tal finalidade;

- **Cordoalha:** deverá ser executada com cano galvanizado Ø ¼” com quatro linhas nas alturas de 40, 80, 120 e 160 cm, respectivamente, estando nas partes laterais e frontais das salas de espera e ordenha;

- **Portões:** deverão ser metálicos (canos galvanizados), de abrir na sala de espera e de correr nas demais áreas, com dimensões indicadas em projeto;

- **Contensão:** kit contensão com arranjo duplo seis (2x3), com capacidade de 6 animais para a sala de ordenha em cano galvanizado e estrutura do tipo espinha de peixe 30°, com cano curvo e chapa de proteção, arcos para encaixe de metálicos dispostos ao lado do fosso, tendo ainda cambão de entrada em forma de guilhotina e fechamento automático;

- **Cochos bebedouros:** dois cochos de concreto azulejados internamente com dimensão de 1,00x1,00m e capacidade de 640 litros cada um.

No arranjo físico proposto, a instalação possui uma estrutura parcialmente aberta (sala de espera e ordenha), sendo este local isolado com pilares e cordoalha de aço. Essa projeção possui a finalidade de reduzir custos com a construção quando comparada com outras edificações convencionais disponíveis no mercado, além do fato de que o ambiente aberto proporciona maior circulação do ar e a entrada de sol, o que permite a secagem do piso.

Jentzsch *et al.* (2013) evidenciaram que o custo elevado na construção de instalações rurais pode inviabilizar para o agricultor a implementação e desestimulá-lo. Contudo, em uma proposta como essa, deve ser considerada também a manutenção da saúde dos trabalhadores e a melhoria da qualidade do leite produzido, o que a longo prazo pode compensar o custo do investimento.

Com relação aos aspectos ergonômicos (físico e organizacional), na proposta do arranjo físico da instalação, foram consideradas as Norma Regulamentadora 36 e Norma Regulamentadora 17 (BRASIL, 2013 e 1990) que tratam a respeito da segurança e saúde no trabalho realizado exclusivamente em pé (item 36.2.7.) e ergonomia. Assim, a proposta elaborada atende aos requisitos mínimos da NR-36 e NR-17, além de outros

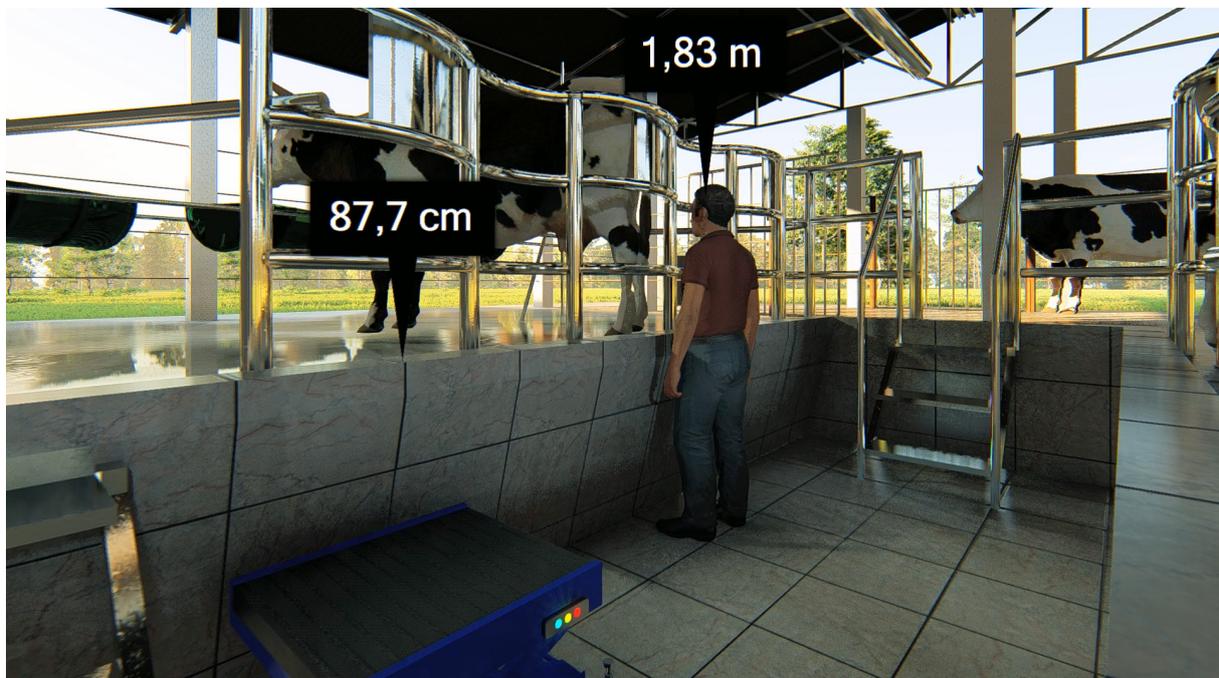


Figura 5. Profundidade do fosso rebaixado 87,70 cm em relação ao nível da sala de ordenha para ordenhadores de estatura com percentil 95 (1,83 m).

aspectos ergonômicos, tais como:

- a) largura e posicionamento dos corredores e movimentação dos portões compatíveis com a edificação e finalidade;
- b) profundidade do fosso (posto de trabalho) ergonomicamente adaptada às estaturas dos ordenhadores, com zonas de alcance horizontal e vertical, espaço suficiente para as pernas e pés na base do plano de trabalho, permitindo que o trabalhador se aproxime o máximo possível do ponto de operação (tetos das vacas) e possa posicionar completamente a região plantar, favorecendo a adoção de posturas adequadas e evitando amplitudes articulares excessivas, como: elevação dos ombros, extensão excessiva dos braços e da nuca, flexão ou torção da coluna vertebral;
- c) facilidade na movimentação dos animais;
- d) áreas de trabalho e de circulação dimensionadas de forma a permitir a movimentação segura e fácil dos animais, materiais e ordenhadores;
- e) ambiente com fácil higienização e com sistema de escoamento de água e resíduos.

A proposta do arranjo físico da instalação para a atividade visa proporcionar melhorias tanto nas condições e desempenho do trabalho dos ordenhadores, como no bem-estar dos animais, uma vez que ambos influenciam no processo de ordenha quanto aos aspectos de consistência e produtividade da atividade leiteira.

A proposta apresentada leva em consideração, além do dimensionamento de um posto de trabalho ideal para os ordenhadores durante a atividade de ordenha, a eficiência e produtividade da instalação, uma vez que esta atividade envolve interações entre as vacas, o equipamento de ordenha/ambiente e os ordenhadores (DOUPHRATE *et al.*, 2017b). Ademais, a qualidade do desempenho da atividade de ordenha tem o potencial de influenciar na produtividade da sala de ordenha, na produção de leite e na saúde dos animais ordenhados. Ressalta-se ainda que uma rotina de ordenha inconsistente ou incorreta pode prolongar a descida do leite da vaca, aumentar o tempo de ordenha, afetando negativamente na saúde dos tetos dos

animais e reduzindo o volume de extração do leite (DOUPHRATE *et al.*, 2016b).

Assim, são necessários equipamentos, ferramentas e utensílios para auxiliar na segurança do ordenhador e melhorias nas condições de trabalho devem ser consideradas. Recomenda-se que as propriedades leiteiras também adotem equipamentos, ferramentas e utensílios para as rotinas do trabalho e manejo do rebanho em lactação, tais como:

- i. ordenhadeiras mecânica e canalizada (dutos de leite) com a ordenhadeira 1x3 compactada, ou seja, com três conjuntos (coletor e teteiras) de ordenha e medidores de leite, linha média de vácuo e de leite, com controle eletrônico da pulsação e programador de limpeza (batedor para higienização). Esse tipo de sistema de ordenha possui baixo investimento se comparado com ordenhadeira canalizada 2x3, assim, para o início, o investimento poderá ser amortizado;
- ii. tanque de plástico para higienização das mãos e outros utensílios;
- iii. seis cochos de alimentação para a sala de ordenha com materiais de plástico (três barris de plástico entre 50 a 100 litros cortados ao meio), utilizando da estrutura de sustentação em cano galvanizado do kit de contenção;
- iv. tanque resfriador com capacidade para 1000 litros, podendo variar conforme o volume de produção da propriedade leiteira;
- v. elevador hidráulico e portátil para o levantamento dos latões com leite, caso ocorrer defeitos no sistema de ordenha ou impossibilidade do ordenhador utilizar a escada do fosso;
- vi. piso estrado antiderrapante para o ordenhador que tiver baixa estatura, comparada com o dimensionado no fosso;
- vii. mini silo para armazenar as rações e concentrados;
- viii. compressor e vap para higienização do local de trabalho;
- ix. biodigestor para auxiliar na formação da pastagem para os animais;

- x. pá com rodinhas tipo *free stall* para facilitar a remoção de dejetos dos animais.

capacidade para 130 quilogramas, está estimado em torno de R\$ 111.571,02, conforme orçamentos realizados.

Com relação ao sistema de ordenhadeira mecânica, em função dos custos relacionados ao investimento, em substituição a este sistema, o produtor tem a opção de implantar a ordenha com balde ao pé. No entanto, devido à manipulação de cargas, a adoção do sistema de ordenha com balde ao pé acarreta prevalência de doenças ocupacionais no sistema musculoesquelético, principalmente na coluna vertebral (região da lombar) dos ordenhadores, conforme evidenciado na pesquisa de Oliveira *et al.* (2017a, 2013), Onofri & Michaloski (2015) e Milano (2014). Desse modo, recomenda-se a obtenção de transferidor de leite ou elevador hidráulico para não haver manipulação dos baldes de leite.

A identificação dos investimentos necessários à implantação da instalação para a atividade leiteira, conforme proposto neste estudo, foi efetuada em três etapas: i) investimentos em fundação, contrapiso e paredes de alvenaria; ii) investimentos em cobertura com telhas de fibra vegetal e estrutura metálica, supra-estrutura (baldrame, pilares e vigas superiores), kit contensão para a sala de ordenha, duas escadas para o fosso com corrimão, portões em cano galvanizado e cordoalhas com acessórios e colocação e iii) investimentos em ordenhadeira mecânica canalizada 1x3 compacta com bomba vácuo e respectivos motores. Os valores dos investimentos são apresentados na Tabela 4.

O custo de investimento para a construção dessa proposta com o kit contensão e ordenhadeira mecânica canalizada (três animais), para a sala de ordenha e o elevador hidráulico portátil com

CONCLUSÃO

- Na atividade leiteira, a instalação das propriedades influencia no cotidiano dos ordenhadores, na organização do trabalho, na produtividade e no bem-estar dos animais. Dessa forma, os resultados apresentados neste estudo contemplam o arranjo físico da instalação para a atividade leiteira, visando gerar um impacto positivo para a atividade, de modo a contribuir com melhorias nas condições de trabalho, tendo em vista que o posto de trabalho na sala de ordenha (fosso) demonstra adaptações ergonômicas. Assim, a projeção pode evitar a necessidade do ordenhador em adotar posturas constrangedoras e manipulação de cargas, o que pode proporcionar segurança, saúde, conforto, bem-estar e eficiência dos trabalhadores que atuam na atividade de leite, o que influenciará na rentabilidade da operação.
- Um fator limitante deste estudo é a viabilidade voltada às questões econômicas e financeiras, pois não foi verificado o tempo de retorno para a implementação. Porém, elaborou-se o arranjo físico da instalação com estruturas de baixo custo que não influenciam negativamente na qualidade da edificação, com o intuito de proporcionar uma opção viável para os produtores de leite. Assim, os benefícios devem ser ponderados em relação ao custo de capital a ser investido.

Tabela 4. Orçamento de investimento para a implantação da instalação para a atividade leiteira e equipamentos

Descrição	Valor (R\$)
Construção da fundação, contra piso e áreas de alvenaria	41.351,00
Cobertura com estrutura metálica, supra-estrutura, kit contensão para a sala de ordenha, duas escadas para o fosso com corrimão, portões em cano galvanizado e cordoalhas com acessórios e colocação	33.413,20
Ordenhadeira mecânica canalizada 1x3 compacta	36.216,92
Elevador hidráulico portátil com capacidade para 130Kg	589,90
TOTAL	111.571,02

- A proposta de instalação aqui apresentada poderia ser implementada em propriedades leiteiras de organização familiar que possuem características similares às consideradas neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE n.º 555, de 18 de abril de 2013. **Norma Regulamentadora 36**. Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados. Diário Oficial da União, 19 abr., 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE n.º 3.751/90, de 23 de novembro de 1990. **Norma Regulamentadora 17**. Ergonomia. Diário Oficial da União, 1990.

CARVALHO, C.O.; SANTOS, A.C.; CARVALHO, G.R. Rede Brasil rural: inovação no contexto da agricultura familiar. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.8, n.1, p.79-94, 2015.

CERIGUELI, M.J. **NR-36**: Norma regulamentadora de segurança e saúde no trabalho em empresas de abate e processamento de carnes e derivados. São Paulo: LTr, 2013.

COCKBURN, M.; SAVARY, P.; KAUCHE, M.; SCHICK, M.; HOEHNE-HÜCKSTÄDT, U.; HERMANN, I.; ELLEGAST, R. Improving ergonomics in milking parlors: Empirical findings for optimal working heights in five milking parlor types. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.2, p.966-974, 2015.

DOUPHRATE, D.I.; FETHKE, N.B.; NONNENMANN, M.W.; RODRIGUEZ, A.; HAGEVOORT, R.; PORRAS GIMENO RUIZ DE PORRAS, D.G.R. Effect of a novel teat preparation system on upper extremity muscle activity among U.S. large-herd dairy parlor workers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 56 (Supplement C), p. 161-169, 2016a. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.10.003>

DOUPHRATE, D.I.; NONNENMANN, M.W.; HAGEVOORT, R.; PORRAS, G.R.D. Work-Related Musculoskeletal Symptoms and Job Factors among Large-Herd Dairy Milkers. **Journal of Agromedicine**, v.21, n.3, p.224-233, 2016b.

DOUPHRATE, D.I.; PORRAS, G.R.D.; NONNENMANN, M.W.; HAGEVOORT, R.; REYNOLDS, S.J.; RODRIGUEZ, A.; FETHKE, N.B. Effects of milking unit design on upper extremity muscle activity during attachment among U.S. large-herd parlor workers. **Applied Ergonomics**, 58(Supplement C), p.482-490, 2017a. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.08.008>

DOUPHRATE, D.I.; FETHKE, N.B.; NONNENMANN, M.W.; RODRIGUEZ, A.; HAGEVOORT, R.; PORRAS, D.G.R. Full-shift and task-specific upper extremity muscle activity among US large-herd dairy parlour workers. **Ergonomics**, v.60, n.8, p.1042-1054, 2017b. <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2016.1262464>

DRILLIS, R.; CONTINI, R.; BLUESTEIN, M. **Body segment parameters**. Research Division, NY: New York University, School of Engineering and Science, 1966.

GÓMEZ, Y.; TERRANOVA, M.; ZÄHNER, M.; HILLMANN, E.; SAVARY, P. Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.2, p.1331-1339, fev. 2017. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11589>

HAYATI, A.; MARZBAN, A.; ASOODAR, M.A. Ergonomic assessment of hand cow milking operations in Khuzestan Province of Iran. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v.17, p.140-145, 2015.

HOVDEN, J. ALBRECHTSEN, E.; HERRERA, I.A. Is there a need for new theories, models and approaches to occupational accident prevention? **Safety Science**, v.48, n.8, p.950-956, 2010.

JAKOB, M.; LIEBERS, F.; BEHRENDT, S. The effects of working height and manipulated weights on subjective strain, body posture and muscular

activity of milking parlor operatives - Laboratory study. **Applied Ergonomics**, v.43, n.4, p.753-761, 2012.

JAKOB, M.C.; LIEBERS, F. Comparison of 2 recommendations for adjusting the working height in milking parlors. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.8, p.1-11, 2017. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12034>

JENTZSCH, R.; BAÊTA, F.C.; TINÔCO, I.D.F.F.; DAMASCENO, F.A.; OSÓRIO, J.A. Parâmetros arquitetônico-ambientais para construção e testes em modelos reduzidos, representativos de galpões avícolas, com base em similitude. **Engenharia na Agricultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.19-30, 2013.

KOLSTRUP, C. Work-related musculoskeletal discomfort of dairy farmers and employed workers. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**, v.7, p.1-9, 2012.

KOLSTRUP, C.L.; JAKOB, M. Epidemiology of Musculoskeletal Symptoms Among Milkers and Dairy Farm Characteristics in Sweden and Germany. **Journal of Agromedicine**, v.21, n.1, p.43-55, 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 62**, de 29 de dezembro de 2011.

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

MILANO, D.F. **Condições de saúde e trabalho de produtores rurais na atividade leiteira na região do noroeste do Rio Grande do Sul**. 116f. Dissertação (mestrado) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Campus Ijuí). Ijuí-RS, 2014.

MINETTE, L.J.; SILVA, E.P.; SOUZA, A.P.; HERMSDORSS, W.L. Avaliação ergonômica do protótipo de um motocoveador hidráulico, utilizado em atividades de silvicultura florestal. **Engenharia na Agricultura**, v.18, n.6, p.488-495, 2010.

OLIVEIRA, C.C.; BAZAN, A.A. GONTIJO, L.A.; MORO, A.R.P.; ULBRICHT, L. **Ergonomic Evaluation of the Cluster during Teat**. In: P.M. Arezes et al. (Org.), Occupational Safety and Hygiene II. London: CRC Press - Taylor & Francis Group, p.131-136, 2014.

OLIVEIRA, C.C.; MERINO, E.A.D.; MORO, A.R.P.; ULBRICHT, L. Determination of the lifting index (LI) of NIOSH equation in milkings manual activity in rural properties in COMCAM region, Brazil. **Espacios**, n.34, v.12, 2013.

OLIVEIRA, C.C.; MORO, A.R.P.; ULBRICHT, L. Identificação dos Itens de Demanda Ergonômica em Propriedades Rurais Leiteiras. In: VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO, Ponta Grossa – PR. **Anais... CONBREPRO 2016 - Engenharia de Desenvolvimento de Produto**. Ponta Grossa – PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Ponta Grossa, 2016.

OLIVEIRA, C.C.; ULBRICHT, L.; MORO, A.R.P. Avaliação da exposição dos trabalhadores da pecuária leiteira aos riscos ocupacionais. **Revista Uniandrade**, v.18, p.1-15, 2017a.

OLIVEIRA, C.C.; MORO, A.R.P.; ULBRICHT, L. Ergonomia aplicada à organização do trabalho da pecuária leiteira em pequenas propriedades no Paraná. **Perspectivas Contemporâneas**, v.12, n.3, p.193-214, 2017b.

OLIVEIRA, P.P.A. **Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros, em sistemas de pastejo rotacionado**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006 (Comunicado Técnico). Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Comunicado65.pdf>>. Acesso em 04 agosto de 2016.

OLIVEIRA, C. C.; DAVI, L. B. D.; GONTIJO, L. A. Análise Ergonômica do Trabalho na Atividade Leiteira. In: XVIII Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 2011, Bauru. **Anais - SIMPEP**. Bauru/SP: UNESP, 2011.

ONOFRI, L.; MICHALOSKI, A. O. Survey of environmental risks in dairy farming in Brazil. **Espacios**, v.36, n.9, 2015.

PAIXÃO, M.G. **Caracterização de propriedades leiteiras localizadas na região do Alto do Rio Grande e fatores associados à qualidade higiênico-sanitária do leite no período de 2011-2012**. 237f. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2013.

SOARES, S.O.; OAIGEN, R.P.; BARBOSA, J.D.; OLIVEIRA, C.M.C.; ALBERNAZ, T.T.; DOMINGUES, F.N.; MAIA, J.T.S.; CHRISTMANN, C.M. Perfil dos produtores de leite e caracterização técnica das propriedades leiteiras dos municípios de Rondon do Pará e Abel Figueiredo, Estado do Pará. **Veterinária em Foco**, v.10, n.2, p.159-168, 2013.

TAKEDA, F.; MERINO, E.A.D.; MERINO, G.S.A.D.; MORO, A.R.P.; DIAS, N.F. Avaliação dos indicadores de acidentes de trabalho como proposta de intervenções ergonômicas em um abatedouro de frangos. **Revista Produção Online**, v.16, n.1, p.182-209, jan./mar. 2016.

ULBRICHT, L.; ROMANELI, E.F.R.; STADNIK, A.M.W.; MALDANER, M.; NEVES, E.B. **Prevalence of Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSD) Symptoms among Milkers in the State of Paraná, Brazil**. In: Arezes PM et al. (Org.). Occupational Safety and Hygiene II. London: CRC Press - Taylor & Francis Group, p.57-61, 2014.

VOS, H.W. Some ergonomic aspects of parlour milking. **Canadian Agricultural Engineering**, v.16, n.1, p.45-48, 1974.