

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

FLÁVIO APARECIDO DOS SANTOS

**ESTUDO DA AUTOMAÇÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA NA CIDADE DE
ARAPOTI**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2019

FLÁVIO APARECIDO DOS SANTOS

ESTUDO DA AUTOMAÇÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA NA CIDADE DE ARAPOTI

Monografia de Especialização, apresentada ao Curso de Especialização em Automação Industrial, do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Massulini Acosta

CURITIBA
2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Curso de Especialização em Automação Industrial



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DA AUTOMAÇÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA NA CIDADE DE ARAPOTI

por

FLÁVIO APARECIDO DOS SANTOS

Esta monografia foi apresentada em 26 de Novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Automação Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Simone Massulini Acosta
Orientadora

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas
Membro titular

Prof. M. Sc. Omero Francisco Bertol
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho a meu Pai (*in
memorian*) que será sempre um exemplo
para mim, minha Mãe, minha futura
esposa e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, sem ele nada seria possível acontecer até o momento, acredito que para tudo que acontece ao nosso redor sempre existe uma força maior no controle.

Aos meus pais, que são a minha fonte de inspiração meu Pai Diomiro (*in memorian*) e minha Mãe Edite, que sempre que possível fizeram de tudo para realização de vários sonhos me apoiando de toda que é forma possível, sempre suportando a falta de minha presença no tempo que me desprendo aos estudo para uma melhor formação acadêmica.

A minha namorada que me auxilia sempre, que me apoia e incentiva com total compreensão desde o início até a conclusão deste trabalho.

A minha professora e orientadora Simone Massulini Acosta por ter aceitado este desafio, me auxiliando, propondo sugestões e mostrando os caminhos a serem seguidos na elaboração deste trabalho.

“O segredo do sucesso é saber algo que
ninguém saiba”.

(Aristóteles)

RESUMO

SANTOS, F. A. **Estudo da automação na pecuária leiteira na cidade de Arapoti**. 2019. 51 p. Monografia de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Atualmente, o agronegócio vem se destacando no cenário nacional, e uma das atividades em destaque é a produção de leite. A pecuária leiteira está em crescimento e vem passando por modernização para se tornar mais competitiva no mercado. A automação é uma solução que surge para suprir a falta de mão de obra no campo, que nos dias atuais está cada vez mais escassa. A automação é aplicada em várias atividades da pecuária leiteira, como no processo de ordenha, na identificação de animais, na limpeza dos ambientes e dos animais e em outras atividades que auxiliam no manejo correto do rebanho. Com a utilização da automação ocorrem vários benefícios, entre eles a melhoria da qualidade do produto final (leite) ao consumidor e maior lucratividade ao produtor. Este trabalho tem como objetivo realizar o estudo da automação na pecuária leiteira da cidade de Arapoti, enfatizando os equipamentos e sistemas de automação encontrados nas propriedades e os benefícios proporcionados aos produtores. A partir deste estudo verificou-se que quanto mais equipamentos de automação estiverem instalados nas propriedades, maior é a produção e, em consequência, maiores são os lucros. Através dos benefícios proporcionados pelo uso de equipamentos de automação na atividade leiteira, principalmente nos processos de ordenha, constatou-se que investir em tecnologias da área de automação permite que o produtor diminua os custos de sua produção e proporcione melhores condições para a execução das atividades do processo.

Palavras-chave: Agronegócio. Pecuária Leiteira. Ordenha. Automação.

ABSTRACT

SANTOS, F. A. **Study of automation in dairy farming in the city of Arapoti**. 2019. 51 p. Monografia de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Nowadays, agribusiness has been standing out in the national scenario, and one of the featured activities is milk production. Dairy farming is growing and undergoing modernization to become more competitive in the market. Automation is a solution that arises to fill the labor shortage in the field, which is becoming increasingly scarce these days. Automation is applied in various activities of dairy farming, such as the milking process, identification of animals, cleaning of environments and animals and other activities that assist in the correct management of the herd. With the use of automation, there are several benefits, including improved quality of the final product (milk) to the consumer and greater profitability to the producer. This work aims to carry out the study of automation in dairy farming in the city of Arapoti, emphasizing the automation equipment and systems found in the properties and the benefits provided to producers. From this study it was found that the more automation equipment is installed on the properties, the higher the production and, consequently, the higher the profits. Through the benefits provided by the use of automation equipment in the dairy industry, especially in the milking process, it was found that investing in automation technology enables the producer to lower production costs and provide better conditions for carrying out the activities. of the process.

Keywords: Agribusiness. Dairy Farming. Milking. Automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Controle de gado leiteiro	19
Figura 2 - Sistema de controle para identificação de animais Lely T4C InHerd	21
Figura 3 - Ordenha espinha de peixe	23
Figura 4 - Ordenha <i>side by side</i>	24
Figura 5 - Ordenha Carrossel.....	27
Figura 6 - Levantamento dos maiores produtores de leite de 2018	37
Figura 7 - Rebanho de vacas leiteiras do município de Arapoti	38

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Colar eletrônico utilizado para a identificação do animal	21
Fotografia 2 - Sistema ordenha balde ao pé	22
Fotografia 3 - Ordenha <i>side by side</i> em funcionamento	25
Fotografia 4 - Exemplo de uso de IHM e CLP montados em painel de comando	26
Fotografia 5 - Ordenha carrossel.....	28
Fotografia 6 - Medidor de leite.....	29
Fotografia 7 - Ordenha robótica	30
Fotografia 8 - Tela do sistema de ordenha robótica	31
Fotografia 9 - Colar eletrônico no momento da leitura para a identificação do animal	32
Fotografia 10 - Sensor atuando para encaixe das teteiras no animal	33
Fotografia 11 - Câmera com visão 3D para encaixe das teteiras no animal	33
Fotografia 12 - Escova rotativa.....	35
Fotografia 13 - Raspador automático de dejetos.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens do uso de cada equipamento	43
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor bruto da produção da pecuária no Brasil em 2018	16
Tabela 2 - Dados coletados na pesquisa	39
Tabela 3 - Equipamentos utilizados nas propriedades pesquisadas	41
Tabela 4 - Tipo de ordenha, produção média das vacas e equipamentos instalados	42
Tabela 5 - Custos para implantação de sistemas de ordenha automatizada	44

LISTA DE SIGLAS

AMS	Sistema de Ordenha Automático (do inglês <i>Automatic Milking System</i>)
CLP	Controlador Lógico Programável
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHM	Interface Homem Máquina
km/h	quilômetro por hora
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PIB	Produto Interno Bruto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
VMS	Sistema de Ordenha Voluntário (do inglês <i>Voluntary Milking System</i>)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 O AGRONÉGOCIO BRASILEIRO E A AUTOMAÇÃO	15
2.2 AUTOMAÇÃO NA PRODUÇÃO DE LEITE	17
2.2.1 Sistemas de Gestão	18
2.2.2 Controle Automatizado e Identificação de Animais	20
2.2.3 Ordenha Balde ao Pé	22
2.2.4 Ordenha Espinha de Peixe e Side by Side	23
2.2.5 Ordenha Carrossel	26
2.2.6 Ordenha Robótica	29
2.2.7 Escova Rotativa	34
2.2.8 Raspador de Dejetos	35
3 ESTUDO DE CASO	37
3.1 A AUTOMAÇÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA DA CIDADE DE ARAPOTI	37
3.2 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE ORDENHA AUTOMATIZADOS	43
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, muitas indústrias e empresas estão utilizando soluções da área de automação visando obter melhorias no desempenho de seu processo produtivo e na qualidade de seus produtos e processos. Em um processo automatizado basicamente ocorre à troca da mão de obra humana ou animal por equipamentos, sendo que a automatização busca o aumento da produtividade, a redução na taxa de acidentes e dos erros advindos da repetição de uma mesma tarefa (RIBEIRO, 2001 p. 13).

Conforme pesquisa realizada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), a automação é um dos meios onde se pode obter uma melhor eficiência produtiva independente de qual segmento esteja implantado. O setor do agronegócio vem crescendo e utilizando novas tecnologias para aumentar a produtividade, saindo do modelo tradicional e extrativista, e partindo para níveis empresariais, sustentáveis e competitivos (SEBRAE, 2019).

Algumas propriedades agrícolas do ramo leiteiro, que é o foco do trabalho apresentado, e que ainda não possuem automação na ordenha ou em outras atividades do processo, já estão se preparando para a automatização deste processo. No ramo da pecuária leiteira o manejo correto de todas as etapas do processo é indispensável para o sucesso da empresa, pois este proporciona o aumento da produção e a redução dos custos.

Assim, a automação se tornou uma necessidade para que empresas e propriedades rurais possam obter vantagem competitiva no mercado do agronegócio. A automação nas propriedades rurais de pecuária leiteira está presente na etapa da ordenha e em diversos ambientes da propriedade rural, tais como limpadores automáticos, identificação de animais através de colares eletrônicos e brincos eletrônicos, controle de qualidade do leite, identificação de cios, tratadores automáticos e diversos equipamentos que auxiliam no monitoramento e no controle dos dados do processo.

1.1 PROBLEMA

O agronegócio é um ramo de atividade que vem apresentando crescimento no cenário nacional, porém, a mão de obra utilizada para o trabalho no campo está

cada vez mais escassa. Uma solução para esta situação é o uso da tecnologia para auxiliar o trabalho no campo, pois o uso de soluções de automação busca minimizar o problema da falta de mão de obra e melhorar a eficiência das atividades do processo.

Considerando estes aspectos, este trabalho propõe-se a apresentar as novas tecnologias da área de automação utilizadas na pecuária leiteira, tendo como estudo de caso a cidade de Arapoti.

Neste trabalho são apresentados os equipamentos encontrados nas propriedades da cidade de Arapoti, as novas tecnologias utilizadas na pecuária leiteira, os benefícios proporcionados por estas novas tecnologias, a viabilidade técnica e os custos de implantação de alguns métodos de ordenha automatizados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar o estudo das novas tecnologias utilizadas para a automação da pecuária leiteira, analisando os benefícios e a viabilidade da utilização destas tecnologias nas fazendas de pecuária leiteira da cidade de Arapoti.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral neste trabalho de conclusão de curso de especialização os seguintes objetivos específicos serão abordados:

- Realizar pesquisa sobre as novas tecnologias utilizadas para a automação da pecuária leiteira;
- Identificar as tecnologias utilizadas atualmente nas fazendas de pecuária leiteira da cidade de Arapoti;
- Analisar os benefícios obtidos com a automatização da pecuária leiteira;
- Analisar a viabilidade da utilização das novas tecnologias pesquisadas nas fazendas de pecuária leiteira da cidade de Arapoti.

1.3 JUSTIFICATIVA

A tecnologia está presente em várias atividades de diferentes setores produtivos. Inicialmente, os equipamentos da área de automação eram aplicados principalmente em atividades industriais e, com o passar do tempo, foram migrando para atividades de outros setores, inclusive na área rural.

Considerando o exposto, entende-se que a utilização da automação se torna necessária para que qualquer atividade se mantenha competitiva no mercado.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia de especialização está dividida em três capítulos. No primeiro capítulo foi apresentada a introdução, o problema, os objetivos, a justificativa e a estrutura geral do trabalho.

No segundo capítulo foi apresentada a fundamentação teórica sobre os principais tópicos do trabalho, que são o agronegócio nacional, a automação presente na pecuária leiteira e os equipamentos utilizados neste setor.

No terceiro capítulo é apresentado o estudo de caso, com as análises dos equipamentos encontrados, benefícios proporcionados, viabilidade e custos de implantação.

Já no quarto e último capítulo foram apresentadas as considerações finais do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO E A AUTOMAÇÃO

De acordo com Formiga (2019), mesmo diante da atual crise econômica que o Brasil está passando, o agronegócio nacional vem obtendo grande crescimento através dos preços favoráveis no mercado externo e interno. Isso acontece por causa do aumento do consumo doméstico, de investimentos de empresas e do governo federal.

Com um clima diversificado e tropical, e grande disponibilidade de água doce em todo seu território, o Brasil se torna um local próspero para a exploração do agronegócio. Isto possibilita a prática de várias culturas, como a plantação de soja, arroz, feijão, aveia e milho, e a criação de animais, como avicultura, suinocultura, bovinocultura, produção de leite, entre outros.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o agronegócio nacional é considerado uma das locomotivas da economia, sendo responsável por um em cada três empregos e por 21,6% do Produto Interno Bruto (PIB) (MAPA, 2019).

Nos últimos anos, o agronegócio começou a utilizar soluções tecnológicas que permitem melhorias em seus processos e, como consequência, maior produtividade, melhor desempenho e menores custos de produção. Com isso as soluções da área de automação, que antes eram muito utilizadas no ambiente industrial, agora são encontradas em propriedades rurais, proporcionando ao agronegócio a possibilidade de se tornar cada vez mais competitivo no mercado.

Segundo a Revista Agropecuária, a criação de gado de leite é uma atividade antiga, introduzida no país na época das colonizações. Desde então, a atividade passou por várias mudanças e, atualmente, a pecuária leiteira é considerada uma das atividades que gera grande quantidade de empregos no âmbito nacional, sendo que o agronegócio leiteiro emprega pessoas tanto em indústrias de laticínios como na produção primária no campo (REVISTA_AGROPECUÁRIA, 2019).

Segundo dados disponibilizados pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2018 a pecuária leiteira alcançou, com a produção de leite, a terceira colocação com o faturamento em torno de 31 bilhões, atrás somente

dos valores alcançados com a venda de carne bovina e de frango (MAPA, 2019). A Tabela 1 apresenta o valor bruto da produção da pecuária no Brasil no ano de 2018.

Tabela 1 - Valor bruto da produção da pecuária no Brasil em 2018

Ranking	Pecuária	2018 (R\$)
1°	Bovinos	78.543.266.071
2°	Frango	59.207.391.480
3°	Leite	31.299.461.060
4°	Suínos	14.146.048.069
5°	Ovos	9.046.387.293

Fonte: Adaptado de MAPA (2019).

Nos dias atuais, para que uma empresa se torne financeiramente viável é necessário que a mesma possua alta capacidade de competição no mercado onde atua. Para isso é necessário que a empresa se prepare e faça uso das tecnologias atualmente disponíveis no mercado, visando diminuir seus custos e aumentar sua produtividade.

Segundo Botega (2005), a agropecuária apresenta um processo de modernização intenso e que ainda está longe de seu fim. Cada vez mais equipamentos tecnológicos surgem com propósitos de melhoria na produção e, em consequência, ocorre o aumento da oferta e a redução dos preços dos equipamentos. Desta forma, torna-se mais fácil a aquisição de equipamentos pelos produtores rurais, que aos poucos vão inserindo novas tecnologias em seus processos de produção.

Na pecuária leiteira não é diferente, pois com o emprego de novas tecnologias o produtor consegue aumentar a produção e diminuir a necessidade de mão de obra, que atualmente está cada vez mais escassa. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o futuro do agronegócio é independente do tipo de cultura, e dependerá inevitavelmente, do nível de automação implantado. Isto significa que quanto mais tecnologia implantada, mais chance da propriedade alcançar êxito e se tornar competitiva no mercado leiteiro (EMBRAPA, 2019a).

2.2 AUTOMAÇÃO NA PRODUÇÃO DE LEITE

Mamede (2002) afirma que a automação vem se tomando parte fundamental em várias atividades. Até o século 18 a produção utilizava principalmente a força muscular e, após a revolução industrial iniciada no final do século 18, iniciou-se a utilização das máquinas. Aos poucos as máquinas foram evoluindo e, cada vez mais, se tornando independentes do controle do homem. Com o advento da eletrônica as máquinas ganharam inteligência, permitindo a tomada de decisão de forma mais rápida em um processo, garantindo melhor rendimento na tarefa a ser executada.

A automação está se tornando cada vez mais presente nas atividades do agronegócio, resultando na melhoria da qualidade dos produtos, no aumento da produtividade e da competitividade (BANZATTO, 2002).

Quando se considera a agricultura como um todo, a utilização da tecnologia auxilia na melhoria dos índices de produtividade. Entre o período de 1975 e 2015, estudos da Embrapa apresentam que os avanços tecnológicos foram responsáveis por 59% do crescimento do valor bruto da produção agrícola nacional (EMBRAPA, 2019b).

Uma das exigências do mercado atual é a qualidade dos produtos e, sendo o leite um produto alimentício, sua qualidade é de extrema importância. Desta forma, a aplicação da automação no processo proporciona vários benefícios na área de controle de qualidade, que é empregado para evitar que o leite que não atenda aos níveis de qualidade definidos pelas empresas seja distribuído para o mercado de laticínios (DALLAPÍCOLA; COELHO JUNIOR; SOUZA, 2010).

De acordo com Vilela (2014), a automação aplicada aos sistemas de produção de leite possibilita aumentar a exatidão na geração dos dados, no processamento e no uso das informações. Esses dados permitem uma melhor tomada de decisão. Assim, a automação faz com que a pecuária leiteira se torne mais tecnificada, menos dependente de mão de obra e menos empírica, ou seja, fazer menos uso do conhecimento popular e mais uso de técnicas novas que permitem melhor rendimento na atividade.

Em um sistema de produção de leite existem muitas tarefas que podem ser automatizadas, tais como a alimentação do animal, a limpeza do ambiente, o controle de cios, entre outros. Assim, aproveitando-se do avanço tecnológico dentro

do ramo da eletrônica e dos microprocessadores, estão disponíveis no mercado soluções que permitem o desenvolvimento de sistemas de controle bastante eficientes e que auxiliam na produção de leite. Desta forma, surgiu um novo conceito denominado de “pecuária de precisão”, onde a pecuária se ajusta continuamente ao mercado usando os recursos disponíveis, introduzindo novas tecnologias e métodos, objetivando uma melhor eficiência do negócio. Assim, o produtor de leite passa a tratar o animal individualmente e não mais como um rebanho e, com isso, consegue melhorar sua produção e a qualidade do leite, entre outros benefícios (SENAR, 2019).

Segundo o SEBRAE, no mercado do agronegócio ocorreram mudanças tais como o perfil do produtor rural. Atualmente, filhos de produtores rurais estão se formando em diferentes cursos de graduação e vários retornam ao trabalho rural trazendo conhecimento, novas ideias e a aplicação de novas tecnologias, trazendo benefícios para o agronegócio (SEBRAE, 2019).

Com o constante avanço tecnológico muitas atividades antes realizadas de forma manual passaram a ser executadas por sistemas utilizando computadores e dispositivos programados.

Para a pecuária leiteira existem muitas soluções disponíveis na área de automação para melhorar o processo de produção de leite, aumentar o conforto dos animais e melhorar a lucratividade do produtor rural.

A seguir são apresentados alguns exemplos de sistemas da área de automação utilizados na pecuária leiteira.

2.2.1 Sistemas de Gestão

Segundo Melo (2016), gerir uma fazenda não é uma tarefa fácil e no ramo da pecuária leiteira a gestão adequada do processo proporciona maior lucratividade em uma propriedade. Como se tornou natural o uso de dispositivos como celulares, *tablets* e computadores, os sistemas de gestão passaram a ser utilizados para auxiliar o produtor rural em suas atividades de organização das práticas rotineiras e do manejo do rebanho.

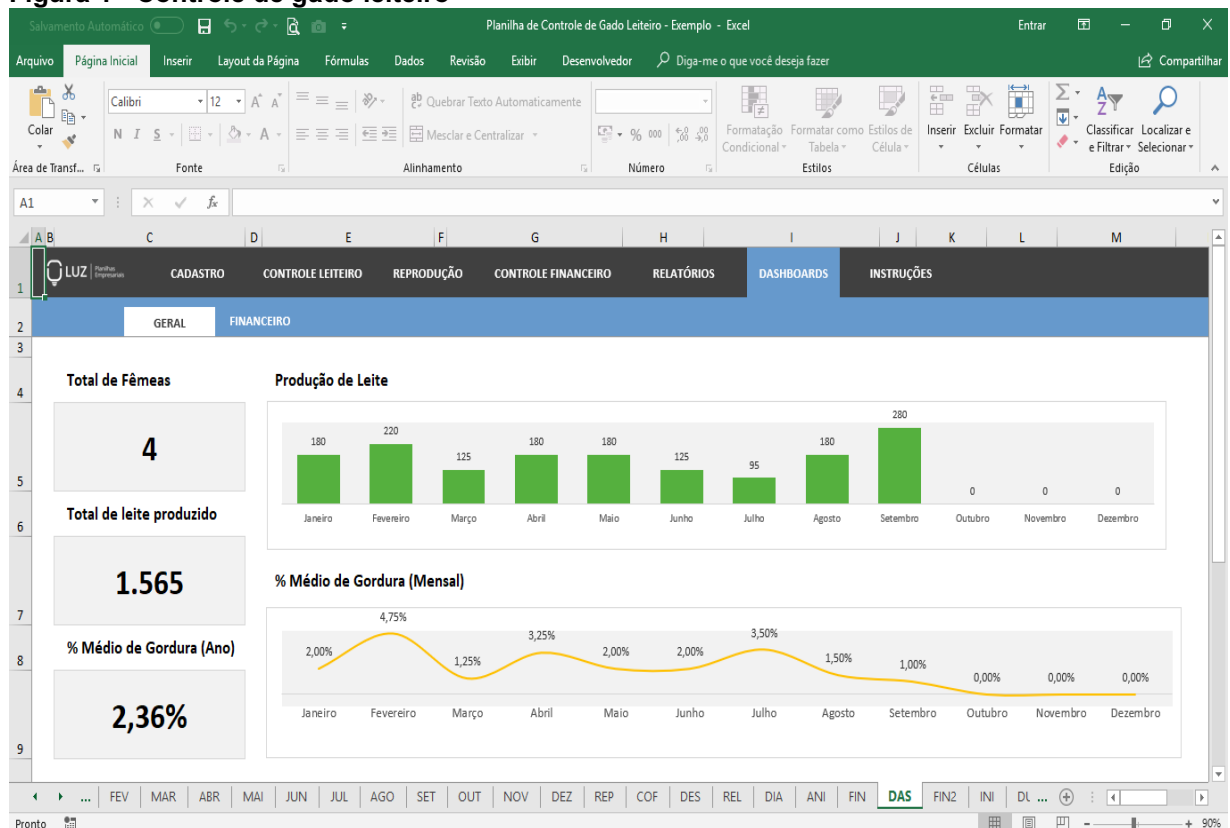
Estes sistemas de gestão possuem várias vantagens, pois muitas atividades operacionais e gerenciais podem ser acompanhadas em tempo real em qualquer dispositivo móvel, tais como:

- Monitoramento do gado leiteiro;
- Gerenciamento do rebanho;
- Controle da produção individual de cada animal;
- Acesso a dados sobre a qualidade do leite produzido;
- Controle de vacinação (antibiótico e vacinas);
- Análise de dados sobre a saúde animal;
- Detecção de cios para inseminação;
- Gerenciamento financeiro.

Estes sistemas permitem a exportação de dados para aplicativos, como por exemplo o Excel, disponibilizando os dados adquiridos para que o gestor do processo os utilize para a tomada de decisão e controle do processo. Desta forma, é possível a administração do controle de sua produção e do rebanho leiteiro.

A Figura 1 apresenta um exemplo de planilha de controle de gado leiteiro, onde são apresentadas as informações sobre o total de fêmeas, a produção de leite e a porcentagem média de gordura.

Figura 1 - Controle de gado leiteiro



Fonte: Adaptado de Luz_Planilhas_Empresariais (2019).

2.2.2 Controle Automatizado e Identificação de Animais

O controle de qualquer processo é muito importante e necessita ser o mais confiável possível, pois através deste pode-se fazer o monitoramento dos tratamentos realizados e o acompanhamento individual de cada animal, proporcionando um melhor rendimento e desempenho ao rebanho leiteiro.

Os primeiros métodos de identificação eram manuais, sendo muito fácil ocorrer erros, pois estes métodos dependem muito do operador e quanto maior for o rebanho, mais difícil se torna este controle manual. Assim, surgiu a necessidade de automatizar este processo para a diminuição da quantidade de erros.

Algumas das soluções existentes são as utilizações de colares eletrônicos, o uso de brincos eletrônicos ou de microchip implantado via subcutâneo. Esses dispositivos basicamente funcionam como emissor e receptor de informações sobre cada animal que os utiliza.

Segundo GEA (2019a), os colares eletrônicos surgiram para auxiliar na atividade de controle animal, a fim de promover mais lucratividade ao agronegócio. O colar eletrônico emite um sinal que é decodificado no equipamento receptor e fornece ao operador dados do animal durante todo o processo. Estes dados em conjunto com o sistema da ordenha atuam de forma para geração de informações, onde é possível o sistema demonstrar por exemplo, quantos litros de leite o animal produziu no dia, no mês e no ano.

Com os dados obtidos com o colar eletrônico também é possível fazer o controle da ruminação e das atividades dos animais, mantendo um histórico individual de cada vaca do rebanho. Desta forma, ficam disponíveis ao produtor todas as informações dos animais para serem consultadas em um computador ou celular e estes dispositivos passam a ser um identificador eletrônico do animal.

A Figura 2 apresenta o exemplo de um sistema de controle para identificação de animais para detecção de possíveis anormalidades com o animal, o Lely T4C InHerd (LELY, 2019). Este sistema apresenta dados necessários para o manejo correto dos animais, nele é possível verificar o relatório de quantos animais ainda faltam para serem ordenhados, a totalização da produção de leite, o tempo de ruminação individual do animal, no sistema também permite a criação de vários tipos de alertas definidos pelo usuário de acordo com a sua necessidade.

O sistema também identifica quanto o animal se movimentou dentro do confinamento e, caso tenha se movimentado pouco, é apresentado um alerta ao operador para que verifique o animal, pois pode haver algum problema de saúde.

Figura 2 - Sistema de controle para identificação de animais Lely T4C InHerd



Fonte: Lely (2019).

A Fotografia 1 apresenta um exemplo de colar eletrônico utilizado para a identificação do animal no rebanho, assim cada animal basicamente passa a ter registrados seus dados e armazenados em um sistema, e outras atividades passam a usar os dados dos colares em conjunto, como no processo de ordenha e controle do rebanho.

Fotografia 1 - Colar eletrônico utilizado para a identificação do animal



Fonte: Autoria própria.

2.2.3 Ordenha Balde ao Pé

Devido à necessidade de se produzir cada vez mais e em menor tempo, surgiram vários métodos para melhorar a ordenha na pecuária leiteira, passando do sistema manual para o sistema mecanizado. O método mecanizado possibilita a retirada do leite de forma mais rápida que o método manual e diminuiu o risco de contaminação do leite.

De acordo com Cembranelli (2010), um método inicial de melhoria da ordenha, e um dos primeiros passos de uma automação, é a inserção da ordenha balde ao pé ao sistema.

A ordenha balde ao pé é o tipo mais simples e mais barato de ordenha mecanizada e possui uma leve automação, sendo feita através de um equipamento composto basicamente por uma bomba de vácuo e um recipiente de armazenamento do leite. Este tipo de ordenha geralmente é utilizado em rebanhos pequenos onde outros tipos de ordenhas se tornam inviáveis financeiramente. A ordenha balde ao pé possui baixa eficiência mas, como seu custo é o menor do mercado, tornou-se muito utilizada em pequenas propriedades de produção leiteira. A Fotografia 2 apresenta a utilização da ordenha balde ao pé.

Fotografia 2 - Sistema ordenha balde ao pé



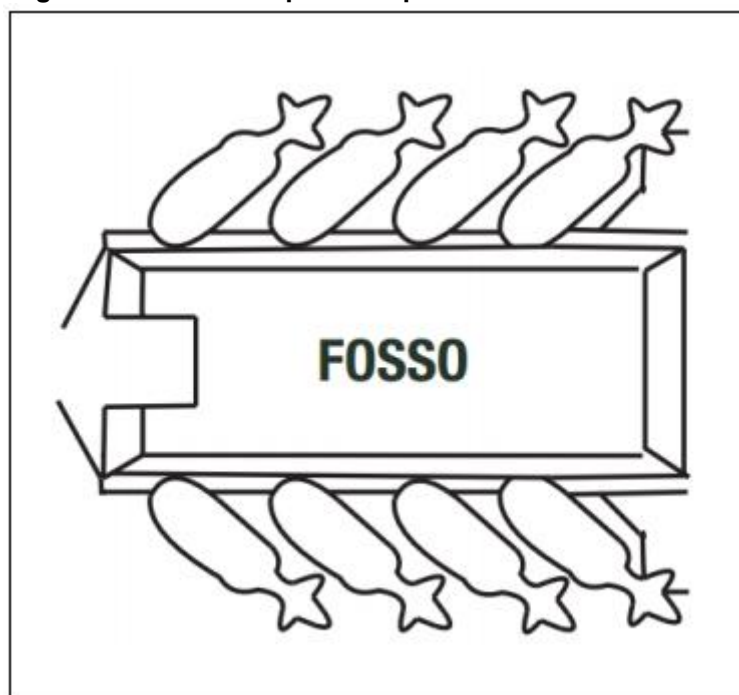
Fonte: Autoria própria.

2.2.4 Ordenha Espinha de Peixe e Side by Side

GEA (2019b) apresenta que as ordenhas denominadas de espinha de peixe e *side by side* são os métodos de ordenha onde se faz a utilização da automação em grande escala. Nestes sistemas a retirada do leite é feita em maior quantidade pois várias vacas entram simultaneamente e são ordenhadas em grupos, proporcionando maior rapidez no processo de coleta de leite. Estes sistemas podem ser compostos por conjuntos 2 por 4 ordenhando oito vacas simultaneamente, conjuntos 2 por 8 com dezesseis vacas ordenhadas simultaneamente e conjuntos maiores.

A diferença entre o sistema de ordenha espinha de peixe e o *side by side* é como o animal é disposto no momento da ordenha. Na ordenha espinha de peixe as vacas ficam dispostas em um ângulo de 33° uma em relação à outra. A Figura 3 apresenta como o animal fica disposto durante a ordenha em relação ao fosso no processo de retirada de leite na ordenha espinha de peixe.

Figura 3 - Ordenha espinha de peixe

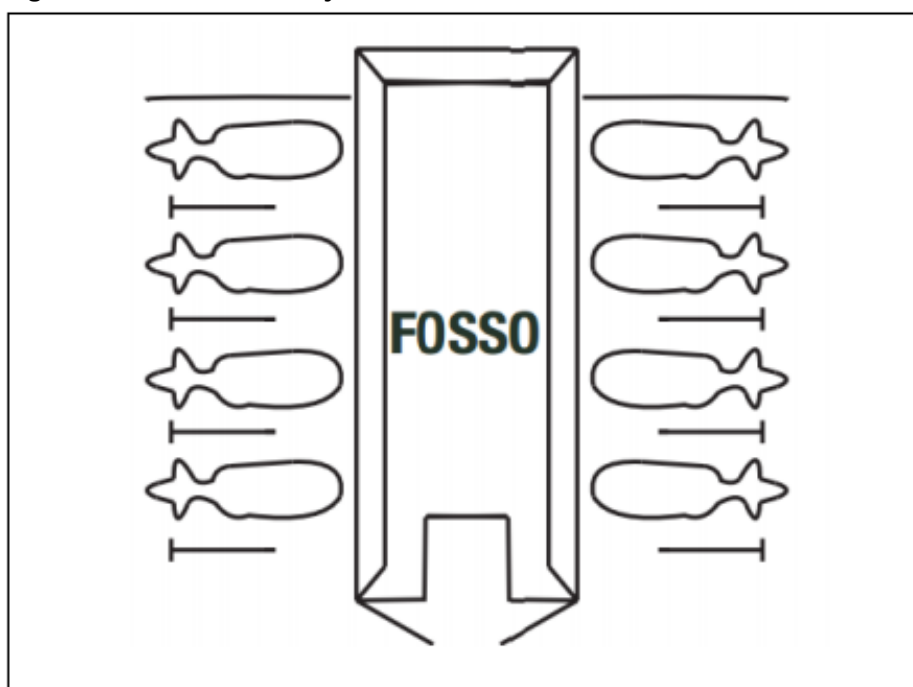


Fonte: Black e Rodrigues (2019).

Na ordenha *side by side* (saída rápida) os animais ficam lado a lado e saem todos em um ângulo de 90°. Segundo a GEA (2019b), a ordenha *side by side* permite uma ordenha limpa e sem estresse ao animal, proporcionando conforto aos animais no momento da ordenha. A ordenha *side by side* permite economia de

espaço na sala de ordenha e mantém as vacas posicionadas com segurança, garantindo uma posição de ordenha ideal e permitindo aos operadores um acesso fácil aos úberes pela parte traseira. A Figura 4 apresenta as posições das vacas na ordenha *side by side*.

Figura 4 - Ordenha *side by side*



Fonte: Black e Rodrigues (2019).

Nos métodos de ordenha espinha de peixe e *side by side* a automação se torna bastante presente. Nestes métodos são utilizados sensores que identificam os animais ao entrarem na ordenha através da leitura dos dispositivos colocados no animal, tais como colar eletrônico, brinco eletrônico ou transponder colocado no pé do animal. Após a identificação do animal as informações são transmitidas ao sistema gestor da produção, onde são registrados quantos litros o animal produziu em sua ordenha e, no final do dia, é apresentada a produção individual do animal e do rebanho inteiro.

Outro sistema automatizado é utilizado na etapa de retirada do leite e, após finalizar este processo, o leite é enviado automaticamente ao tanque de armazenamento, onde o mesmo permanece resfriado até a retirada para envio ao beneficiamento.

Nestes tipos de ordenha são encontrados vários equipamentos que auxiliam no controle de qualidade e proporcionam um sistema de controle eficiente, tais como

a contagem de células somáticas, o controle da gordura no leite e a contagem de bactérias. As células somáticas são células de descamação das glândulas mamárias, sendo que aumenta o número destas células no leite em caso de inflamações ou infecção nos úberes e tetos da vaca leiteira. Este tipo de controle permite ao proprietário, caso necessário, interferir rapidamente no tratamento do animal e identificar até mesmo casos de mastite através da contagem de células somáticas.

A Fotografia 3 ilustra o funcionamento da ordenha *side by side* no momento da retirada do leite. Esta ordenha é composta por um conjunto 2 por 16, ordenhando 32 vacas ao mesmo tempo e diminuindo o tempo de duração de ordenha da propriedade.

Fotografia 3 - Ordenha side by side em funcionamento



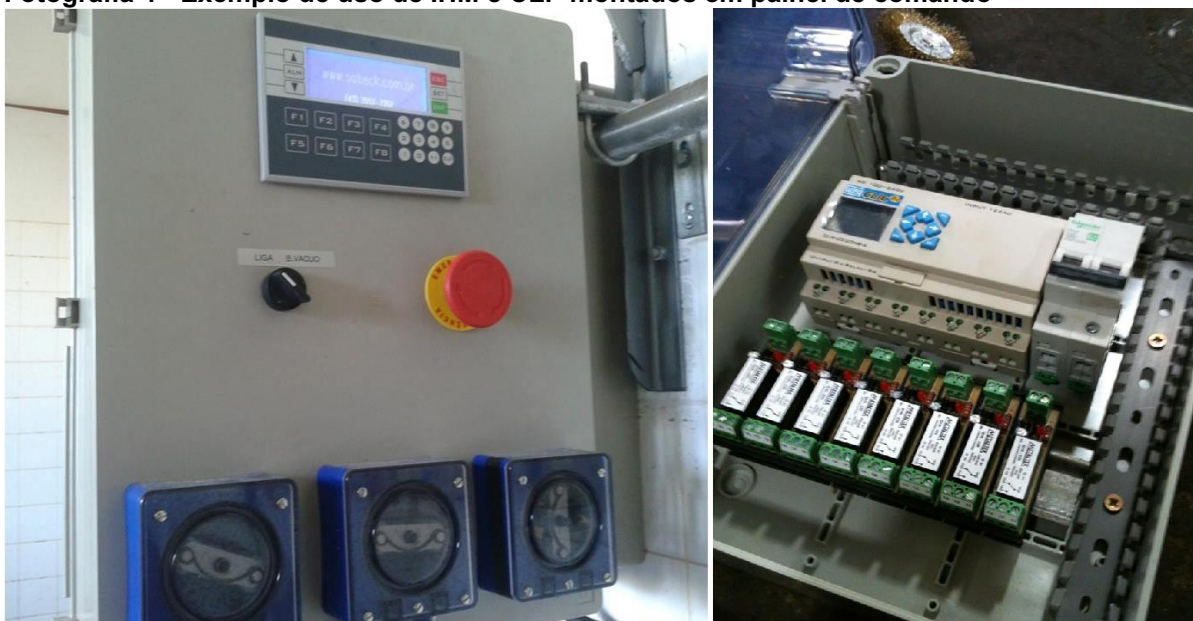
Fonte: Autoria própria.

Desta forma, a automação presente na ordenha auxilia na detecção de problemas que podem prejudicar a qualidade do leite e, até mesmo, a perda da produção caso os problemas não sejam tratados. Os sistemas automatizados encontrados no processo são controlados por computadores, Controladores Lógicos Programáveis (CLP) e painéis com Interface Homem Máquina (IHM), que auxiliam o

operador no controle da sala de ordenha. Outras informações de gerenciamento são apresentadas no sistema de gestão para o gerente de produção da propriedade.

A Fotografia 4 apresenta o uso de IHM e CLP montados em um painel de comando do processo de retirada de leite.

Fotografia 4 - Exemplo de uso de IHM e CLP montados em painel de comando



Fonte: Autoria própria.

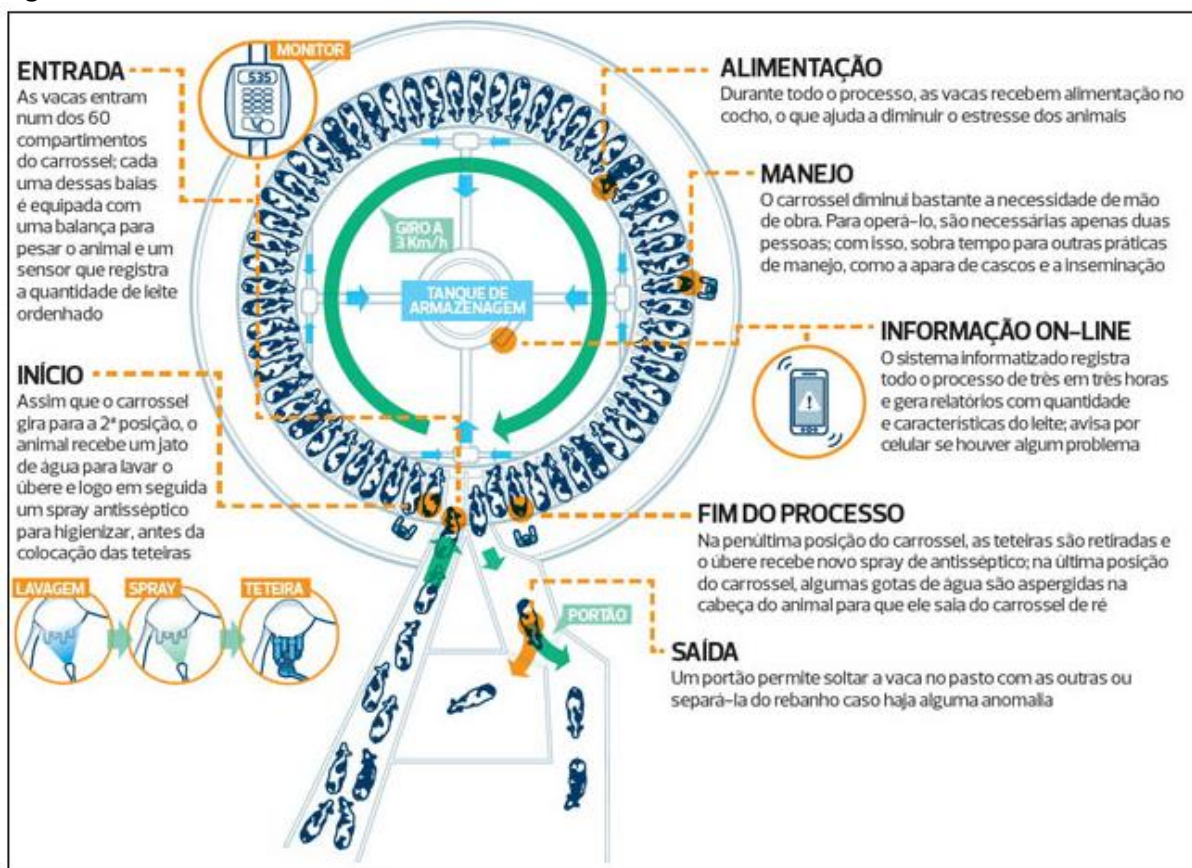
2.2.5 Ordenha Carrossel

Em relação à eficiência e tecnologia implantada, um dos métodos de ordenha mais modernos é o sistema de ordenha carrossel. Apesar deste método ter surgido na década de 1930 na Europa, este tipo de ordenha passou por diversas melhorias e atualmente é um dos métodos com melhor rendimento em relação à ordenha de animais por hora, proporcionando maior velocidade e redução de mão de obra (MIOSO, 2017).

No método de ordenha carrossel uma das principais características é a ordenha de vários animais simultaneamente. O sistema gira com velocidade média de 3 km/h e o tanque de armazenagem do leite fica no centro da ordenha carrossel. Após o animal entrar no posto, um operador faz a higienização e coloca as teteiras no animal. Cada posto da ordenha possui uma balança para fazer a pesagem do animal e um sensor para registro da quantidade de leite ordenhado. Durante o processo as vacas recebem alimentação para diminuir o estresse causado no

processo de ordenha. Após o animal completar o giro de 360° o processo termina e, em seguida, as teteiras são liberadas automaticamente, um spray antisséptico é aplicado e o animal é liberado para sair do carrossel. A Figura 5 ilustra o método de ordenha carrossel.

Figura 5 - Ordenha Carrossel



Fonte: Taguchi (2019).

Segundo a CooperCitrus (2019), a ordenha carrossel possui muitos controladores e sensores. Este tipo de ordenha conta com sistemas de sensores para identificação dos animais através dos colares ou brincos eletrônicos, controle de produção de leite por animal e controle da produção do rebanho. Os sensores instalados no equipamento possuem a função de identificar possíveis problemas e anomalias com a saúde das vacas. Considerando a quantidade de animais ordenhados por hora, este método de ordenha permite uma redução significativa em relação à mão de obra empregada.

A melhor vantagem proporcionada pela automação presente neste método de ordenha é o fato de permitir uma avaliação individual de cada animal (doenças, cios

etc.) de forma preventiva, evitando prejuízos ao proprietário, e um melhor manejo para a reprodução do rebanho.

Este método de ordenha, apesar de ser muito eficiente, possui custo de implantação elevado, sendo recomendado para propriedades onde o rebanho de ordenha seja superior a 500 animais (CAMPOS, 2019). A Fotografia 5 apresenta o sistema de ordenha carrossel composto por 40 postos de coleta de leite.

Fotografia 5 - Ordenha carrossel



Fonte: Autoria própria.

Para um melhor controle da ordenha, cada posto possui um medidor de leite para a leitura individual da produção de cada animal e controle da retirada automática do conjunto de teteiras. A Fotografia 6 apresenta o local de instalação do medidor de leite.

Fotografia 6 - Medidor de leite



Fonte: Autoria própria.

2.2.6 Ordenha Robótica

Segundo Maculan e Lopes (2016), outra tecnologia inovadora que vem buscando espaço no mercado leiteiro é a ordenha robótica. Este método consiste em braços mecânicos que realizam todo o processo de ordenha do animal, sem nenhuma intervenção humana. Para Ribeiro (2001) o robô é um dispositivo controlado por um computador, sendo capaz de se movimentar em vários sentidos e direções, e indicado para operações onde existam muitos movimentos repetitivos ou que seja perigosa para um humano.

O sistema de ordenha robótica, também conhecido como Sistema de Ordenha Automático (*Automatic Milking System, AMS*) ou Sistema de Ordenha Voluntário (*Voluntary Milking System, VMS*), insere a automação em grande escala na produção leiteira. Vários fabricantes lançaram no mercado seus robôs de ordenha, entre eles estão a *GEA Farm Technologies*, a *Boumatic Robotics*, a *Lely*, a *DeLaval* entre outras marcas (PAIVA *et al.*, 2015).

GEA (2019c) afirma que o método de ordenha robótica é considerado o mais eficiente, devido a não ter hora programada para retirada do leite, pois o animal que decide a melhor hora para ser ordenhado.

Basicamente, as vacas se apresentam para a retirada do leite de forma voluntária, ou seja, assim que a vaca percebe que seus úberes estão doendo ou com algum incômodo, a mesma reconhece que chegou a hora de ser ordenhada e se direciona ao robô para que seja retirado o seu leite.

Cada robô possui capacidade para ordenhar, em média, de 60 a 80 vacas por dia e já existem sistemas com robôs com atuação dupla, com capacidade entre 120 e 160 animais por dia. A Fotografia 7 apresenta uma ordenha robótica, onde o operador que fazia a ordenha manual é substituído por braços mecânicos comandados por computadores.

Fotografia 7 - Ordenha robótica



Fonte: Autoria própria.

Conforme apresentado na Fotografia 7, o sistema de ordenha robótica possui uma tela onde são expostas as informações em tempo real do controle da produção

de leite, o registro do tempo da ordenha e o registro do histórico de cada animal. Na tela da Fotografia 8 são apresentados o tempo que a ordenha está em trabalho, a produção de cada teto e o tempo em que foi finalizada a produção de cada teto. Caso ocorram registros de pouco tempo de ordenha em algum dos tetos, o sistema gera um alerta para que o responsável verifique se existe alguma irregularidade com o animal.

Fotografia 8 - Tela do sistema de ordenha robótica



Fonte: Autoria própria.

O sistema de ordenha robótica é, basicamente, controlado por um computador instalado em cada robô. A entrada e a saída do animal são controladas por portões automáticos, sendo que ao entrar na ordenha o robô faz a identificação do animal via colar eletrônico e verifica se o animal já foi ordenhado. Em caso afirmativo, o portão se abre liberando o animal para sair do sistema de ordenha robótica.

A Fotografia 9 apresenta o colar eletrônico no momento da leitura para a identificação do animal. Após o animal entrar na ordenha e a identificação ser

realizada, caso o animal ainda não tenha sido ordenhado é liberada a ração para que o animal se alimente enquanto é ordenhado e o processo de ordenha é iniciado.

Fotografia 9 - Colar eletrônico no momento da leitura para a identificação do animal



Fonte: Autoria própria.

Antes de iniciar a retirada do leite é realizada a higienização dos tetos através de jatos de água e de ar direcionados. Após a higienização é iniciada a etapa de detecção dos tetos para a colocação das teteiras, sendo que este processo varia de acordo com cada fabricante. Em alguns sistemas os robôs identificam os tetos através de sensores com sistema laser porém, em alguns casos, pode não funcionar corretamente devido à formação dos tetos do animal, como por exemplo em animais com tetos cruzados. Em outros sistemas os robôs utilizam câmeras com visão 3D que permitem a detecção e a localização mais precisa dos tetos do animal.

A Fotografia 10 apresenta os sensores atuando na leitura da posição dos tetos do animal para o encaixe das teteiras após a higienização e a Fotografia 11 apresenta o sistema com câmera com visão 3D, utilizado para a mesma finalidade.

Fotografia 10 - Sensor atuando para encaixe das teteiras no animal



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 11 - Câmera com visão 3D para encaixe das teteiras no animal



Fonte: Autoria própria.

Após o encaixe das teteiras são retirados os primeiros jatos de leite, que são analisados para a detecção de anormalidades com o animal, como por exemplo, para diagnosticar mastite e para a contagem de células somáticas. Após o término

da retirada do leite e a finalização da ordenha, um sensor identifica que o fluxo de leite diminuiu e a teteira é desencaixada. Em seguida é aplicado um spray com um líquido desinfetante nos tetos do animal e o portão automático é aberto liberando o animal da ordenha para voltar a área de descanso ou área de alimentação.

Segundo Paiva *et al.* (2015), a inserção do método de ordenha robótica auxilia na diminuição do problema de falta de mão de obra para trabalhos no campo, que atualmente está cada vez mais escassa. Este sistema também possibilita ao proprietário da ordenha mais tempo disponível para ser aplicado em outras tarefas da propriedade, jornada de trabalho menos cansativa, além de melhor qualidade de vida.

2.2.7 Escova Rotativa

Segundo DeLaval (2019) existem dispositivos presentes nos estábulos que proporcionam um conforto animal, segundo pesquisas quanto maior o conforto ao animal maior será a produção de leite, assim surge soluções automatizadas que são instaladas nos locais onde as vacas se alimentam e descansam, que proporcionam bem estar aos animais e diminuem o estresse. Basicamente, os animais se deslocam até estes dispositivos, que são acionados por um sensor que detecta a presença do animal e começa a rotacionar uma escova com cerdas macias que faz a limpeza e massagem nas vacas.

Estes dispositivos realizam uma massagem no animal e, também, fazem a higiene do dorso do animal, o que proporciona maior rendimento na produção de leite.

De acordo com Abade (2013), o sistema rotativo faz uso de escova, que imitam o comportamento natural de limpeza dos animais, além de promover uma redução do estresse que é causado devido ao tédio do confinamento. A Fotografia 12 apresenta a escova rotativa utilizada para proporcionar bem estar ao animal.

Fotografia 12 - Escova rotativa

Fonte: Autoria própria.

2.2.8 Raspador de Dejetos

Em propriedades menores os dejetos gerados pelos animais são raspados de forma manual. Em propriedades com vários animais é produzida uma quantidade grande de dejetos, sendo comum a utilização de tratores de pequeno porte. A implantação de sistemas de automação nas propriedades rurais introduziu o uso do raspador de dejetos automático, também denominado *screaper*, que em intervalos de tempo pré-programados realizam a raspagem dos dejetos, sem depender de operadores. Desta forma, o tempo antes destinado para a limpeza do estábulo pode ser utilizado para outras atividades na propriedade (GEA, 2019d). A Fotografia 13 ilustra a utilização do raspador automático.

Fotografia 13 - Raspador automático de dejetos



Fonte: Autoria própria.

3 ESTUDO DE CASO


Esta monografia apresenta o estudo da utilização de equipamentos da área de automação nas propriedades rurais de pecuária leiteira do município de Arapoti e analisa seus benefícios para o produtor rural.

Primeiramente foi necessário conhecer algumas propriedades rurais de pecuária leiteira da cidade de Arapoti, identificar os equipamentos de automação presentes nos processos e verificar os benefícios proporcionados ao produtor. Após, foi analisada a viabilidade técnica das instalações, tendo como base a instalação de alguns dos modelos de salas de ordenhas mais utilizadas no agronegócio leiteiro do município.

3.1 A AUTOMAÇÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA DA CIDADE DE ARAPOTI

A cidade de Arapoti pertence à bacia leiteira da região de Castro. Segundo Black e Rodrigues (2019), no ranking nacional dos 100 maiores produtores de leite do Brasil no ano de 2018, três produtores da cidade de Arapoti se destacam com as 26ª, 56ª e 62ª posições. A Figura 6 apresenta o levantamento dos maiores produtores de leite de 2018 (BLACK; RODRIGUES, 2019).

Figura 6 - Levantamento dos maiores produtores de leite de 2018



Os 100 maiores produtores de leite de 2018

2018	2019	Nome do Produtor (ou grupo)	Produção Comercializada de leite em 2018 (litros)	Produção diária (litros)	Cidade	UF
7	5	Melkstad Agropecuária Ltda	19.261.073	52770	Carambeí	Pr
9	8	Albertus Freiderich Wolters	14.086.019	38.592	Castro	Pr
10	12	Hans Jan Groenwold	11.495.747	31.495	Castro	Pr
18	20	Maurício V. de Castro Greidanus	8.598.459	23.557	Carambeí	Pr
22	23	Lucas Rabbers	8.235.911	22.564	Castro	Pr
26	25	William Ferdinand Van Der Goot	7.632.214	20.910	Arapoti	Pr
27	29	Roderik Wouter van der Meer	7.283.860	19.956	Carambeí	Pr
33	30	Carlos Augusto Delezuk	7.272.773	19.925	Carambeí	Pr
45	35	Bauke Dijkstra	6.855.440	18.782	Carambeí	Pr
42	38	Armando e Flávio Carvalho	6.103.447	16.722	Castro	Pr
56	54	Jan Willem e Marika Salomons	5.278.353	14.461	Arapoti	Pr
62	66	Marius Cornelis Bronkhorst	4.521.181	12.387	Arapoti	Pr

Fonte: Adaptado de Black e Rodrigues (2019).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2018 o rebanho efetivo no município de Arapoti era de 49.463 animais e foram ordenhadas 10.648 vacas (IBGE, 2019), conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Rebanho de vacas leiteiras do município de Arapoti

Pecuária		TABELA																																	
Ano: 2018		SÉRIE HISTÓRICA																																	
Arapoti		Paraná		Brasil																															
<ul style="list-style-type: none"> AQUICULTURA BICHO-DA-SEDA BOVINO <ul style="list-style-type: none"> EFETIVO DO REBANHO <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2018</th> <th>2017</th> <th>2016</th> <th>Unidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EFETIVO DO REBANHO</td> <td>49.463</td> <td>9.275.271</td> <td>213.523.056</td> <td>cabeças</td> </tr> <tr> <td>Vaca ordenhada</td> <td>10.648</td> <td>1.356.589</td> <td>16.357.485</td> <td>cabeças</td> </tr> </tbody> </table> LEITE DE VACA <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2018</th> <th>2017</th> <th>2016</th> <th>Unidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quantidade produzida</td> <td>75.346</td> <td>4.375.422</td> <td>33.839.864</td> <td>(x 1000) l</td> </tr> <tr> <td>Valor da produção</td> <td>100.211,00</td> <td>5.486.144,00</td> <td>39.256.981,00</td> <td>(x 1000) R\$</td> </tr> </tbody> </table> 							2018	2017	2016	Unidade	EFETIVO DO REBANHO	49.463	9.275.271	213.523.056	cabeças	Vaca ordenhada	10.648	1.356.589	16.357.485	cabeças		2018	2017	2016	Unidade	Quantidade produzida	75.346	4.375.422	33.839.864	(x 1000) l	Valor da produção	100.211,00	5.486.144,00	39.256.981,00	(x 1000) R\$
	2018	2017	2016	Unidade																															
EFETIVO DO REBANHO	49.463	9.275.271	213.523.056	cabeças																															
Vaca ordenhada	10.648	1.356.589	16.357.485	cabeças																															
	2018	2017	2016	Unidade																															
Quantidade produzida	75.346	4.375.422	33.839.864	(x 1000) l																															
Valor da produção	100.211,00	5.486.144,00	39.256.981,00	(x 1000) R\$																															

Fonte: IBGE (2019).

Para a pesquisa desta monografia foram visitadas 20 propriedades do ramo leiteiro na região com maior concentração de produtores do município de Arapoti. As propriedades visitadas possuem rebanhos que totalizam 4.044 animais, correspondente a 38% do rebanho de vacas ordenhadas da cidade de Arapoti.

Nas visitas técnicas a estas propriedades foram identificados o tipo de ordenha e os equipamentos de automação atualmente existentes nos processos, a fim de verificar o nível de automação nas propriedades de pecuária leiteira da cidade de Arapoti.

Durante as visitas às propriedades foram realizados alguns questionamentos aos proprietários, tais como: o tipo de ordenha atualmente instalado, os equipamentos de automação instalados referente à ordenha, a quantidade de animais em lactação, a quantidade média de litros de leite da produção das vacas por dia e mês.

A Tabela 2 apresenta os dados coletados nas visitas às 20 propriedades do ramo leiteiro, relativos aos meses de julho a agosto do ano de 2019.

Tabela 2 - Dados coletados na pesquisa

Propriedade	Tipo de ordenha	Qtde. animais em lactação	Média litros/vaca	Média diária da produção	Média mensal da produção
01	Balde ao pé	28	24	672	20.160
02	<i>Side by side</i>	115	32	3.680	110.400
03	Balde ao pé	13	18	234	7.020
04	<i>Side by side</i>	100	33	3.300	99.000
05	Espinha de peixe	119	31	3.689	110.670
06	Espinha de peixe	103	28	2.884	86.520
07	Espinha de peixe	55	30	1.650	49.500
08	<i>Side by side</i>	215	31	6.665	199.950
09	<i>Side by side</i>	200	35	7.000	210.000
10	Espinha de peixe	215	32	6.880	206.400
11	Balde ao pé	32	28	896	26.880
12	<i>Side by side</i>	275	32	8.800	264.000
13	Carrossel	830	32	26.560	796.800
14	<i>Side by side</i>	205	30	6.150	184.500
15	<i>Side by side</i>	450	32	14.400	432.000
16	Espinha de peixe	312	34	10.608	318.240
17	<i>Side by side</i>	310	32	9.920	297.600
18	Balde ao pé	17	23	391	11.730
19	<i>Side by side</i>	100	33	3.300	99.000
20	Robótica	350	37	12.950	388.500

Fonte: Aatoria própria.

De acordo com a Tabela 2, das propriedades visitadas no município de Arapoti, 20% das ordenhas são do modelo balde ao pé, 45% utilizam o método de ordenha *side by side*, 25% utilizam a ordenha espinha de peixe, 5% utilizam o método carrossel e 5% a ordenha robótica.

A quantidade de animais em lactação é determinante para a escolha do tipo de ordenha, pois quanto maior o número de animais em lactação mais trabalho e mais tempo são necessários para concluir a ordenha.

Observa-se na Tabela 2 que a quantidade de animais em lactação e o tipo de ordenha seguem um padrão: até 32 animais o produtor opta pela ordenha balde ao pé, entre 50 e 600 animais a ordenha mais utilizada é a *side by side* ou espinha de peixe, a ordenha carrossel e a ordenha robótica são recomendadas para propriedades com uma quantidade maior de animais.

Na pesquisa realizada apenas uma das vinte propriedades utiliza a ordenha robótica, mesmo possuindo 350 animais, pois o proprietário pretende aumentar o rebanho de vacas leiteiras futuramente.

Em relação a qual tipo de ordenha é mais produtiva, além de analisar o método de ordenha utilizado é necessário analisar também a raça e a genética dos animais. Nas propriedades visitadas basicamente são encontradas duas raças de gado leiteiro, a raça Holandesa e a raça Jersey.

Segundo Pereira (2019), a raça Holandesa tem origem europeia e possui uma produção média de 6.000 a 10.000 quilos de leite em 305 dias de lactação, já a raça Jersey, também de origem europeia, possui uma capacidade de produção de 3.500 a 5.500 quilos de leite em 305 dias de lactação, ou seja, menor que a produção da raça Holandesa, porém a raça Jersey possui um leite de maior qualidade permitindo um valor maior de venda do leite em relação à raça Holandesa.

De acordo com os dados da Tabela 2, observa-se que em relação ao método de ordenha instalado nas propriedades, os métodos com maior nível de automação (espinha de peixe, *side by side*, carrossel e robótica) apresentam melhor produção individual de leite das vacas em comparação ao método balde ao pé.

As tecnologias aplicadas nas propriedades dependem das condições financeiras de cada produtor, da produção desejada pelo produtor, da capacidade da propriedade, entre outros.

Muitos produtores de leite da cidade participam de palestras promovidas por empresas fornecedoras de equipamentos para o ramo leiteiro, onde são apresentados os novos equipamentos e as vantagens da inserção de novas tecnologias.

Assim, basicamente uma grande parte de produtores tem a noção que atualmente são necessárias a utilização de equipamentos de automação em suas propriedades pois sabem da sua importância para auxiliar na sua produção leiteira.

Desta forma, com informações encontradas nas visitas as propriedades, os dados foram tabelados juntamente com as informações das aplicações dos equipamentos de automação.

Assim é possível analisar os dados na Tabela 3 e verificar a grande aplicação de equipamentos da área de automação nas 20 propriedades pesquisadas.

Tabela 3 - Equipamentos utilizados nas propriedades pesquisadas

Equipamentos de automação	Quantidade de propriedades	Percentual das propriedades
Raspador de dejetos automático	7	35%
Colar eletrônico ou brinco eletrônico	13	65%
Sistema de gestão	13	65%
Tratador automático	6	30%
Escova rotativa	6	30%
Ventilador automático	13	65%
Outros	9	45%

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Tabela 3 observa-se que 35% das propriedades utilizam o raspador de dejetos automático (*screaper*) para a limpeza do corredor da estrutura de confinamento de gado leiteiro (também conhecida como *free stall*), deixando de fazer esta limpeza de forma manual ou com o uso de tratores.

Das propriedades visitadas, 65% utilizam o controle do animal através do colar eletrônico ou brinco eletrônico, muito utilizado na sala de ordenha para um melhor controle da produção. Segundo as informações fornecidas pelos produtores, antes da utilização do colar ou brinco eletrônico os animais recebiam um brinco com uma numeração e os operadores da ordenha anotavam este número em uma planilha, o que causava alguns erros.

Conforme a Tabela 3, 65% das propriedades fazem uso de Sistema de Gestão para a organização do trabalho e da rotina, 30% das propriedades fazem uso do tratador automático para a alimentação das novilhas pequenas e 30% das propriedades utilizam as escovas rotativas que proporcionam massagem ao animal, resultando em mais conforto, diminuição do estresse e maior produtividade do animal.

Os ventiladores automáticos são utilizados em 65% das propriedades, sendo os ventiladores acionados de acordo com a temperatura do ambiente da sala de espera, e 45% das propriedades faz uso de outros equipamentos de automação, tais como aspersões automáticas e controle de iluminação do ambiente.

A Tabela 4 apresenta o tipo de ordenha, a produção média de litros de leite por vaca e os equipamentos da área de automação instalados nos processos de ordenha nas propriedades.

A coluna denominada Pontos corresponde a soma dos diferentes tipos de equipamentos da área de automação em cada propriedade. A Tabela 4 foi organizada de acordo com a ordem crescente da produção média de litros de leite por vaca.

Tabela 4 - Tipo de ordenha, produção média das vacas e equipamentos instalados

Propriedade	Tipo de ordenha	Produção média de litros/vaca	Raspador de dejetos	Colar eletrônico	Sistema de gestão	Tratador automático	Escova rotativa	Ventilador automático	Outros	Pontos
03	Balde ao Pé	18								0
18	Balde ao Pé	23								0
01	Balde ao Pé	24								0
06	Espinha de Peixe	28								0
11	Balde ao Pé	28								0
07	Espinha de Peixe	30								0
14	<i>Side by side</i>	30		X	X		X	X		4
05	Espinha de Peixe	31			X			X		2
08	<i>Side by side</i>	31	X	X	X			X	X	5
02	<i>Side by side</i>	32	X	X	X		X	X		5
10	Espinha de Peixe	32		X	X	X		X	X	5
12	<i>Side by side</i>	32	X	X	X	X		X		5
13	Carrossel	32	X	X	X	X	X	X	X	7
15	<i>Side by side</i>	32		X	X		X	X	X	5
17	<i>Side by side</i>	32		X	X				X	3
04	<i>Side by side</i>	33		X		X	X	X		4
19	<i>Side by side</i>	33		X	X			X	X	4
16	Espinha de Peixe	34	X	X	X	X		X	X	6
09	<i>Side by side</i>	35	X	X	X			X	X	5
20	Robótica	37	X	X	X	X	X	X	X	7

Fonte: Autoria própria.

Verifica-se na Tabela 4 que as menores produções pertencem às propriedades com menores quantidades de equipamentos instalados, ou seja, muitas dessas propriedades não possuem nenhum tipo de equipamento da área de automação em seu processo de ordenha. As propriedades que apresentam maior

produtividade apresentam maior número de equipamentos instalados nos processos de ordenha, que auxiliam na melhor eficiência na produção de leite e no melhor aproveitamento de todo o processo. Verifica-se, também, que somente duas das vinte propriedades visitadas possuem todos os tipos de equipamentos analisados nesta monografia, sendo estas duas propriedades as que utilizam as ordenhas com maior nível de automação (ordenha carrossel e ordenha robótica).

Com a análise dos dados obtidos com a pesquisa verifica-se que a utilização de equipamentos da área de automação proporciona uma melhora ao processo de ordenha e na propriedade. Assim, o tempo antes utilizado para executar a tarefa de ordenha de forma manual pode ser utilizado para outras atividades na propriedade.

O Quadro 1 apresenta os equipamentos da área de automação utilizados nas propriedades pesquisadas e as vantagens da utilização de cada equipamento, conforme relato dos proprietários destas propriedades.

Quadro 1 - Vantagens do uso de cada equipamento

Equipamento	Vantagens do uso
Identificação de animais	Melhora o controle, monitoramento e gerenciamento da produção.
Colar eletrônico	
Brinco eletrônico	
Ordenhas automáticas (<i>side by side</i> , espinha de peixe, carrossel e robótica)	Aumenta a qualidade do leite e diminui a necessidade de mão de obra.
Medidor automático	Facilita o controle das lactações, controle de produção do leite e comunicação com o sistema de gerenciamento.
Raspador de dejetos	Diminuição de mão de obra.
Escova Rotativa	Bem estar pois funciona para diminuir o estresse do animal e, como consequência, aumentar a produtividade da vaca.

Fonte: Autoria própria.

3.2 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE ORDENHA AUTOMATIZADOS

A viabilidade técnica para a implantação de sistemas de ordenha automatizados depende, basicamente, da quantidade de animais em lactação, da disponibilidade financeira de cada produtor e da capacidade de produção da propriedade.

Empresas do ramo adotam que: o método de ordenha balde ao pé é recomendado para propriedades com capacidade de 10 até 50 animais, a ordenha

side by side ou espinha de peixe passa a ser a mais indicada para propriedades que possuam rebanho de 50 a 500 animais, enquanto o método de ordenha carrossel é viável financeiramente para propriedades que possuam acima de 500 animais.

O método de ordenha robótica simples é projetado para atender de 60 a 80 animais por dia e, caso o produtor possua mais animais, deve dividir os animais a serem ordenhados em estábulos. Por exemplo, se o produtor possuir um rebanho de 400 animais, são necessários seis robôs de atuação simples para a ordenha, sendo que os animais são divididos em seis estábulos com 60 animais aproximadamente, para não sobrecarregar os robôs. Os sistemas de ordenha robótica com atuação dupla podem atender de 120 a 160 vacas por dia, reduzindo pela metade a necessidade de estábulos.

Em pesquisas com algumas empresas do ramo de soluções da área de automação para salas de ordenhas foi possível obter os custos para a implantação de cada sistema de ordenha. Cabe ressaltar que os valores apresentados são somente em relação a aquisição dos equipamentos necessários para a ordenha automatizada atuar em pleno funcionamento. Os valores referentes à construção civil (reestruturação ou construção do estábulo) não estão inclusos nos valores apresentados.

A Tabela 5 apresenta os custos de implantação para um rebanho de 600 vacas para a ordenha *side by side* composta por conjuntos de 2 por 12 ordenhando 24 vacas simultaneamente, para um rebanho de 800 vacas para a ordenha carrossel com 32 postos e para um rebanho de 120 vacas para a ordenha robótica dupla.

Tabela 5 - Custos para implantação de sistemas de ordenha automatizada

Tipo da Ordenha	Valor Total (R\$)	Capacidade	Investimento médio/vaca (R\$)
<i>Side by side</i> (2x12)	816.070,00	600 vacas	1.360,12
Carrossel (32 postos)	1.590.000,00	800 vacas	1.987,50
Robótica dupla	1.495.500,00	120 vacas	12.462,50

Fonte: Autoria própria.

Analisando a Tabela 5, observa-se que o custo de investimento para a ordenha *side by side* e carrossel são bem parecidas, porém em relação ao uso de mão obra nestes dois métodos, se faz o uso de bastante recursos humanos, o que faz aumentar os custos com mão de obra, já o custo de investimento da ordenha

robótica é bem alta em relação aos outros métodos de ordenha, porém a utilização de mão de obra na operação da ordenha robótica é a menor, aumentando a possibilidade de maior lucratividade, já que segundo os produtores um dos maiores custos é com a mão de obra.

Conforme a Tabela 5, o valor apresentado para o sistema de ordenha robótica com atuação dupla é para atender a 120 vacas por dia. O sistema de ordenha robótica é modular, o que significa que o proprietário precisa instalar 5 robôs com atuação dupla para um rebanho de 600 animais. Inicialmente, quando se analisa o custo de implantação por animal, considera-se este investimento elevado em relação as ordenhas *side by side* e carrossel porém, o método robótico é o que apresenta a menor utilização de mão de obra e o menor custo de manutenção. A ordenha robótica possui o maior investimento médio por vaca para implantação porém, a longo prazo, é o mais rentável para o produtor que possui rebanhos acima de 500 animais.

Os dados apresentados na Tabela 5 servem para esclarecer sobre os custos envolvidos na implantação de cada um dos sistemas de ordenha automatizados.

Segundo a pesquisa realizada nas propriedades da cidade de Arapoti, o custo mais citado que o produtor busca diminuir é o custo da mão de obra. Além disto, os produtores citaram que está cada vez mais difícil encontrar pessoas interessadas em trabalhar neste tipo de processo. Todos os entrevistados afirmaram que a automação já se tornou algo necessário para que eles continuem atuando no mercado.

A automação está disponível para auxiliar na solução do problema de falta de mão de obra. Quanto maior o nível de automação utilizado na pecuária leiteira, menor é a quantidade de trabalhadores envolvidos. Logo, os custos de produção diminuem já que o maior custo de uma propriedade leiteira está totalmente ligado aos recursos humanos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após conhecer e identificar os equipamentos de automação existentes nas propriedades visitadas da cidade de Arapoti verificou-se que existem várias tecnologias voltadas para a automação na pecuária leiteira.

Muitas tarefas podem ser automatizadas nas atividades da pecuária leiteira permitindo que o tempo antes utilizado para execução das atividades de ordenha seja disponibilizado para outras atividades da propriedade. A crescente utilização de equipamentos automatizados permite a redução de custos de produção e a melhor eficiência dos processos com aumento de produtividade.

Verificou-se, também, que os produtores rurais são bem assistidos por empresas do ramo de automação, que prestam suporte técnico e disseminam conhecimento sobre a área.

Com a pesquisa verificou-se que, atualmente, nas propriedades dos grandes produtores do município se encontram o maior número de equipamentos da área de automação. Os pequenos produtores possuem poucos ou nenhum equipamento instalado, mas sabem da importância e da necessidade de sua instalação.

Ficou evidente que fatores econômicos interferem no processo de automatização da pecuária leiteira, como o alto custo de implantação dos equipamentos. A implantação da automação na pecuária leiteira no município de Arapoti está crescendo de forma lenta e gradativa porém, grande parte dos produtores sabe que é muito importante a instalação de equipamentos para a automação do processo, pois estes auxiliam na melhoria da rentabilidade do produtor e na redução do custo da mão de obra.

Através da pesquisa verificou-se que a automação do processo de ordenha é uma tendência e uma resposta ao aumento dos custos, a falta de mão de obra e a melhoria de qualidade de vida e da rotina do trabalho executado nas propriedades rurais.

A automação demanda de um grande investimento, porém se o produtor tem pretensão de crescimento e pretende se manter competitivo no mercado é necessário o uso da automação, visto que o mercado leiteiro possui oscilações de mercado.

Por meio dos benefícios apresentados conclui-se que se torna cada vez mais necessária a instalação de sistemas de automação para que o produtor rural consiga permanecer com seu agronegócio.

REFERÊNCIAS

ABADE, C. C. **Relaxar e coçar é só começar...** Copyright © 2019 AgriPoint, publicado em: 24 set. 2013. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/relaxar-e-cocar-e-so-comecar-85649n.aspx>>. Acesso em: 21 set. 2019c.

BANZATTO, E. **O paradigma da automação.** Guia Log, publicado em: fev. 2002. Disponível em: <<http://www.guialog.com.br/ARTIGO345.htm>>. Acesso em: 19 out. 2019.

BLACK, G.; RODRIGUES, R. M. C. **Levantamento Top 100 2019.** Copyright © 2019 AgriPoint. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/lp/top100-2019/ebook-top100-2019.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2019.

BOTEGA, J. V. L. **Diagnóstico da automação na pecuária leiteira.** 2005. 66 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, 2005.

CAMPOS, A. T. de. **Tipo e tamanho da sala-de-ordenha.** Agência de Informação EMBRAPA. Agronegócio do Leite. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_276_217200392411.html>. Acesso em: 31 ago. 2019.

CEMBRANELLI, M. A. R. **Cuidados e funcionamento de ordenhadeiras.** Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, publicado em: 02 dez. 2010. Disponível em: <<http://www.girolando.com.br/index.php?paginasSite/tecnico,50>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

COOPERCITRUS. **Cooperado implanta e aprova sistema de ordenha carrossel.** Copyright© 2019 Coopercitrus: Cooperativa de Produtos Rurais. Disponível em: <<http://www.coopercitrus.com.br/index.php?pag=revista&p=materia&codigo=186>>. Acesso em: 31 ago. 2019.

DALLAPÍCOLA, K. T.; COELHO JUNIOR, T. P.; SOUZA, M. A. V. F. de. **A gestão do conhecimento na produção automatizada de leite ordenha.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010. São Carlos, São Paulo. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_120_784_17080.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2019.

DELAVAL. **Escova giratória**. Copyright© 2018 DeLaval Inc. Disponível em: <<https://www.delaval.com/pt-br/our-solutions/cow-comfort/cow-brushes/>>. Acesso em: 21 set. 2019.

EMBRAPA. **Automação e agricultura de precisão**. Portal EMBRAPA, 2019a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-mecanizacao-e-agricultura-de-precisao/nota-tecnica>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

EMBRAPA. **Trajatória da agricultura brasileira**. Portal EMBRAPA, 2019b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

FORMIGA, H. M. S. **Desafios do agronegócio brasileiro no século XXI**. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/boletins-legislativos/bol76>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

GEA. **Detecção de cio e gerenciamento de saúde CowScout**. Copyright© GEA Group Aktiengesellschaft 2019a. Disponível em: <<https://www.gea.com/pt/products/activity-detection-cowscout.jsp>>. Acesso em: 12 set. 2019.

GEA. **Salas de ordenhas paralelas**. Copyright© GEA Group Aktiengesellschaft 2019b. Disponível em: <<https://www.gea.com/pt/productgroups/milking-systems/milking-parlors/side-by-side-parlours/index.jsp>>. Acesso em: 10 set. 2019.

GEA. **Sistemas de ordenha robotizados**. Copyright© GEA Group Aktiengesellschaft 2019c. Disponível em: <<https://www.gea.com/pt/productgroups/milking-systems/automatic-milking-systems/index.jsp>>. Acesso em: 11 set. 2019.

GEA. **Raspador de corredor de free stall com cabo**. Copyright© GEA Group Aktiengesellschaft 2019d. Disponível em: <<https://www.gea.com/pt/products/free-stall-alley-cleaner-with-cable.jsp>>. Acesso em: 21 set. 2019.

IBGE. **Agricultura produção município Arapoti**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/arapoti/pesquisa/18/16459?localidade1=41&localidade2=0>>. Acesso em: 05 out. 2019.

LELY. **Programa Lely T4C**. Disponível em: <<http://www.lelyt4c.com/pt/#info>>. Acesso em: 19 out. 2019.

LUZ_PLANILHAS_EMPRESARIAIS. **Controle de gado leiteiro**. Copyright © 2019 LUZ Planilhas. Disponível em: <<https://luz.vc/products/planilha-de-controle-de-gado-leiteiro-excel>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

MACULAN, R.; LOPES, M. A. **Ordenha robotizada de vacas leiteiras**: uma revisão. 2016. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Zootecnia, Minas Gerais, 2016.

MAMEDE, J. F. **Instalações elétricas industriais**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 753 p.

MAPA. **Agropecuária brasileira em números**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

MELO, B. **Aplicativos facilitam a gestão da pecuária leiteira**. Revista Balde Branco, publicado em: 17 ago. 2016. Disponível em: <<http://www.baldebranco.com.br/aplicativos-facilitam-gestao-da-pecuaria-leiteira/>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

MIOSO, L. S. **Entendendo a produção de leite e minimizando os riscos de contaminação**. Copyright © 2019 AgriPoint, publicado em: 03 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/entendendo-a-producao-de-leite-e-minimizando-os-riscos-de-contaminacao-104746n.aspx>>. Acesso em: 20 set. 2019b.

PAIVA, C. A. V.; *et al.* **Sistema de ordenha automática**. EMBRAPA Gado de Leite, Complexo Multiusuário de Bioeficiência e Sustentabilidade da Pecuária, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1037874/sistema-de-ordenha-automatico>>. Acesso em: 26 out. 2019.

PEREIRA, T. **As principais raças de gado leiteiro utilizadas no Brasil**. Disponível em: <<https://www.comprerural.com/as-principais-racas-de-gado-leiteiro-utilizadas-no-brasil/>>. Acesso em: 26 out. 2019.

REVISTA_AGROPECUÁRIA. **Potencialidades e desafios da criação de gado de leite no Brasil!** Copyright© © 2019 Revista Agropecuária. Disponível em: <<http://www.revistaagropecuaria.com.br/2019/07/03/potencialidades-e-desafios-da-criacao-de-gado-de-leite-no-brasil/>>. Acesso em: 26 out. 2019.

RIBEIRO, M. A. **Automação industrial**. 4. ed. Salvador: Tek Treinamentos & Consultoria, 2001. 498 p.

SEBRAE. **Novos tempos**: as mudanças no perfil dos produtores rurais e na administração de fazendas. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Disponível em: <<https://sebrae.ms/plano-de-negocios/mudanca-no-perfil-dos-produtores-rurais/>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

SENAR. **Pecuária de precisão é opção para produtor se ajustar ao mercado**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). Disponível em: <<http://www.senar.org.br/agricultura-precisao/pecuaria-de-precisao-e-opcao-para-produtor-se-ajustar-ao-mercado/>>. Acesso em: 19 out. 2019.

TAGUCHI, V. **Como eles produzem o melhor leite do mundo?** Revista Globo Rural. Copyright© 2019 Editora Globo. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT315178-18283,00.html>>. Acesso em: 31 ago. 2019.

VILELA, D. **Como a pesquisa e a inovação poderão contribuir para o desenvolvimento da pecuária de leite nacional?** Copyright © 2019 AgriPoint. Publicado em: 08 dez. 2014. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/espaco-aberto/como-a-pesquisa-e-a-inovacao-poderao-contribuir-para-o-desenvolvimento-da-pecuaria-de-leite-nacional-92467n.aspx>>. Acesso em: 07 ago. 2019.