



**XXIX Congresso Brasileiro de Custos**  
16 a 18 de novembro de 2022  
- João Pessoa / PB -



## **Robotização na ordenha leiteira e o conceito do Agronegócio 4.0**

**Antonio Zanin** (UFMS) - zanin.antonio@ufms.br

**Silvana Dalmutt Kruger** (UFMS) - silvanak@unochapeco.edu.br

**JENIFER FERREIRA GONZAGA** (Unigran) - jenifg@gmail.com

**ROSAMARIA COX MOURA LEITE PADGETT** (UFMS) - rosamaria.leite@ufms.br

### **Resumo:**

*O artigo teve por objetivo identificar os benefícios da robotização na ordenha leiteira dentro do conceito do Agronegócio 4.0. O estudo foi realizado a partir do ambiente de uma propriedade rural que implementou a robotização na ordenha leiteira em 2021. A análise considera de forma comparativa as informações do processo de ordenha mecanizada (70 animais) com a implantação da robotização (aumento do plantel para 107 cabeças). Os resultados evidenciam entre os benefícios da robotização a redução da demanda de atividades manuais, contribuindo com a redução na mão de obra direta, na redução de custos, tendo em vista que o robô controla o consumo e produtividade por matriz. Além dos aspectos operacionais, a robotização traz benefícios informacionais ao gestor, possibilitando controlar a produção diária por matriz leiteira, qualidade do leite, o consumo, a temperatura (em caso de alguma doença), período fértil e evita desperdícios ou perda de produção, quando existe necessidade de descarte de alguma ordenha. De forma geral, os resultados evidenciam benefícios nos aspectos relacionados com a alimentação das matrizes leiteiras, no controle de saúde e bem-estar animal, na produtividade e com a mão de obra. Destaca-se que os investimentos realizados em tecnologia, conforme preconiza o Agronegócio 4.0, contribui com melhorias operacionais (demanda de mão de obra) e na produtividade, que pode beneficiar a satisfação dos produtores rurais com a atividade leiteira.*

**Palavras-chave:** *Produção de leite. Robotização. Ordenha leiteira. Agronegócio 4.0*

**Área temática:** *Custos aplicados ao setor privado e terceiro setor*

## **Robotização na ordenha leiteira e o conceito do Agronegócio 4.0**

### **RESUMO**

O artigo teve por objetivo identificar os benefícios da robotização na ordenha leiteira dentro do conceito do Agronegócio 4.0. O estudo foi realizado a partir do ambiente de uma propriedade rural que implementou a robotização na ordenha leiteira em 2021. A análise considera de forma comparativa as informações do processo de ordenha mecanizada (70 animais) com a implantação da robotização (aumento do plantel para 107 cabeças). Os resultados evidenciam entre os benefícios da robotização a redução da demanda de atividades manuais, contribuindo com a redução na mão de obra direta, na redução de custos, tendo em vista que o robô controla o consumo e produtividade por matriz. Além dos aspectos operacionais, a robotização traz benefícios informacionais ao gestor, possibilitando controlar a produção diária por matriz leiteira, qualidade do leite, o consumo, a temperatura (em caso de alguma doença), período fértil e evita desperdícios ou perda de produção, quando existe necessidade de descarte de alguma ordenha. De forma geral, os resultados evidenciam benefícios nos aspectos relacionados com a alimentação das matrizes leiteiras, no controle de saúde e bem-estar animal, na produtividade e com a mão de obra. Destaca-se que os investimentos realizados em tecnologia, conforme preconiza o Agronegócio 4.0, contribui com melhorias operacionais (demanda de mão de obra) e na produtividade, que pode beneficiar a satisfação dos produtores rurais com a atividade leiteira.

Palavras-chave: Produção de leite. Robotização. Ordenha leiteira. Agronegócio 4.0.

Área Temática: Custos aplicados ao setor privado e terceiro setor

### **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2019), a população mundial em 2050 será de 9,7 bilhões. No entanto, a expansão de terras agrícolas é restrita e para atender essa demanda, o Brasil deverá elevar 40% da sua produção (Massruhá, 2020). Com a alta demanda e a quantidade de terra sendo a mesma, não podendo ser expandida, a tecnologia torna-se fator indispensável para o aumento da produtividade (Vieira Filho, 2010, Silva & Cavichioli, 2020).

Para a cadeia produtiva do leite que é uma das principais atividades econômicas do Brasil também não é diferente (Zanin, Dal Magro, Bugalho, Morlin, Afonso, & Sztando, 2020), especialmente porque a produção leiteira desempenha relevante papel social, contribuindo com a geração de empregos diretos e indiretos, bem como na geração de renda e na otimização da mão de obra familiar rural (Kruger, Bergamin, & Gollo 2021).

O Brasil ocupa o sexto lugar no ranking mundial de produção de leite. Os estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Santa Catarina, produzem juntos cerca de 74,42% do volume de litros. Em 2019, a produção atingiu 34,8 bilhões de litros, conforme dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2020).

Embora à expansão da produção de leite e o volume produzido, Vilela, Resende, Leite e Alves, (2017), associam problemas como mudanças climáticas, falta de políticas públicas e escassez de mão de obra aos problemas do setor, e destaca a importância da utilização de tecnologias na produção, que possibilitem o aumento da eficiência produtiva, que leva a maior rentabilidade da atividade. Gomes, Ervilha, Freitas e Nascif (2018), apontam fatores como baixo nível de conhecimento e falta de assistência técnica como fator limitante de crescimento.

Neste sentido, o uso de tecnologia para o processo de ordenha (robotização), evidencia diversas vantagens em relação à ordenha mecânica ou manual. Na busca por melhores resultados muitos produtores adotaram a ordenha mecânica em substituição da ordenha manual, que limitava o crescimento da produção. Nesta mesma perspectiva a ordenha robotizada propõe melhorias e diversas vantagens (Pacassa, Zanin, Villani & Lima, 2022). O sistema de ordenha robotizada, realiza diversas atividades sem a intervenção direta do homem, entre elas: controla a entrada e saída dos animais, fornece alimentação durante a ordenha, realiza a limpeza e higienização do úbere e tetos, coloca e retira as teteiras, diagnostica mastite e desinfecção pós ordenha, lava o piso. Também gera relatórios informacionais de produção e saúde animal (Botega, Braga Júnior, Lopes & Rabelo, 2008; Maculan & Lopes, 2016; Feuz & Larsen, 2020).

A partir do avanço da utilização da tecnologia nas propriedades rurais, surgem as discussões e o contexto das vantagens do Agronegócio 4.0. Segundo Massruhá (2020) o escopo do Agronegócio 4.0 abrange agricultura e pecuária de precisão, automação e robótica, com ênfase no uso de *big data* e internet das coisas. A inserção de tecnologias como a inteligência artificial, robótica e constante análise de dados, podem contribuir com a redução de custos e no aumento da produtividade (Kagermann, 2013; Crews, 2019). No entanto, a Embrapa (2020) alerta que o sistema de ordenha robotizada deve ser bem planejado e adequado às características de cada propriedade rural e aos objetivos do gestor rural.

Neste contexto, surge a problemática norteadora do estudo: Quais benefícios a robotização na ordenha leiteira pode proporcionar para uma propriedade rural? Com o objetivo de identificar os benefícios da robotização na ordenha leiteira dentro do conceito do Agronegócio 4.0.

A pesquisa evidencia-se pertinente pela necessidade de conhecer como o Agronegócio 4.0 contribui na identificação dos benefícios do sistema de ordenha robotizada. Franco Neto & Lopes (2014), indicam a necessidade de estudos que evidenciem as características do sistema de ordenha robotizado, considerando o aumento da produção, qualidade do leite e planejamento do sistema, bem como a viabilidade econômica de investimentos na implantação desta tecnologia.

A literatura também evidencia a importância da gestão de dados e informações, que podem beneficiar o processo de gestão e tomada de decisões (Ramamany & Chowdhury, 2020). Assim, espera-se contribuir com a literatura sobre o Agronegócio 4.0 na pecuária leiteira e auxiliar gestores rurais na identificação das condições necessárias para a maximização dos benefícios do sistema de ordenha robotizada. Além disso, almeja-se cooperar com demais interessados na cadeia de valor como governo, indústria, distribuidores e consumidores ao aportar informações sobre a robotização na ordenha leiteira dentro do conceito de Agronegócio 4.0.

## **2 Perspectivas do agronegócio 4.0 na atividade leiteira**

A Indústria 4.0 é considerada a Quarta Revolução Industrial, devido à grande presença das tecnologias avançadas. A tecnologia tem como origem a “Internet das

coisas”, onde equipamentos, sensores, câmeras entre outros equipamentos, trocam informações entre si em tempo real (Wiendahl, 2012; Schwab, 2016).

A revolução veio com tecnologias como: Inteligência Artificial, Internet das Coisas, Big Data, Impressão 3D, Cloud Computing, Machine Learning, entre outros, reduzindo os custos e aumentando a produção (Kagermann, 2013; Crews, 2019). Salkin, Oner, Ustundag e Cevikcan (2018), apontam avanços tecnológicos que a Indústria 4.0 é fundamentada: robótica adaptativa; análise de dados e inteligência artificial (análise *bigdata*); simulação; sistemas incorporados; comunicação e rede, como internet industrial; sistemas em nuvem; manufatura aditiva; e tecnologias de virtualização.

A indústria 4.0 excedeu os limites das indústrias e migrou para diversos setores da economia, como o setor agrícola. O conceito 4.0 permite a tomada de decisão em tempo real e maior liberdade no processo de decisão (Salkin *et al.*, 2018). Com o conceito do 4.0 na agricultura, surge o Agronegócio 4.0, com uma melhor gestão conectada à alta tecnologia, maior produtividade e uma melhor conservação do ambiente nas atividades de agricultura e pecuária (Braun, Colangelo, & Steckel, 2018; Esperidião, Santos & Amarante, 2019; Fernandes, Barros, & Hamatsu, 2020).

O Agronegócio 4.0 utiliza tecnologias como rede de sensores, comunicação máquina para máquina, computação em nuvem, soluções analíticas com elevados volumes de dados retirados da produção para tomada de decisão. Com isso, possibilita aumento de produtividade, melhor utilização dos insumos, redução de custos de mão de obra, redução nos erros, processo menos burocrático e menor impacto no ambiente, possibilitando a utilização de uma agricultura de precisão, automatizada e robotizada (Massruhá, 2020).

A limitação do Brasil em utilizar o Agronegócio 4.0 entre a maior parte dos produtores rurais, é o alto custo de investimento, importante item para o crescimento e desenvolvimento agrícola e a capacitação das pessoas que utilizarão as ferramentas digitais é de extrema importância (Esperidião *et al.*, 2019). Todavia, potencializar a produção de alimentos com menos recursos torna-se oportunidade para o agronegócio brasileiro, diante da demanda mundial de alimentos (Pacheco & Reis, 2020).

Para desenvolver inovação, também podem ser utilizadas ou desenvolvidas tecnologias. A inovação pode ser considerada como parte de uma criação, onde antigos hábitos são substituídos por novos, ainda, mudanças e entregas de novas capacidades aos recursos já existentes na empresa, também podem ser considerados inovação, porque geram oportunidade para crescimento e redução de custos (Drucker, 2008).

Na produção leiteira a utilização de ordenhas robóticas, contribui para a produtividade. O “robô consiste em um braço mecânico que realiza todas as tarefas do processo da ordenha de forma autônoma”, sendo um sistema que executa toda a atividade sem intervenção humana. Gerando posteriormente relatórios com informações como qualidade do leite, saúde do animal, entre outras informações (Vilela *et al.*, 2017; Maculan & Lopes, 2016).

A utilização da robótica na ordenha está sendo incitada pelo retorno econômico, originado da eficiência do processo e na aplicação dos insumos (Oliveira, 2009). No entanto, devido aos altos custos para a implantação, os robôs são mais utilizados em países desenvolvidos, principalmente nos países europeus (Salfer, Minegishi, Berning, & Endres, 2017). No Brasil, o sistema robotizado está em poucas propriedades, devido ao alto custo dos equipamentos que são importados (Botega *et al.*, 2008).

Contudo, mesmo com o custo de investimento elevado, as vantagens da utilização do sistema robotizado são significativas, destacando a automação do sistema, onde o animal apresenta espontaneamente para a ordenha, onde é alimentado, realizando dessa forma o incentivo. Permanecendo ao gestor, apenas o gerenciamento dos animais, para evitar competição na fila da ordenha (Maculan & Lopes, 2016). Além das vantagens de custos com mão de obra, controle de qualidade, proporciona ao produtor um melhor estilo de vida e aumenta a produção de leite, por realizar maior frequência de ordenha (Salfer *et al.*, 2017; Vik, Straete, Hansen, & Naerland, 2019; Pacassa *et al.*, 2022).

A atividade leiteira apresenta disparidades entre as regiões produtoras e características que diferenciam os produtores de leite, principalmente pelo seu padrão tecnológico, conseqüentemente, existem diferentes níveis de produtividade (Almeida, Freitas, Pauli, & Montoy, 2022). Neste sentido, além de investir em tecnologias como a robotização na ordenha, o Brasil necessita melhorar o processamento e a comercialização do leite, melhorando a qualidade e adquirindo práticas mais sustentável no processo (Vilela *et al.*, 2017).

Córdova, Alessio, Cardozo e Thaler Neto (2018), indicam a importância do acompanhamento do manejo das matrizes, da produtividade leiteira e do bem-estar animal para avaliação dos resultados. Ainda, o controle econômico da atividade torna-se relevante para medir o desempenho, avaliar a viabilidade financeira e corrigir adversidades (Kruger, Pesente, Zanin & Petri, 2019; Kruger, Cecchin, & Moraes, 2020).

### 3 Procedimentos Metodológicos

Nesta seção, apresentam-se os procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa, a qual se caracteriza, no que tange aos objetivos, como descritiva, realizada por meio de estudo de caso e análise de cunho qualitativo.

O estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural do Oeste de Santa Catarina, com objetivo de analisar os benefícios proporcionados pela ordenha robotizada, a qual mantém o plantel de matriz leiteiras no sistema de *compost barn*.

A coleta dos dados ocorreu em julho de 2022, por meio de visita com entrevista semiestruturada junto ao gestor da propriedade leiteira. A entrevista foi gravada, tendo duração de 37 minutos. Posteriormente realizou-se a visita junto às instalações da propriedade rural para conhecer as etapas de produção, o processo de ordenha e cuidados com o desenvolvimento da atividade leiteira.

A propriedade rural, ambiente deste estudo está localizada no Oeste Catarinense e trabalha com leite a aproximadamente 22 anos, sendo a principal atividade da entidade. Trata-se de uma propriedade de pequeno porte com 25 hectares. Para alimentar todo rebanho, possui outros 25 hectares arrendados os quais são utilizados para fazer a silagem de milho e o feno.

A mão de obra é familiar, sendo realizada pelo casal e mais um filho de 20 anos. Eventualmente são contratados terceiros para auxiliar no momento de fazer o feno e a silagem de milho (para a alimentação dos animais). A análise permite identificar as etapas implementadas na atividade leiteira a partir da robotização da ordenha, considerando as informações armazenadas pelo sistema (robôs), quanto à ordenha, alimentação das matrizes, produtividade e calendário, bem como apresenta-se na forma de Tabela a síntese das vantagens percebidas pelo gestor a partir da implementação da robotização na propriedade rural.

#### 4 Análise e interpretação dos resultados

A partir da visita e entrevista realizada com o gestor da propriedade rural, identificou-se que a ordenha robotizada foi implantada em dezembro de 2021, quando existiam em torno de 70 matrizes em lactação. Atualmente (julho/2022), o plantel em lactação é de 107 vacas. Os dois robôs possuem capacidade para ordenhar entre 120 e 140 vacas/dia. Desta forma houve a necessidade de compra de novilhas para que em breve atinja a capacidade instalada dos robôs. A Figura 1 apresenta a imagem do Robô e de uma matriz em processo de ordenha.

**Figura 1:** Processo de ordenha no Robô



Fonte: Imagens da propriedade rural (2022).

A partir da implantação do sistema robotizado, as matrizes leiteiras são identificadas com um colar no pescoço o qual contém um chip e registra de forma individual o controle de cada ordenha. Atualmente por existir ociosidade no processo, não há limitação no número de ordenhas diárias, mas o sistema pode ser ajustado para o tempo de 6 horas por exemplo.

Entre as vantagens da robotização está o controle do leite por matriz. O sistema tem um dispositivo que separa o leite descartado, pois quando uma matriz leiteira é medicada, é lançado no sistema, o qual respeita a carência que pode ser de um dia ou até 3 dias. No momento da ordenha, vai para um recipiente esgoto, evitando a perda de toda a produção.

O sistema robotizado permite medir a qualidade do leite (gordura, proteína). No caso das células somáticas, faz o controle individual por matriz. Controla o número de visita de cada vaca aos robôs para ordenha, fornecendo informação das últimas 24 horas e dos últimos 7 dias, possibilitando que o produtor acompanhe a produtividade e identifique problemas. A média da produção do rebanho é de 30,5 litros de leite vaca/dia. O número de ordenha de cada vaca não é uniforme tendo uma média de 3,2 ordenhas/dia.

O robô realiza o controle individual de cada matriz, incluindo o tempo de lactação. Por exemplo: uma vaca recém parida (por aproximadamente 60 dias), é desafiada a produzir mais por meio de uma quantidade maior de ração. Neste caso, cada matriz recebe a alimentação de acordo com o ciclo de produção. Também é controlado no sistema quando a vaca é inseminada e no final do período de lactação

o robô reduz a quantidade de ração e informa o momento de parar a ordenha, pois deve ser preparada para o novo ciclo de lactação (aproximadamente 60 dias, por isso recebe menos ração). Estas atividades garantem controle para o produtor, mas também favorecem o cuidado com as matrizes, garantindo melhores condições de bem-estar animal, o que pode favorecer sua produtividade a médio prazo.

Outra informação importante, é identificar quais vacas estavam no cio nas últimas 24 horas. Nesse caso, o robô indica a hora mais apropriada para se fazer a inseminação, reduzindo o número de matrizes leiteiras que não ficam prenhas. Nesta etapa o produtor indica também a vantagem de adquirir o sêmen sexado, embora tenha maior custo, possui 90% de probabilidade de nascer fêmea), pois na produção de leite, é importante formar novas matrizes para repor o rebanho.

O robô auxilia inclusive na decisão do momento de descarte de matrizes, por passar informações de produção, ou seja, tendo informações individualizadas de cada animal, pode-se tomar decisões quando a matriz leiteira possui baixa produtividade. Apresenta-se a seguir na Tabela 1 as informações que o robô informa diariamente ao gestor rural:

**Tabela 1: informações do sistema robotizado**

<b>Ordenha</b>	<b>Controle por úbere</b>	<b>Calendário</b>	<b>Alimentação</b>
Produção diária	Condutividade	Status da reprodução	Total/restante ontem
Desvio na produção diária	Cor	Data da última inseminação	Ruminação (minutos)
Produção de leite esperada	Tempo morto de ordenha (parada)	Nº de inseminações	
Ordenhas (média)	Tempo de ordenha	Data do parto	
Falhas de hoje		Secagem esperada	
Recusas de hoje			
Intervalo			
Temperatura da última ordenha			
Separa leite contaminado			

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se que as informações controladas pelo robô, permitem identificar dados da ordenha, controle de produção por tetos, calendário de produção por matriz e alimentação diária. Observa-se na Tabela 1 que o gestor pode identificar o destino total do leite adequado para consumo, matriz leiteiras vacinadas e leite colostro (matriz leiteiras recém paridas). O robô separa o leite colostro o qual segue por uma canaleta para outro recipiente onde é coletado e usado para alimentar bezerras, bem como faz a separação em casos de matrizes que estejam medicadas.

O gestor indicou que das 107 matrizes leiteiras ordenhadas pelos robôs, não precisou descartar nenhuma, todas se adaptaram ao sistema. Ele relata inclusive que *“tinha 2 vacas que na ordenha mecanizada davam coices, e era necessário amarrar a perna para lavar os tetos para ordenha. Nos robôs, incomodaram um pouco durante 2 dias, mas agora são muito tranquilas. De forma geral as matrizes gostam dos robôs”*. Mas pode ocorrer descartes por ter matriz leiteira com úberes fora de padrão, ou seja, com úberes abaixo de 30 cm, pois o robô não consegue colocar o braço por baixo da matriz leiteira.

Quanto à alimentação das matrizes, elas recebem concentrado (ração), a cada 17,5 Kg produzem 100 litros de leite. Além da alimentação fornecida enquanto ocorre a ordenha, as matrizes leiteiras recebem uma alimentação de feno, silagem de milho e 5 kg de ração, independente da produção. O produtor consegue acompanhar o

consumo por cabeça, bem como a matriz com maior produção diária (como por exemplo, neste dia da entrevista houve uma vaca com produção de 59 litros, embora ela já produziu 70 litros/dia).

Ainda, é possível detalhar informações do número de dias em que está em lactação e dias prenha, bem como ver a projeção da produção de lactação e os níveis de gordura e lactação de forma histórica, sobre cada matriz. *“Outro relatório, é sobre a saúde de cada matriz, por exemplo, a matriz leiteira 70, tem a informação de condutividade no teto esquerdo da frente, por enquanto aparece somente como observação, pois está com índice de 89, a partir de 85 é considerado mastite, e o leite deste teto será descartado”*. Segundo o gestor, essa é outra vantagem do robô, pois ele descarta apenas o leite deste teto, e não prejudica o armazenamento de toda a produção, o que possivelmente ocorre numa propriedade que não tenha a robotização. Nestas situações o robô faz a lavagem no resfriador e nos equipamentos/canos, bem como utiliza outro recipiente paralelo (com capacidade de 300 litros), ou seja, se entrar na ordenha uma matriz leiteira com necessidade de descarte do leite, o robô faz a limpeza antes de iniciar uma nova ordenha. Também existe um resfriador específico para o robô, pois quando o leiteiro está coletando o leite, o robô continua ordenhando, funcionando 24 horas por dia.

A produtividade da propriedade rural também melhorou a partir do investimento realizado, anteriormente a ordenha mecanizada era realizada 2 vezes por dia, tendo uma média de 28 a 31 litros dia por matriz leiteira. Atualmente, com o novo sistema, a média é de 32 a 35 litros/dia/vaca, no entanto, houve aumento de 50% no plantel de matrizes leiteiras. Proporcionalmente o sistema permitiu aumentar a produção com redução no consumo de ração. Anteriormente no sistema mecanizado, a produção era de 2,5 litros de leite por Kg de ração consumida. Atualmente a produção é de 3,2 litros de leite por kg de ração.

A água e energia elétrica aumentaram proporcionalmente, cerca de 40%. Quanto aos materiais de limpeza (detergentes ou químicos) não se alterou, comparando com os gastos da ordenha mecanizada. No contexto da mão de obra, o gestor indica uma das principais vantagens do processo de robotização, pois mesmo com o aumento do plantel de matrizes leiteiras é possível manter a execução das atividades apenas com a mão de obra familiar (3 membros da família). De acordo com o gestor, considerando sua estrutura: *“Com os robôs, se uma pessoa se dedicar somente à essa atividade, seria possível manter a produção: tratar, limpar, medicar, inseminação etc. Com esse número de matrizes leiteiras no sistema de ordenha mecanizada seria necessário de 4 a 5 pessoas trabalhando, considerando as 3 ordenhas como o robô realiza, teria uma demanda de no mínimo 5 pessoas”*.

Além da demanda com o cuidado da ordenha do plantel leiteiro, existe a preocupação com produção de insumos para a alimentação, pois utiliza 25 hectares próprios e possui 25 arrendados. Para a próxima safra, precisará dispor de 60 hectares para alimentar todo o rebanho, considerando o aumento de animais. O gestor também indica que possui terceirizados apenas para auxiliar na colheita do feno e para fazer a silagem.

Neste sentido, a mão de obra é uma das principais preocupações no desenvolvimento da atividade, especialmente porque a atividade exige dedicação integral. *Conforme o gestor para produzir leite “não tem feriados e/ou finais de semana, por isso há dificuldade de contratar mão de obra para a atividade, especialmente por conta da necessidade de horas diárias de trabalho”*. Conseqüentemente esse custo da mão de obra também pode ser outra dificuldade para viabilizar a contratação de terceiros.

Na Tabela 2 apresenta-se uma síntese das principais percepções das vantagens identificadas na implementação da robotização na atividade leiteira.

**Tabela 2: Principais vantagens identificadas a partir da implantação da robotização**

Características	Ordenha mecanizada	Robotização
Alimentação dos animais	Dieta à base de feno, silagem, feno e ração, distribuídas no galpão.	Controle da alimentação por animal, conforme sua produtividade e fase de produção. Controle da qualidade do leite e produção por tetos.
Saúde e bem-estar animal	Controle periódico com auxílio de médico veterinário e planilhas.	Controle por matriz, com medição da temperatura e qualidade do leite diariamente. Identificação do período adequado para inseminação. O controle da qualidade do leite permite descartar o leite por tetos, evitando desperdícios e prejuízos com descarte.
Produtividade do plantel	Média de 60 a 70 mil litros/mês, sendo 28 a 31 litros dia por matriz leiteira.	Média de 90 a 100 mil litros/mês, média é de 32 a 35 litros/dia/matriz leiteira.
Mão de obra	Demanda de 4 a 5 pessoas para suprir o processo de ordenha, alimentação e cuidados com o plantel. Além da demanda no processo do plantio e colheita.	Demanda de 1 a 2 pessoas para suprir o processo de ordenha, alimentação e cuidados com o plantel, mesmo com o aumento da quantidade de animais. A demanda de pessoas permanece no processo de plantio e colheita.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da pesquisa.

Observa-se na Tabela 2 uma síntese das principais vantagens apontadas pelo gestor, quanto à implementação da ordenha robotizada na propriedade rural. No contexto econômico, a produção anterior que era de 60 a 70 mil litros/mês, passou para 90 a 100 mil litros/mês. Ainda, o sistema robotizado permite controlar a produção diária por matriz leiteira, no computador, o registro de cada ordenha, a produção da matriz leiteira, inclusive por cada teto. Tais controles garantem a análise de produtividade e saúde das matrizes, evitando desperdícios.

O produtor rural indica que um dos problemas enfrentados inicialmente com a mudança para o sistema robotizado, foi aumentar o número de matrizes leiteiras para otimizar a capacidade instalada dos robôs, pois tiveram que adquirir animais de outros produtores. A partir de agora pretendem atingir o número máximo de matrizes para a capacidade de ordenha do robô, com novilhas criadas na propriedade.

Quanto às perspectivas com a manutenção, o gestor indica que *“se estragar o robô, haverá gastos superiores, porque a mão de obra especializada é mais cara, pois precisa chamar um técnico especializado, pagar deslocamento e horas de trabalho”*. Considerando relatos de outros gestores, ele destaca que *“propriedades que já implantaram robôs, encontraram diferenças de manutenção de 30 a 40% a mais com os robôs”*.

O investimento realizado pelo produtor totalizou cerca de R\$ 2.300.000,00, sendo cerca de R\$1.890.000,00 dos robôs, R\$ 190.000,00 resfriador e gerador, além da construção da estrutura para os robôs R\$ 220.000,00 e ampliação do confinamento dos animais. O prazo contratado para pagar o financiamento foi de 10 anos. *“Considerando o aumento no preço do leite e que é possível atingir a capacidade projetada de 4 mil litros por dia no primeiro ano do sistema robotizado, não teremos dificuldades em pagar o investimento. O contrato prevê pagamento apenas dos juros nos 3 primeiros anos (de 6 em 6 meses), tendo tempo para completar a capacidade instalada”*.

Quanto à informação de controle das receitas e despesas do mês, o produtor indica que possui registros contábeis e acompanha os resultados, a margem bruta está em torno de 50%. Neste sentido, o gestor indica que está plenamente satisfeito com a implementação da robotização na propriedade rural, não somente pelas vantagens financeiras, mas pela melhoria na qualidade das atividades, especialmente por reduzir trabalhos manuais e evitar a contratação de mão de obra de terceiros. O gestor possui um filho que atua na atividade, com interesse em dar continuidade ao negócio, garantindo o processo de sucessão familiar no futuro.

Considerando a satisfação do gestor com os resultados da atividade, ele também comentou que *“a atividade leiteira se destaca frente a outros investimentos no meio rural, porque possui entrada de caixa mensal, contribuindo com a renda familiar e o sustento da família no meio rural”*, bem como ele considera que o retorno do investimento é viável e satisfatório”.

Neste sentido as informações de controle e análise dos resultados das atividades desenvolvidas no meio rural são relevantes para a avaliação do desempenho das atividades (Kruger *et al.*, 2020), especialmente para o controle e análise dos resultados da atividade leiteira (Kruger *et al.*, 2019). O estudo corrobora com as recomendações de Franco Neto & Lopes (2014), evidenciando as características do sistema de ordenha robotizada e comparando resultados econômicos, demonstrando que a tecnologia proposta pelo Agronegócio 4.0, pode favorecer o aumento da produção, o controle da qualidade do leite e a análise de resultados.

A análise permite observar que os investimentos em tecnologias melhoram os processos e contribuem com a melhoria da qualidade, corroborando com as indicações de Vilela *et al.* (2017), assim como com os achados de Córdova *et al.*, (2018), demonstrando a importância da robotização para o acompanhamento do manejo das matrizes, do bem-estar animal e da produtividade leiteira, conseqüentemente favorecerá a avaliação e gestão dos resultados.

## **5 Considerações Finais**

O artigo teve por objetivo identificar os benefícios da robotização na ordenha leiteira dentro do conceito do Agronegócio 4.0. A análise considerou de forma comparativa as percepções e informações do processo de ordenha mecanizada, com a implantação da robotização na propriedade rural estudada.

Os resultados permitem observar diversos benefícios com a robotização na ordenha leiteira:

- (i) redução da demanda de atividades operacionais e manuais, contribuindo com os gestores na redução na mão de obra familiar e de terceiros (redução de mão de obra).
- (ii) gestão de informações, possibilitando controlar a produção diária por matriz leiteira, qualidade do leite, o consumo, a temperatura (em caso de alguma doença), período fértil, etc. O robô controla a produtividade por matriz. Esse controle evita perda de produção, especialmente quando existe necessidade de descarte de alguma ordenha, por conta de doença.
- (iii) melhoria na saúde e bem-estar animal, o robô controla a alimentação individual das matrizes leiteiras, observando a necessidade de aumento de insumos para vacas que tiveram crias recentes, daquelas que estão em fase final de lactação ou inseminação, conseqüentemente também ocorre melhoria na produtividade do plantel.

- (iv) redução de custos, tendo em vista que o robô controla o consumo e a produtividade por matriz leiteira, essa gestão individual por cabeça, gera economia de gastos.
- (v) satisfação dos produtores rurais com a atividade leiteira, a partir da relação entre investimentos realizados e retorno econômico-financeiro da atividade.

A implementação da robotização evidencia que as atividades realizadas pelo robô, garantem controle para o produtor, favorecendo o cuidado com as matrizes, garantindo melhores condições de bem-estar animal. Também favorece a redução da demanda de mão de obra, sendo uma das dificuldades identificadas para o desenvolvimento da produção, já que existe a necessidade de cuidados 24 horas/dia. Outra percepção identificada com a robotização se relaciona com a gestão das informações e custos, já que o sistema oferece esse controle para a análise e acompanhamento do gestor. No contexto evidenciado, o gestor relata sua satisfação com a implementação do sistema robotizado, não somente pelas vantagens financeiras percebidas, mas pela redução da demanda de trabalho.

De forma geral, pode-se destacar que os resultados demonstram a relevância de investimentos em tecnologias, no contexto do Agronegócio 4.0, visando melhorar a produtividade, a qualidade do leite, o manejo das matrizes e seu bem-estar, contribuindo com a geração de informações para controle, planejamento e gestão dos resultados.

O estudo contribui com discussões acerca da necessidade de investimentos e financiamento, além de políticas públicas que possam favorecer à agricultura familiar e os pequenos produtores rurais, especialmente para potencializar a permanência dos jovens no meio rural, como sucessores dos empreendimentos existentes. Destaca-se neste sentido a relevância do papel da contabilidade para a análise dos resultados econômico-financeiros, para relacionar o desempenho econômico com a produtividade leiteira.

O estudo apresenta suas limitações pois trata-se de um estudo de caso específico não podendo generalizar os resultados. Para pesquisas futuras, sugere-se estudos de casos múltiplos avaliando os ganhos financeiros das propriedades leiteira após a implantação da robotização da ordenha leiteira.

## Referências

- Almeida, M., Freitas, C. A., Pauli, R. I. P., & Montoy, M. A. (2022). Padrões tecnológicos na atividade leiteira na região Corede produção do Rio Grande do Sul. *Sinergia*, 26(1), 63-77. Doi: <https://doi.org/10.17648/2236-7608-v26n1-12716>
- Botega, J. V. L., Braga Júnior, R. A., Lopes, M. A., & Rabelo, G. F. (2008). Diagnóstico da automação na produção leiteira. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 635-639.
- Braun, A. T., Colangelo, E., & Steckel, T. (2018). Farming in the era of Industrie 4.0. *Procedia CIRP. Elsevier*, 72, 979-984.
- Córdova, H. D. A., Alessio, D. R. M., Cardozo, L. L., & Thaler Neto, A. (2018). Impact of the factors of animal production and welfare on robotic milking frequency. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53, 238-246.
- Crews, C. (2019). What machine learning can learn from foresight: a human-centered approach. *Research-Technology Management*, 62(1), 30-33.

- Drucker, P. F. (2008). *Inovação e Espírito Empreendedor*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. (2020). *Anuário do Leite 2021*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132875/anuario-leite-2021-saude-unica-e-total>. Acesso: 05 de junho de 2022.
- Esperidião, T. L., Santos, T. C., & Amarante, M. S. (2019). Agricultura 4.0: software de gerenciamento de produção. *Pesquisa e Ação*, 5(4), 1-15.
- Fernandes, A. D. N. M., Barros, M. A. D. C., & Hamatsu, N. K. (2021). Trend of Technologies 4.0 in Brazil-what does the demand about the Public Selection MCTI/FINEP/FNDCT Grant to Innovation 04/2020 tell us?. *Revista Ciência Agronômica*, 51.
- Feuz, R., & Larsen, R. (2020). Even Robots Need a House: The Robotic Milking System Facility Investment Decision Case Study. *Applied Economics Teaching Resources (AETR)*, 2(1), 1-15.
- Franco Neto, A., & Lopes, M. A. (2014). Uso da robótica na ordenha de vacas leiteiras: uma revisão. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 22(3), 101-107.
- Gomes, A. P., Ervilha, G. T., Freitas, L. F. D., & Nascif, C. (2018). Assistência técnica, eficiência e rentabilidade na produção de leite. *Revista de Política Agrícola*, 27(2), 79.
- Kagermann, H. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0. *Final Report Of The Industrie 4.0 Working Group*. Frankfurt: Acatech.
- Kruger, S. D., Bergamin, W., & Gollo, V. (2021). Economic and financial viability of the dairy activity in the grazing system and Compost Barn. *Custos e Agronegocio on line*, 17, 87-108.
- Kruger, S. D., Cecchin, R., & Moraes, G. V. (2020). The importance of accounting in the management and continuity of rural production properties. *Custos e @gronegocio on line*, 16 (1), 276-296.
- Kruger, S. D., Pesente, R., Zanin, A., & Petri, S. M. (2019). Análise comparativa do retorno econômico-financeiro das atividades leiteira e avícola. *Custos e @gronegocio on line*, 15(3), 22-49.
- Maculan, R., & Lopes, m. A. (2016). Ordenha robotizada de vacas leiteiras: uma revisão. *Boletim de Indústria Animal*, 73(1), 80-87.
- Massruhá, S. (2020). Agricultura 4.0. Fazendas Conectadas. *Revista Pesquisa Fapesp*. São Paulo, 21(287), p. 20. Disponível em: < [https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2020/01/Pesquisa-287\\_Completo-2.pdf](https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2020/01/Pesquisa-287_Completo-2.pdf)>. Acesso em: 15 maio. 2022.

- Oliveira, R. P. (2009). Agricultura de precisão: a Tecnologia da Informação em suporte ao conhecimento agrônômico clássico. *Revista Tecnologia & Cultura*, 15, 63-71.
- Pacassa, F., Zanin, A., Villani, L., Lima, J. D. de. (2022). Análise de viabilidade econômica da implantação da ordenha robotizada em uma propriedade rural familiar. *Revista Custos e agronegócios (online)*, 18(1), 363-386.
- Pacheco, T., & Reis, J. (2020). A logística 4.0 no Agronegócio. *South American Development Society Journal*, 6(17), 392. doi:10.24325/issn.2446-5763.v6i17p392-40
- Ramasamy, A., & Chowdhury, S. (2020). Big Data Quality Dimensions: A Systematic Literature Review. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 17(1), 1-13. Doi: <http://dx.doi.org/10.4301/S1807-1775202017003>
- Salfer, J. A., Minegishi, K.L. W., Berning, E., & Endres, M. I. (2017). Finances and returns for robotic dairies. *Journal of dairy science*, 100(9), 7739-7749.
- SAMPIERI, R. H; COLLADO, C.F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5 ed – Porto Alegre: Penso, 2013.
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro.
- Silva, J. M. P., & Cavichioli, F. A. (2020). O uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo. *Revista Interface Tecnológica*, 17(2), 616-629.
- Vieira Filho, J. E. R. (2010). *Trajetória Tecnológica e Aprendizado no Setor Agropecuário*. In: GASQUES, J. G; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org). *A Agricultura Brasileira: Desempenho, Desafios e Perspectivas*. Brasília: IPEA, 298.
- Vilela, D., Resende, J. C. D., Leite, J. B., & Alves, E. (2017). A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. *Revista de Política Agrícola*, 26(1), 5-24.
- Vik, J., Straete, E. P., Hansen, B. G., & Naerland, T. (2019). The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway. *Wageningen Journal of Life Sciences*, 90, 100305.
- Wiendahl, H. (2012). *Auftragsmanagement der industriellen Produktion: Grundlagen, Konfiguration, Einführung*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Zanin, A., Dal Magro, C. B., Bugalho, D. K., Morlin, F., Afonso, P., & Sztando, A. (2020). Driving Sustainability in Dairy Farming from a TBL Perspective: Insights from a Case Study in the West Region of Santa Catarina, Brazil. *Sustainability*, 12, 6038-6056.