

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DA AUTOMAÇÃO PARA CONFIABILIDADE DE SISTEMAS EM COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS

FAGUNDES, Gean Lucas.¹

GROSSKO, Rafaela.²

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo analisar o processo de instalação da automação em cooperativas agropecuárias, destacando seu funcionamento e os impactos diretos na operação dos sistemas de transporte e armazenagem de grãos. A automação surge como uma ferramenta essencial para aumentar a eficiência operacional, reduzir falhas humanas e aprimorar o monitoramento das etapas produtivas. Em ambientes cooperativos, onde diversas atividades dependem da integração entre equipamentos como correias, elevadores e sistemas de expedição, a automação contribui para a padronização de procedimentos, maior confiabilidade dos processos e diminuição de perdas. Além disso, possibilita um controle mais preciso da produção, logística e comercialização, oferecendo dados em tempo real que apoiam decisões estratégicas. Dessa forma, o estudo demonstra que a modernização tecnológica é indispensável para a competitividade das cooperativas, promovendo melhorias operacionais, sustentabilidade e eficiência na gestão de grãos.

Palavras-chave: Automação. Cooperativas Agropecuárias. Transporte e Armazenagem de Grãos.

ABSTRACT: This study aims to analyze the installation process of automation in agricultural cooperatives, highlighting its operation and the direct impacts on grain transportation and storage systems. Automation emerges as an essential tool for increasing operational efficiency, reducing human errors, and improving monitoring throughout the production stages. In cooperative environments, where several activities depend on the integration of equipment such as conveyors, elevators, and expedition systems, automation contributes to standardized procedures, greater process reliability, and reduced losses. It also enables more precise control of production, logistics, and commercialization, providing real-time data that support strategic decision-making. Therefore, this research demonstrates that technological modernization is indispensable for the competitiveness of cooperatives, promoting operational improvements, sustainability, and enhanced efficiency in grain management.

KEYWORDS: Automation. Agricultural Cooperatives. Grain Transportation and Storage.

1 INTRODUÇÃO

Conforme evidenciado por Broto (2022), a evolução tecnológica tem provocado transformações significativas na forma como as cooperativas agropecuárias realizam suas operações, especialmente nos setores de transporte e armazenamento de grãos, onde a dependência entre máquinas é elevada e qualquer interrupção pode comprometer toda a cadeia produtiva. Esses sistemas, compostos por equipamentos como elevadores, correias e redlers, funcionam de maneira integrada, exigindo precisão e sincronização em cada etapa do processo.

Segundo Takahashi e Osada (1993), a ocorrência de falhas humanas ou erros mecânicos gera impactos diretos no desempenho operacional, ocasionando

¹ Graduando(a) de Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
geanfagundes11@icloud.com

² Graduada em Engenharia Elétrica. Especialização em Docência Ensino Superior. Professora no Centro Universitário do Campo Real. prof_rafaelagrossko@camporeal.edu.br

desperdícios de tempo, energia e produto. Nesse contexto, apontam que problemas de qualidade não surgem apenas de defeitos nos equipamentos, mas também de ações inadequadas durante o processo produtivo, reforçando a necessidade de maior confiabilidade.

De forma geral, a automação industrial assume papel central no agronegócio moderno, integrando sensores, controle de processos e monitoramento em tempo real. Bolignani e Filho (2024), apontam que, esta tecnologia permite uma operação mais confiável, menos suscetível a erros e com controle mais rígido sobre variáveis críticas, como temperatura, umidade e fluxo de material.

Apesar dessas vantagens, muitas cooperativas ainda operam com sistemas manuais ou parcialmente integrados, sujeitos a falhas que comprometem toda a operação. De acordo com Oliveira Júnior e Wander (2022), a adoção da automação em cooperativas agropecuárias apresenta desafios de gestão. Cooperativas muitas vezes enfrentam limitações estruturais, culturais e financeiras que dificultam a implementação plena de tecnologias avançadas. Esses obstáculos exigem estratégias de inovação e modelos de governança que apoiem a transformação tecnológica no setor cooperativo.

A automação permite o acionamento automático de transportadores, com base em dados coletados em tempo real, reduzindo falhas humanas e perdas por deterioração dos grãos, além de aumentar a eficiência operacional e o controle dos processos. (IJSTR, 2019).

Esse cenário leva a uma questão fundamental: como a implantação da automação pode aumentar a confiabilidade dos sistemas de transporte e armazenamento de grãos em cooperativas agropecuárias. Identificar claramente esse problema é essencial para orientar a pesquisa, pois muitos sistemas ainda dependem de intervenções humanas que comprometem sua robustez.

Este trabalho tem como objetivo geral explicar a instalação da automação nos equipamentos de transporte de grãos em cooperativas. Como objetivos específicos, entender o funcionamento desses sistemas automatizados, identificar suas aplicações e definir formas de implementação.

Para essa investigação, adotou-se uma metodologia de pesquisa bibliográfica, com análise de artigos acadêmicos, relatórios técnicos e estudos de caso relevantes.

Serão estudados autores que abordam automação, confiabilidade de sistemas e inovação em agroindústria, com base em literatura recente.

A relevância do estudo está na necessidade de modernização das cooperativas, visando mais produtividade, controle e redução de perdas. A automação representa um avanço para o setor, contribuindo com melhorias operacionais, sustentáveis e econômicas. Além disso, o trabalho pode servir como base para decisões técnicas e gerenciais em ambientes agrícolas.

2 METODOLOGIA

Segundo Bogdan (1982) a seguinte pesquisa classifica-se no método qualitativo, pois expressa os resultados não em números, mas sim em uma interpretação dos fenômenos através da percepção, imagens, narrativas, documentos e outras formas de coletas de dados e informações. Assim, o método se dá através da descrição de como é feita a instalação da automação e como ela funciona, utilizando pesquisas bibliográficas, relatórios técnicos, estudos de caso e informações vivenciadas em campo.

Para o desenvolvimento desse estudo, foram selecionadas algumas cooperativas agroindustriais onde foi instalada a automação a fim de aumentar o grau de confiabilidade dos sistemas.

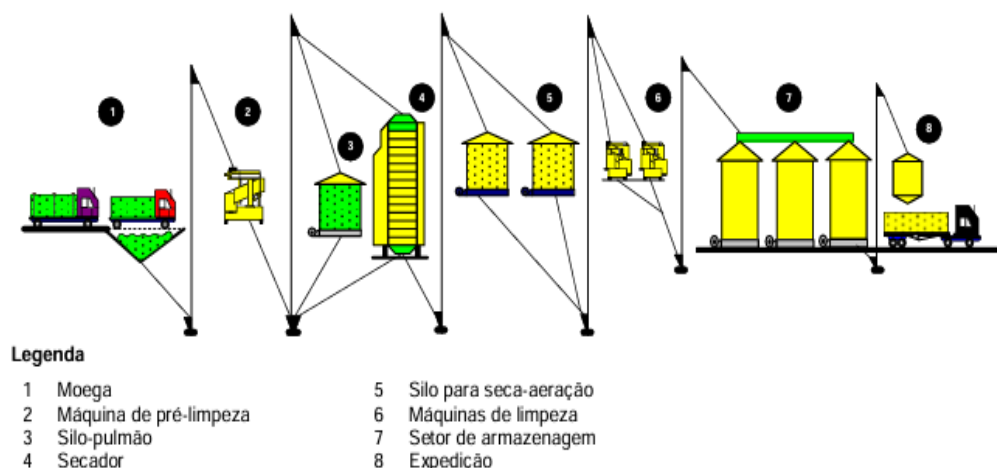
2.1 COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS

As cooperativas agropecuárias constituem organizações formadas por produtores rurais que se associam com o objetivo de fortalecer suas condições de trabalho e competitividade. Por meio da união, esses produtores conseguem adquirir insumos de forma conjunta, comercializar e armazenar sua produção em maior escala e negociar preços mais favoráveis, ampliando sua capacidade de atuação no mercado (TOTVS, 2024).

Silva (2010), destaca que uma unidade armazenadora deve ser composta por uma lista de equipamentos, sendo eles máquinas de pré-limpeza e limpeza, secadores, correias transportadoras, elevadores e redlers. Além disso, também se faz necessário a presença de estruturas de armazenagem dos grãos, como silos e

graneleiros. A Figura 1 apresenta como funciona o fluxograma da operação de uma cooperativa em equipamentos a serem monitorados.

Figura 1 – Fluxograma de operação



Fonte: SILVA (2010).

Efetivamente, as linhas evidenciam como o processo exige uma sequência iniciando pelas moegas, seguindo para máquinas de pré-limpeza, passando por secadores e chegando aos silos de armazenagem.

2.2 SISTEMAS

Os sistemas de transporte de grãos em cooperativas agropecuárias consistem em um conjunto articulado de infraestruturas logísticas, incluindo silos de armazenagem, manuseio de grãos e movimentação interna através de equipamentos que permitem o escoamento eficiente da produção otimizando o fluxo produtivo. (BUENO; CAIXETA-FILHO, 2015).

2.2.1 Elevadores de Canecas

Conforme Barros (2023) afirma, os elevadores de canecas são compostos por cinco principais elementos, sendo eles: polias, correias ou correntes, pé do elevador (compartimento de carga), cabeça do elevador (compartimento de descarga) e

canecas. Para garantir a confiabilidade desse equipamento, são instalados sensores para monitorar falhas nesses elementos principais, conforme indicado na Figura 2.

Figura 2 – Elevador de canecas



Fonte: Kepler Weber (2025).

Sobre esse assunto, Bortoloia, et al. (2008) afirmam que

[...] A parada brusca de um elevador de canecas causa o seu embuchamento pelo acúmulo de grãos no pé do elevador, situado a vários metros de profundidade. Para recolocá-lo em funcionamento, é necessária a remoção desses grãos, feita atualmente de forma manual, em espaço confinado no fundo do poço do elevador.

Por isso, o monitoramento desse equipamento é parte crucial para o funcionamento da unidade como um todo.

2.2.2 Redlers

Conforme explicam Sotéro e Hermíni (2013), um transportador de arraste tipo Redler é um equipamento formado por uma caixa metálica onde uma corrente,

movimentada por engrenagens, arrasta o material ao longo do trajeto. Ele existe em diferentes tamanhos e capacidades, variando conforme a necessidade, incluindo espessura dos elos, potência dos motores e redutores. A Figura 3 apresenta um redler com alguns pontos onde pode se feito o sensoramento, localizando pontos críticos para o seu pleno funcionamento.

Figura 3 - Redler



Fonte: Kepler Weber (2025).

Esse tipo de transportador é amplamente empregado em sistemas de pré-limpeza, secagem e armazenagem de grãos devido à sua elevada robustez, capacidade de operação contínua e eficiência no transporte de grandes volumes, além de reduzir a exposição do produto e minimizar perdas e contaminações durante o processo de movimentação. (SOTÉRO; HERMINI, 2013).

2.2.3 Correias Transportadoras

Segundo Silva (2020), os principais elementos de uma correia transportadora são uma correia esticada entre os tambores motriz e de retorno, apoiada sobre roletes. No tambor motriz instala-se um motor elétrico, conectado por correias ao sistema mecânico, responsável por tracionar e manter a correia esticada. Sabendo disso, a fim de monitorar esses principais elementos, são instalados sensores de

desalinhamento, rotação, temperatura de motor e temperatura de mancais. A Figura 4 mostra uma correia transportadora em um túnel subterrâneo.

Figura 4 – Correia Transportadora



Fonte: Kepler Weber (2025).

Visto acima, correias são geralmente posicionadas em túneis subterrâneos, reforçando a necessidade de monitoramento remoto devido à dificuldade de acesso de pessoas, evitando riscos relacionados à saúde dos envolvidos.

2.3 CONFIABILIDADE

Segundo a ABNT (1994), confiabilidade é a capacidade de um equipamento desempenhar sua função por determinado período de tempo. Com base nisso, sensores são instalados em equipamentos com a intenção de aumentar o grau de confiabilidade, ou seja, aumentar o intervalo de tempo em que o item em específico irá desempenhar sua função.

2.4 AUTOMAÇÃO

Conforme definido pela literatura, automação industrial consiste no emprego integrado de máquinas, sensores, atuadores, controladores e softwares para executar processos produtivos com mínima interferência humana. Máquinas automatizadas operam em resposta a condições pré-definidas minimizando erros humanos. (DELMA Automação, 2025)

Nesse sentido, a automação assume o papel de processar as informações obtidas pelos sensores em campo e direcionar o funcionamento dos sistemas.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os sistemas de transporte e armazenamento de grãos dentro de uma unidade de beneficiamento, são frequentemente afetados por falhas humanas ou em outros equipamentos envolvendo uma mesma rota. Quando se faz necessário a locomoção de produto de um local para outro, entram em cena um grupo de dispositivos que trabalham em conjunto, incluindo correntes e correias transportadoras, elevadores de carga, truas e máquinas de limpeza.

Em situações em que um elevador de carga sofre uma parada de funcionamento, a correia transportadora continua jogando material nesse elevador, até que ocorra o fenômeno do “embuchamento”, que é o excesso de produto no poço do elevador. Isso gera gastos de tempo, mão de obra e riscos à saúde para que o equipamento tenha condições de voltar ao seu pleno funcionamento.

A fim de minimizar os prejuízos e garantir o pleno funcionamento da planta, a instalação da automação depende de várias etapas com métodos específicos para melhor funcionamento dos sistemas.

3.1 INFRAESTRUTURAS ELÉTRICAS

O primeiro passo para a instalação é a fabricação de infraestruturas para passagem de cabos de sensores que ficarão responsáveis por monitorar o funcionamento dos equipamentos. Como mostrado na Figura 5, os cabos são acomodados em eletrocalhas perfuradas e eletrodutos galvanizados. Em paralelo à

isso, é feita a montagem de um quadro elétrico de comando, seguindo especificações definidas no escopo do projeto das instalações.

Figura 5 – Infraestruturas Elétricas Industriais



Fonte: WTA (2025).

Quando projetada e executada conforme normas e boas práticas, a infraestrutura elétrica permite reduzir desperdício energético, facilitar manutenção, aumentar a confiabilidade dos processos e apoiar a automatização da produção, tornando-se um pilar fundamental para a produtividade e a sustentabilidade da indústria moderna (ELETRICA CENTRAL, 2025).

3.2 CABEAMENTO

Após isso, os cabos são passados desde uma remota localizada no CCM (Centro de Controle de Motores) da unidade, até o local onde o sensor irá atuar. Os cabos encarregados de transmitir os sinais de sensores, são cabos de comando blindados, que têm o objetivo de inibir interferências eletromagnéticas no sistema. Para engenheiros e projetistas, a especificação correta desses cabos não é apenas uma recomendação, mas uma necessidade técnica para assegurar a estabilidade e segurança operacional. (INNOVCABLE, 2025).

A Figura 6 ilustra um cabo de controle blindado em malha, usado para ligação dos sensores.

Figura 6 – Cabo de controle blindado em malha



Fonte: Elefio (2025).

O uso de cabos blindados é indicado para proteger contra ruído elétrico e interferência externa, garantindo a precisão de leituras analógicas e digitais em sensores. Esse cabeamento é elemento chave para o funcionamento estável e seguro de sistemas automatizados em cooperativas agropecuárias ou unidades de armazenagem e processamento de grãos. (WAGO, 2025).

3.3 SENSORES

Em sua grande maioria, os equipamentos responsáveis pelo monitoramento são sensores indutivos que fazem a leitura de embuchamento de sistemas, ou rotação de motores. “Os sensores indutivos são emissores de sinal que detectam, sem contato direto, elementos metálicos que atravessam seu campo magnético convertendo em um sinal elétrico inteligível.” (IAGASSI, 2010).

A Figura 7 mostra um sensor indutivo.

Figura 7 – Sensor indutivo



Fonte: Sense (2025).

Além dos sensores indutivos, também são utilizados os sensores termopares. A Fuji Eletric (2025) explica o funcionamento desse sensor como: dois fios metálicos diferentes soldados na junção quente que, quando exposta a temperatura, geram uma tensão elétrica conforme o efeito *Seebeck*, que é um fenômeno onde a diferença de temperatura entre dois materiais gera tensão elétrica. Esses sensores são encarregados de leitura de temperatura de motores, temperatura de mancais ou sensores de desalinhamento de elevadores.

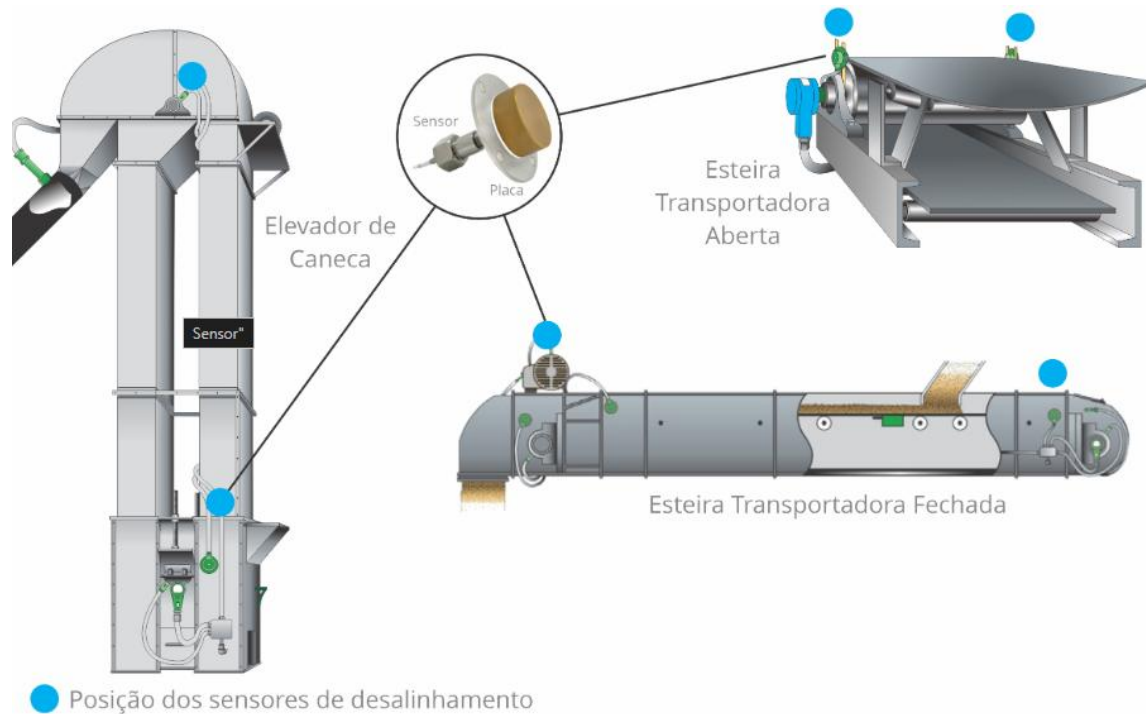
Abaixo a Figura 8 apresenta um sensor termopar, enquanto a Figura 9 mostra uma placa de sacrifício, onde o sensor termopar é instalado para detectar desalinhamento de elevadores e correias transportadoras.

Figura 8 – Sensor Termopar



Fonte: Fuji Eletric (2025).

Figura 9 – Sensor de Desalinhamento



Fonte: Sense (2025).

Os sensores são componentes essenciais da automação industrial, pois funcionam como “os sentidos” dos sistemas automatizados, detectando variáveis físicas e convertendo essas informações em sinais elétricos ou digitais para que controladores e CLPs tomem decisões automaticamente. (MOREIRA; RIGHETTI, 2023).

3.4 PAINEL DE COMANDO

Após isso, os cabos chegam ao painel, e para cada aplicação, tomam um caminho diferente. Em casos de sensores de embuchamento, o sinal é enviado à bobina de um relé de interface 24Vcc. Em monitores de rotação, o sinal chega a um relé de movimento, que conta pulsos em uma faixa de tempo programável, e em caso de falha atua.

No geral, após a atuação desses relés, todos acionam entradas digitais em um CLP (Controlador Lógico Programável) que é responsável por compilar, interpretar e gerenciar todos os dados obtidos pelos sensores em campo. Esse controlador, recebe uma lógica de programação onde é direcionado o que deve ser feito com cada informação.

Os controladores lógicos programáveis são computadores desenvolvidos para o ambiente industrial, com interfaces de entrada e saída e uma linguagem de programação para desenvolver a lógica de controle. (SANTOS, 2019).

O passo a passo seguido para a instalação da automação, é exemplificado no diagrama da Figura 10.

Figura 10 – Passo a passo das instalações.



Fonte: Autor (2025).

3.5 FUNCIONAMENTO DO PAINEL DE COMANDO

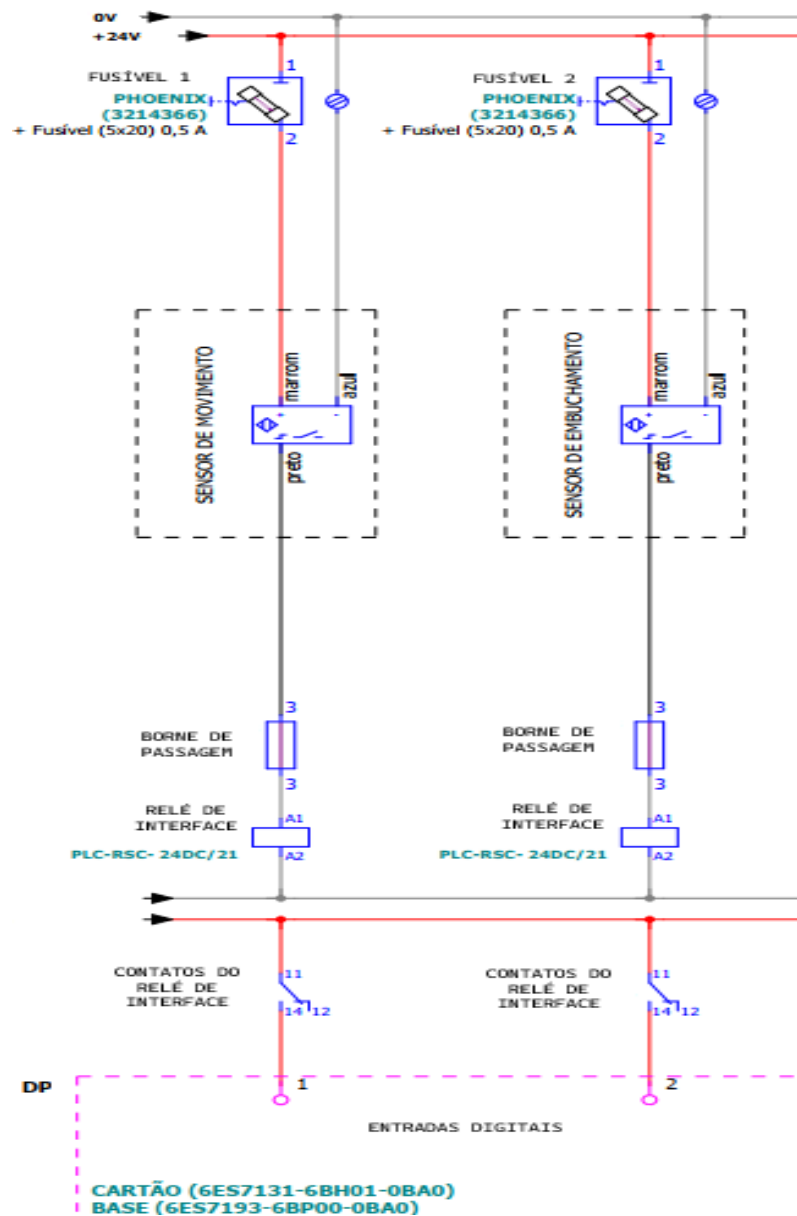
Como rege a norma NR-12 (2025) os componentes de partida, parada, acionamento e controle devem operar em extrabaixa tensão. Geralmente é utilizada a tensão de 24Vcc gerada por uma fonte chaveada.

A Figura 11 mostra um diagrama multifilar de como painel da automação funciona, apresentando também as proteções do sistema com fusíveis e relés de

interface. Simbolizada pelos traços vermelhos a tensão (+) 24V e cinza como (-) 0v passa por um borne fusível encarregado de fazer a proteção do cabo e do sensor instalado em campo.

O sensor, simbolizado entre traços pontilhados pretos, envia um sinal de retorno até um borne de passagem, que em sequência chega à bobina do relé de interface. Por sua vez, no relé de interface o seu contato comum (\varnothing 11), também é alimentado com 24Vcc, e ao ser atuado, passa sua corrente para o contato NA (Normal Aberto) (\varnothing 14) do mesmo relé. Depois disso, o sinal do NA, é enviado até as entradas digitais do cartão do CLP.

Figura 11 – Diagrama de Comando Multifilar.



Fonte: Autor (2025).

Com todos esses equipamentos trabalhando em conjunto, o sistema só estará em pleno funcionamento, com todos os equipamentos em sequência, caso todos os sensores estejam dando condições para isso. No geral, o funcionamento da automação ocorre de forma simples, utilizando equipamentos com baixo nível de complexidade, porém com grande utilidade para cooperativas agropecuárias.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste estudo foi apresentar a forma que é instalada a automação em cooperativas agropecuárias objetivando aumentar a confiabilidade dos equipamentos. Tendo em vista a importância da instalação pela literatura da confiabilidade através de sensoreamento de equipamentos industriais.

Por fim, a implementação de um sistema de monitoramento com base nos elementos principais dos equipamentos e identificação das necessidades individuais ocorre de forma simples, melhoram e evitam os tempos de parada inesperada de funcionamento da planta.

Contudo a automação ainda pode ser afetada por falhas de software e hardware comprometendo a disponibilidade do equipamento. A partir disso se faz necessário a importância de estudos para melhorar a programação lógica dos equipamentos através da instalação de sensores em mais pontos e com mais funcionalidades.

Além disso, um trabalho futuro seria a avaliação de impactos causados em cooperativas onde não contavam com a automação, evidenciando redução de tempos de paradas inesperadas. Com o aumento da disponibilidade dos equipamentos as empresas aumentam suas margens de lucro através da redução de custos de manutenção inesperados, melhora na qualidade e prazos de entrega dos produtos aumentando assim a credibilidade da empresa.

A automação surge como solução estratégica, permitindo monitoramento em tempo real, desligamento automático em casos de falha e maior controle do processo. De forma geral, a automação industrial amplia a produtividade, reduz falhas humanas e proporciona maior controle sobre os processos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. Disponível em: <https://ufsb.edu.br/propa/images/dinfra/coman/Legislações/NBR-5462.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2025.

BOGDAN, Robert C.; BIRTEN, Sari Knopp. *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon, 1982. 253 p.

BOLIGNANI, Erick Aparecido; DE LUCCA FILHO, João. Integração de tecnologias de automação na agricultura: desafios e oportunidades. *Revista Interface Tecnológica*, Taquaritinga, v. 21, n. 1, p. 150–159, 2025. DOI: 10.31510/infa.v21i1.1919. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1919>. Acesso em: 22 nov. 2025.

BORTOLOAIA, L. A.; ANDRIGHETTO, P. L.; BENATTI, M. Avaliação técnica de um transportador pneumático de grãos por aspiração. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 2, mar./abr. 2008.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 12 (NR 12): Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>. Acesso em: 26 set. 2025.

BROTO. Saiba como a tecnologia ajuda na armazenagem de grãos. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://noticias.broto.com.br/agricultura/armazenagem-de-graos>. Acesso em: 25 set. 2025.

BUENO, O. C.; CAIXETA-FILHO, J. V. Transportes e logística de grãos no Brasil: situação atual, problemas e soluções. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, v. 24, n.

3, p. 89–100, 2015. Disponível em: <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/535>. Acesso em: 08 dez. 2025.

DELMA Automação. *O que é automação industrial? Conceitos, componentes e aplicações para iniciantes e intermediários.* 2025. Disponível em: <https://blog.delmaautomacao.com.br/categorias/automacao-industrial/automacao-industrial/>.

ELEFIO. Cabo de controle blindado em malha. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.elefio.com.br/cabo-controle-blindado-em-malha.php>. Acesso em: 22 nov. 2025.

ELETRICA CENTRAL. Infraestrutura elétrica industrial: garantindo eficiência e segurança na indústria. 2025. Disponível em: <https://www.eletricacentral.com.br/blog/categorias/artigos/infraestrutura-el-eacute-trica-industrial-garantindo-efici-ecirc-ncia-e-seguran-ccedil-a-na-ind-uacute-stria>. Acesso em: 06 dez. 2025.

FUJI ELECTRIC. Sensor de temperatura de termopar. França, 2025. Disponível em: <https://www.fujielectric.fr/pt/tecnologias/sensor-de-temperatura-de-termopar/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

INNOVCABLE. Cabos de comando blindados e suas aplicações. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://innovcable.com.br/cabos-de-comando-blindados/>. Acesso em: 20 set. 2025.

INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH. AUTOMATED granary monitoring and controlling system suitable for the Sub-Saharan region. *International Journal of Scientific and Technology Research*, v. 8, n. 12, p. 1249–1254, 2019. Disponível em: <https://www.ijstr.org/final-print/dec2019/Automated-Granary-Monitoring-And-Controlling-System-Suitable-For-The-Sub-saharan-Region.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.

KEPLER WEBER INDUSTRIAL S/A. Projetos Agrícolas. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.kepler.com.br/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

LAGASSI, Patricia. Sensores. Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/35983538/unesp_UNIVERSIDADE_ESTADUAL_PAULISTA. Acesso em: 20 set. 2025.

MOREIRA, Carlos Adolfo da Silva; RIGHETTI, Marcus. Sensores industriais: finalidade e aplicações dos sensores industriais. 2023. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/66244/1/CARLOS_ADOLFO_DA_SILVA_MOREIRA.pdf. Acesso em: 06 dez. 2025.

OLIVEIRA JÚNIOR, Otávio Augusto; WANDER, Alcido Elenor. Inovação em cooperativas agropecuárias: uma análise das dificuldades de gestão e dos desafios para adoção de novas tecnologias. *Revista de Administração da UFSM*, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 1–20, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/68884>. Acesso em: 22 nov. 2025.

SANTOS, Stephan August Roehrig Domingues dos. Programação e simulação de um sistema de automação do setor operacional de uma indústria de grãos. 2019. Trabalho acadêmico – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193420>. Acesso em: 20 set. 2025.

SENSE ELETRÔNICA LTDA. Famílias – Sense. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.sense.com.br/siter/familias/1>. Acesso em: 23 nov. 2025.

SILVA, Dayani Regina da. Consumo de energia de uma correia transportadora utilizada em unidades de armazenamento de grãos. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4976/5/Dayani_Silva2020.pdf. Acesso em: 23 nov. 2025.

SOTÉRO, Pedro Luiz; HERMÍNI, José Augusto. Proposta de modificação no elo de corrente para transportador de arraste tipo Redler. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28384/1/CP_COMIN_2013_2_04.pdf. Acesso em: 22 nov. 2025.

TAKAHASHI, Yoshikazy; OSADA, Takashi. *TPM/MTP – Manutenção Produtiva Total*. São Paulo: IMAM, 1993.

TOTVS. Cooperativas agrícolas: o que são, como funcionam e quais são suas vantagens. *Blog Gestão Agrícola*, 30 jan. 2024. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-agricola/cooperativas-agricolas/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

UNIVERSIDADE PAULISTA (UNIP). *Módulo 1: Introdução à Automação Industrial*. São Paulo: UNIP, [s.d.]. Disponível em: https://adm.online.unip.br/img_ead_dp/31235.PDF. Acesso em: 22 nov. 2025.

WAGO. Cabeamento de sistema para automação industrial. 2025. Disponível em: <https://www.wago.com/br/eletronica-de-interfaces/descubra-cabeamento-de-sistema>. Acesso em: 09 dez. 2025.

WTA ENGENHARIA ELÉTRICA. Infraestrutura e instalações elétricas. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.wtaengenhariaeletrica.com.br/infraestrutura-instalacoes-eletricas>. Acesso em: 22 nov. 2025.