

# PROJETO DE AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE ROSCA VARREDORA EM SILOS DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS

Davi Hinning, Ivan Paulo Canal  
Instituto Federal Farroupilha – Campus Panambi, Panambi – RS, Brasil  
e-mail: davihinning@yahoo.com.br

**Resumo** – A proposta consiste em aprimorar um produto existente, o quadro de comando e proteção para rosca varredora, através da introdução de adaptações para automatizar o trabalho da rosca. Atualmente, a rosca opera de forma independente, sem monitoramento, exigindo a presença física do funcionário para empurrá-la dentro do silo. A ideia é instalar uma cabeça de rede remota e um inversor de frequência no quadro de comando da rosca, permitindo que ela seja operada e monitorada remotamente pela sala de controle da automação. Essa automação visa reduzir o tempo que o funcionário passa dentro do silo, empurrando manualmente a rosca. A rosca varredora desempenha um papel crucial na retirada eficiente dos grãos do silo, e sua automatização proporcionará uma gestão mais eficaz do processo, com o operador controlando e monitorando a operação através de um supervisor na tela.

**Palavras-Chave** – Automático, Descarga de Grãos, Quadro de Comando e proteção, Rosca Varredora, Trator Empurrador da Rosca.

## AUTOMATION PROJECT FOR SCREW SWEEPING SYSTEM IN GRAIN STORAGE SILOS

**Abstract** – The proposal consists of improving an existing product, the control and protection panel for sweeping screws, by introducing adaptations to automate the screw work. Currently, the screw operates independently, without monitoring, requiring the physical presence of the employee to push it inside the silo. The idea is to install a remote network head and a frequency inverter in the screw control panel, allowing it to be operated and monitored remotely from the automation control room. This automation aims to reduce the time that the employee spends inside the silo, manually pushing the screw. The screw sweeper plays a crucial role in the efficient removal of grains from the silo, and its automation will provide more effective management of the process, with the operator controlling and monitoring the operation through an on-screen monitor.

□

**Keywords** – Automated, Grain Unloading, Control and protection panel, Thread Sweeper, Thread Pusher Tractor

## I. INTRODUÇÃO

A Automação Industrial é o uso da tecnologia para controlar e tornar autônoma a execução de tarefas, funções e mecanismos com objetivo de otimizar a cadeia produtiva. Na maioria das vezes, sem intervenção humana obrigatória e sempre buscando um desempenho superior ao controle manual, utilizando de forma inteligente os recursos disponíveis como máquinas e equipamentos existentes nas unidades, auxiliando na gestão dos processos e gerenciamento, tornando o processo mais ágil, confiável, eficiente e seguro.

O objetivo do trabalho é com a automação, desenvolver uma melhoria no quadro de controle, comando e proteção automatizado para rosca varredora utilizadas no processo de esvaziamento de silos de armazenagem de grãos de Cooperativas de Armazenagem e Beneficiamento ou unidades de armazenagem particulares de grandes produtores, possibilitando um controle gerencial do processo, onde a operação dos equipamentos poderá ser de forma automática (comandos realizados pela automação), ou manual (comandos realizados pelo operador), na tela do supervisor (Fig.1), e ter também a possibilidade de desabilitar alarmes e seguranças para testes dos motores, visualização de operação do equipamento através de animação de cores e dos alarmes ocorridos no equipamento pela tela do supervisor, visualizar e acompanhar condições para que o equipamento ligue (intertravamento/cascata), monitoração de corrente, velocidade e horímetro do motor, possibilidade de bloqueio do equipamento, registros e histórico das operações realizadas.

A automação auxilia na gestão a vista da unidade através de relatórios e históricos de operação, trazendo mais segurança e agilidade na tomada de decisões, agilidade na recepção e beneficiamento, integração com outros sistemas, reduz erros de processos, permite a rastreabilidade dos grãos, gerenciamento de qualidade, acompanhamento remoto, monitoramento de recebimento e expedição, e monitoramento da eficiência da unidade.

Conforme [1], as instalações onde se realizam as operações de pré-processamento nos grãos, são denominadas de Unidades Beneficiadoras de Grãos (UBG).

As UBG's, Unidades Beneficiadoras de Grãos, são unidades construtivas preparadas com estruturas para dar apoio aos produtores e Cooperativas na manipulação do grão desde a colheita na lavoura até a comercialização, onde a produção, o transporte, o beneficiamento, a armazenagem, a comercialização e o consumo de alimentos constituem uma cadeia de atividades vitais para a população, conforme [2].

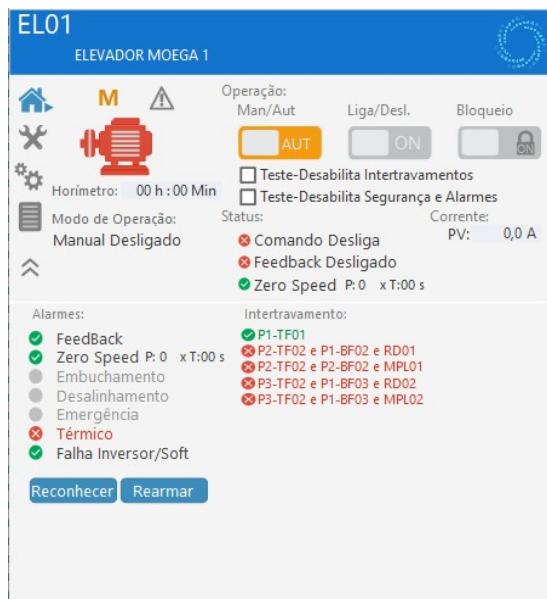


Fig. 1. Tela do supervisor com as informações de dados do motor.

Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

Estas estruturas devem ser capazes de receber o produto ou expedi-lo sem interrupção, ou com o mínimo de interrupção. O produto deve ser colhido o mais breve possível, muitas vezes observando os intervalos de chuva, dando vazão para as máquinas colheitadeiras na lavoura, ou na expedição onde é contratado um frete para o transporte, o qual quer ficar o menor tempo possível parado.

Em tempos de safra, na colheita, é comum as unidades chegarem a trabalhar por mais de 48 horas seguidas, com máquinas colhendo e caminhões transportando o produto para a unidade armazenadora de maneira intermitente.

Em Unidades Beneficiadoras de Grãos (UBG), conforme [1], as principais operações sofridas pelos grãos são as abaixo relacionadas:

- Recepção: operação de recebimento dos grãos; é realizada geralmente em moegas graneleiras.
- Limpeza: operação de retirada mecânica das impurezas dos grãos que facilita as operações de secagem e armazenagem; é realizada geralmente em máquinas de ar e peneiras.
- Secagem: operação de retirada forçada da umidade pela passagem de ar aquecido pelos grãos; é realizada geralmente em secadores mecânicos.
- Armazenagem: operação de estocagem dos grãos em condições inalteradas de quantidade e qualidade, que permite o abastecimento durante todo o ano regulando o mercado; é realizada geralmente em silos armazenadores, ou em armazéns convencionais.
- Expedição: operação de retirada dos grãos da UBG; é realizada geralmente através de transportadores de grãos.

Onde cada operação deve ser controlada e acompanhada de perto para evitar desperdício de tempo, produtividade e qualidade do produto evitando imprevistos de pane mecânica, elétrica ou má execução das atividades envolvidas em cada processo.

Conforme [3], acrescenta que o acentuado crescimento da produção agrícola gera a necessidade de que processos como recebimento, limpeza, secagem, armazenagem e expedição sejam cada vez mais ágeis e eficientes.

Desta forma as UBG's são organizadas em setores para que todas as operações sejam integradas e se interliguem a fim de permitir o movimento de grãos com o mínimo de interrupção e o grão se desloque, quando possível, através de gravidade com o uso de tubulações e quando não for possível usar a gravidade, faz-se necessário a utilização de transportadores e elevadores mecânicos para a movimentação do grão desde a entrada deste na unidade até sua saída.

Os setores das Unidades Beneficiadoras de Grãos, conforme [2], são basicamente: 1) casa de máquinas, contendo moegas de recebimento e máquinas de limpeza; 2) secador e silo pulmão; 3) silos ou armazém para armazenagem até a expedição; 4) expedição, conforme podemos verificar na planta baixa da unidade (Fig.2).

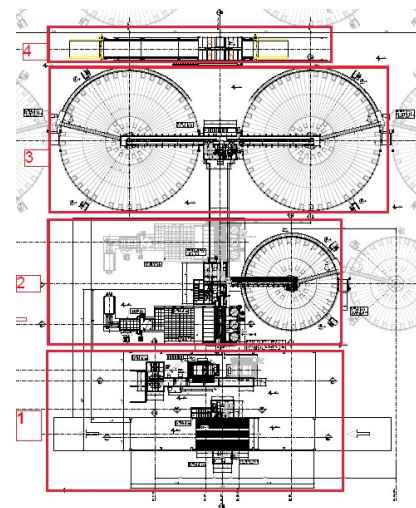


Fig. 2. Planta baixa de uma UBG e seus setores.

Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

Os setores e equipamentos mecânicos da UBG, conforme [4], como elevadores, máquinas de limpeza, secador, silo pulmão, transportadores, devem ser dimensionados civil e mecanicamente para dar conta na vazão de um volume em toneladas de grãos por hora. Conforme [1], as capacidades dos equipamentos devem ser coerentes com o fluxo de grãos, e sua localização deve levar em conta a obter-se o máximo proveito do espaço, porém permitindo o fácil acesso aos mesmos para inspeção e reparos, e a possibilidade de expansão, isto é, ser flexível e prever aumentos futuros.

A gravidade é bastante explorada no fluxograma da unidade (Fig.3), buscando economia de energia elétrica e buscando ter a menor quantidade de elevadores e transportadores possível, apesar de que para os grãos adquirirem energia potencial que possibilite o fluxo, em alguns casos, temos que usar outros equipamentos. Transporte por gravidade com o uso de tubulações em elevadores, quando as distâncias horizontais a serem vencidas forem grandes e os pontos de descarga estiverem muito acima do solo, faz os elevadores de caçambas terem de ter grande altura para o fluxo de grãos ser satisfatório.

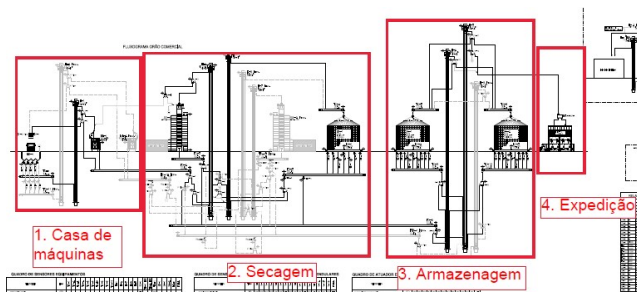


Fig. 3. Fluxograma de uma UBG.

Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

O produto é colhido na lavoura até encher a máquina colheitadeira que às vezes nem chega a parar para descarregar em um caminhão, ou seja, o caminhão vai andando ao lado da máquina e a baldeação ocorre em movimento mesmo. O caminhão leva o produto para a unidade enquanto a máquina segue na lavoura colhendo. Chegando na unidade o caminhão precisa descarregar rapidamente o grão por gravidade na moega e voltar na lavoura para receber o produto da máquina colheitadeira novamente e repetir esse processo diversas vezes.

Da moega o produto é levado até a máquina de limpeza através de um elevador, carregando o grão do fundo da moega para cima da máquina de limpeza, que através da gravidade vai fazer o grão cair e passar em suas peneiras e fazer a primeira limpeza do grão que acabou de vir da lavoura cheio de folhas, pedras, cascas e palhas da cultura em beneficiamento. Essa máquina vai separar essas impurezas, meio grão, dos grãos que tem um valor agregado, e separa para descarte esse resíduo. O grão limpo ainda precisa passar por um processo de secagem e controle de umidade antes e durante a sua armazenagem. Quando o grão sai da máquina de limpeza ele já cai em outro elevador que vai transportar o grão em cima de um secador e novamente através da gravidade o grão vai cair e passar por dentro deste secador (de cima para baixo), para que o grão que foi colhido em dias diferentes com condições diferentes, seja armazenado com o mesmo padrão de umidade. Em alguns casos é necessário que o grão passe mais de uma vez pelo secador para atingir a umidade desejada. Quando isso acontece, e o produto precisa ser retirado da moega para liberar espaço para um novo recebimento de carga vindo da lavoura, o produto vai ser direcionado para um silo pulmão, de menor capacidade do que os silos de armazenagem, até o secador ser liberado para um novo fluxo.

Somente após o produto estar limpo e com teor de umidade adequado para o armazenamento esse é transportado por outro elevador e outro transportador até os silos de armazenagem, sendo mantidos pelo tempo necessário com monitoramento e controle de umidade e temperatura com sistemas de termometria e aeração automáticas.

A expedição é o último processo do grão na unidade, onde o grão sai de dentro do silo por gravidade e cai no transportador inferior dentro do túnel em baixo do silo e leva esse grão até um elevador para fazer a expedição em um pequeno silo de expedição.

Porém, o sistema de gravidade para o esvaziamento do silo não é completamente eficiente devido a formação de taludes pela massa de grãos em formato de cone dentro do silo, atrasando o fluxo de saída de grão de dentro do silo, quando então é necessária alguma intervenção humana para dar continuidade na descarga. Tradicionalmente esse processo era feito totalmente manual com funcionários que entravam dentro dos silos manuseando pás e vassouras para mover o grão até o funil de descarga no centro do silo, levando até três dias para essa limpeza e correndo riscos graves de acidente por deslizamento (Fig.4), além de estar em um ambiente não adequado ao trabalho com muita poeira e alta temperatura.

Os riscos em tais ambientes envolvem fatores de origem química, ergonômica e física, podendo causar sérios acidentes, em muitos casos fatais, envolvendo explosões, incêndios, choques elétricos, intoxicações, sufocamento, asfixia, quedas, dentre outros, conforme [2].



Fig. 4. Riscos de acidente, avalanche ou deslizamento.

Fonte: Imagem do site

<https://zonaderisco.blogspot.com/2011/06/silos-perigo-na-movimentacao-de-graos.html>. julho 2011.

Para evitar a necessidade de intervenção humana e exposição à riscos de acidente, surgiram as roscas varredoras como um dispositivo que permitem a finalização do processo de descarga e esvaziamento dos silos, auxiliando de maneira rápida e eficiente o processo, reduzindo o tempo de exposição do funcionário dentro do silo (Fig.5).

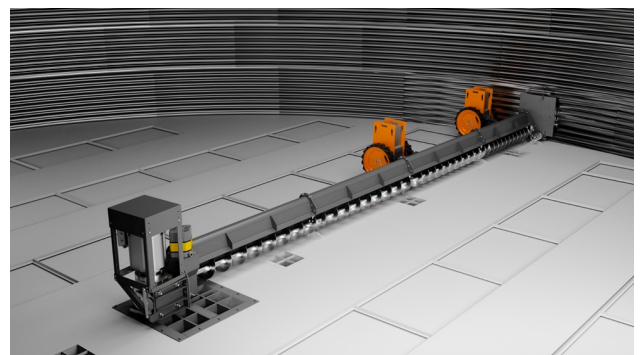


Fig. 5. Imagem de uma rosca varredora dentro do silo.

Fonte: Arquivo de imagens da empresa Kepler Weber Schneider, 2023.

O equipamento rosca varredora faz uma varredura no fundo dos silos, transportando os grãos que não caem por



gravidade para os registros de descarga no centro dos silos. A utilização de roscas varredoras reduz a necessidade de entrada de pessoas dentro dos silos para executar essa tarefa, minimizando seu acesso e exposição ao interior do sistema de armazenagem, tornando o processo mais seguro e efetivo. Porém ainda é necessário que uma pessoa entre dentro do silo para fazer o deslocamento e empurrar a rosca para mantê-la sempre em contato com o talude (Fig.6) da massa de grãos que se forma no processo.



Fig. 6. Talude de grãos na descarga e o trajeto da rosca varredora.  
Fonte: <https://www.morillonsystems.pt/spirogyre/> 2023.

Seu sistema de funcionamento auxilia no esvaziamento, proporcionando mais rapidez no processo, porém ainda existe a problemática de ser necessário ter uma pessoa dedicada a monitorar o andamento da rosca e o processo fica sem registros e gestão pela automação.

Os silos e moegas no meio do percurso da armazenagem, em Cooperativas geralmente, são utilizados para armazenar diferentes produtos e de diferentes clientes, onde para se evitar contaminações de produtos diferentes (soja e milho por exemplo) os silos devem ser completamente esvaziados até o fim e limpos posteriormente, principalmente em unidades de beneficiamento de sementes onde existem máquinas classificadoras para separar grãos de maior e menor valor de comercialização.

Hoje a empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda e demais empresas do ramo elétrico fornecem apenas quadros de proteção e comando totalmente manuais que dependem de um operador estar acompanhando o trabalho da rosca varredora que faz a descarga do produto de dentro do silo.

O trabalho propõe a automação da rosca varredora com a instalação de uma cabeça de rede remota, um inversor de frequência e uma IHM na porta do quadro de comando e proteção elétrica do motor da rosca, para visualização do fluxo de descarga e gerenciamento e monitoração do processo nas telas do supervisor. O que acontece hoje em dia é que o cliente compra toda uma unidade automatizada, mas o processo da rosca varredora não é contemplado na automação.

Com a automação da rosca varredora será possível monitorar o tempo de descarga, monitorar as portas de entrada do silo, saber quando acabou o produto dentro do silo, saber quantas vezes foi drenado produto de dentro do silo, vai ter um acompanhamento através das telas de automação, maior disponibilidade de informações na tela para o gerenciamento (gestão a vista) (Fig.7), e reduzir o

tempo de necessidade que o funcionário precisa entrar dentro do silo para empurrar a rosca.



Fig. 7. Maior disponibilidade de informações para gerenciamento.  
Fonte: Portfólio profissional de Marcos Wendt, LinkedIn 2023.

## II. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Em silos que não dispõem de rosca varredora, dependendo do tamanho do silo, um operador pode levar até mais de um dia para terminar de fazer escoar o produto do fundo do silo manualmente com pás e vassouras. A rosca varredora (Fig.6), surgiu para agilizar este processo e minimizar a exposição do funcionário a riscos de acidente e ao ambiente confinado dentro do silo com as altas temperaturas e poeira deste ambiente.

Conforme [5], a operação de carga do silo vertical deve ser sempre realizada pela parte central do telhado (centro do silo/ talude), em função da necessidade de manter o equilíbrio das cargas verticais, radiais e de embucho, geradas pela massa de grãos armazenados ou em movimento. Realizado de forma descentralizada, este processo poderá gerar um desequilíbrio de forças provocando um recalque na base do silo e, consequentemente, um tombamento do mesmo ou deformação das chapas laterais.

O mesmo risco ocorre na hora da descarga, quando realizada de forma descentralizada. A abertura dos registros de descarga deve ser individual, partindo do centro para a extremidade do silo e somente após o escoamento total do produto por gravidade, pelo registro central. Todos os registros deslocados ou descentralizados devem ser seguramente chaveados ou controlados de modo a evitar a abertura acidental por pessoas desautorizadas. Eles somente podem ser abertos, após a saída de todo o produto pelo registro central, restando somente o talude natural. Após acabar o escoamento por gravidade e abertos os registros, deve-se ligar a rosca varredora. Após a formação do cocho na massa de grãos, desengatar o suporte de fixação e destravar a roda para que seja iniciado o processo de avanço sobre o talude. Quanto aos cabos de termometria, depois da descarga total por gravidade do produto e antes de acionar a

rosca varredora é preciso soltar os cabos que estão fixados na base do silo e enrolá-los, de modo que não interfiram com a rosca quando a mesma estiver em movimento

A rosca varredora (Fig.6), remove os grãos remanescentes no fundo do silo através de um helicóide acionado por um motor elétrico que faz este helicóide girar e deslocar o produto para o registro de descarga central no fundo do silo.

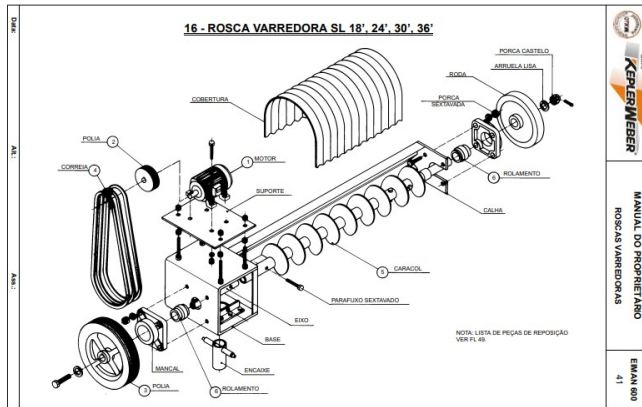


Fig. 6. Equipamento Rosca Varredora.  
Fonte: Manual do proprietário rosca varredora Kepler Weber, EIMAN 600.

É um transportador móvel que tem um deslocamento circular apoiado sobre um pino central, fixado no centro da base do silo, que gira por todo perímetro do fundo do silo varrendo o grão. Funciona com um motor elétrico alimentado por uma extensão elétrica (Fig.7), onde, ao carregar o silo a extensão é retirada. Ao utilizar a rosca varredora (esvaziamento do silo), deve-se conectar as extensões ao quadro de comando e proteção da rosca varredora (lado de fora do silo), e nos motores no interior do silo. A potência elétrica dos motores e o número motores do trator, é determinada pelo comprimento e tamanho da rosca.

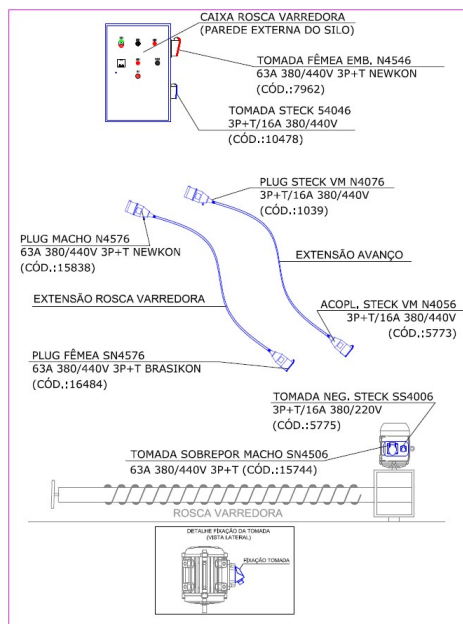


Fig. 7. Extensão para alimentação elétrica dos motores.  
Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

Este tipo de rosca ainda depende de um funcionário entrar no silo e acompanhar o seu funcionamento empurrando a rosca manualmente sempre que necessário para que ela fique sempre em contato com a massa de grãos.

Atualmente estudam-se tecnologias no mercado para automatizar e controlar o processo de esvaziamento dos silos reduzindo a exposição do operador dentro do ambiente e tornando o processo mais rápido e seguro.

Encontra-se no mercado hoje em dia alguns sistemas de roscas mecanizadas que fornecem como opcional um rodado extra, denominado trator, como opcional para automatização da rosca e que é acionado por um segundo motor elétrico. O fornecimento deste conjunto faz parte do pacote do escopo da mecânica (Fig.8).

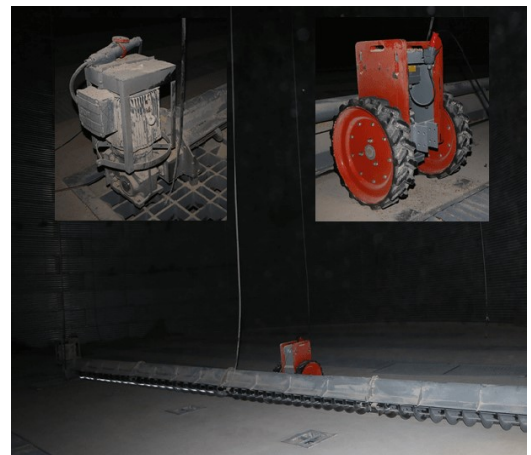


Fig. 8. Rosca varredora dentro do silo, e sistema de trator.  
Fonte: Site Kepler Weber, 2023.

Alguns dos principais fornecedores de rosca varredora são os mesmos fabricantes dos itens mecânicos da unidade como silos, secadores, elevadores e transportadores sendo alguns deles: Kepler Weber, AGI, GSI, Pagé entre outros.

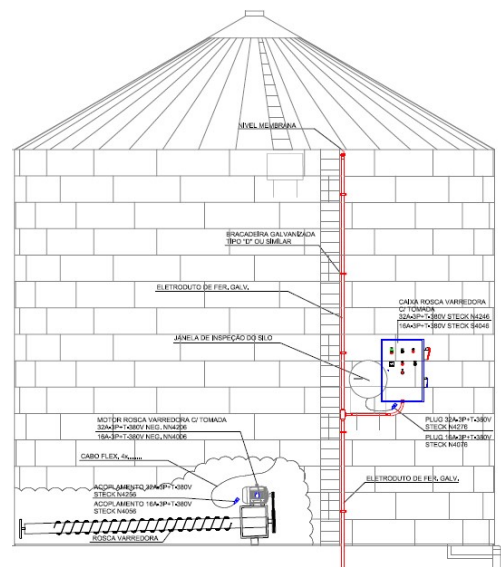


Fig. 9. Instalação do quadro de comando e proteção rosca varredora fora do silo.

Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

A operação automatizada fica por conta do sistema elétrico, no quadro de comando e proteção que faz o acionamento do motor elétrico principal da rosca e fica no lado de fora do silo (Fig.9).

Neste caso, para a automatização da rosca através deste rodado extra, o sistema de trator, é adicionado dentro do quadro de comando e proteção (Fig.10) uma partida direta reversível e deixado dois botões de impulso na porta do painel para o avanço ou recuo do trator que empurra a rosca ficando a cargo do operador apertar o botão para deslocar a rosca sem o esforço físico. Essa é a forma mais simples de operação, porém, não é automatizada, pois sempre vai depender de um operador estar acompanhando o andamento do serviço e tomando a decisão de quando avançar e retornar o trator.



Fig. 10. Quadro de comando e proteção convencional rosca varredora com trator sem automação.

Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

Existem no mercado, quadros de comando e proteção automatizados (Fig.11), com a utilização de relés monitores de corrente que automatizam o trabalho de avanço/recuo (trator) dispensando o operador para avanço da rosca varredora. O quadro de comando e proteção tem um relé na porta do quadro que monitora a corrente consumida pelo motor da rosca varredora conforme parametrização do relé de corrente com valores de corrente máxima e corrente mínima do motor da rosca para automatizar o avanço do trator.



Fig. 11. Quadros de comando e proteção para rosca varredora automatizada encontrados no mercado.

Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

O quadro possui uma chave para seleção de operação manual ou automática, sendo em modo manual o comando desabilita o relé monitor de corrente e a rosca vai operar somente conforme o operador quiser, e em modo automático ele vai apertar o botão para ligar a rosca e um relé de tempo vai contar um tempo de 5 segundos para o trator andar até a rosca encostar na massa de grãos pesando o trabalho do helicóide e subindo a corrente do motor até o valor máximo parametrizado no relé monitor de corrente que vai atuar desligando o trator. Com o trator desligado a rosca vai trabalhando varrendo o produto até que baixa a sua carga e a corrente do motor retorna para patamares mínimos programados no mesmo relé. O relé vai atuar novamente, ligando o trator e repetindo o processo de aproximar a rosca do produto. Se houver sobrecarga no motor da rosca, o relé atua desligando o trator e este ciclo se repete enquanto a chave seletora estiver em modo automático.

Nos sistemas de rosca varredora que não possuem o trator, é necessário que um operador entre dentro do silo para empurrar a rosca manualmente para próxima do produto assim que este vai baixando o seu nível. Isso faz com que tenha um funcionário sempre atento e disponível a entrar no silo para executar esta tarefa, se expondo a condições de trabalho em ambiente muitas vezes quente e com muita poeira.

Devemos nos atentar que esse produto que está sendo retirado do silo está sendo remanejado para outro local, geralmente para uma expedição, podendo ser do tipo rodoviária ou ferroviária ou até mesmo pluvial, onde os custos de tempo desses meios de transporte parados são significativos. Então quanto mais rápido, seguro e eficiente menor é o seu custo para expedição.

Neste aspecto se faz relevante estudar o sistema de controle, comando e proteção de uma rosca varredora automática que garante uma melhor constância no fluxo de grãos a serem expedidos, além de não expor operadores humanos a condições inseguras de trabalho e auxiliando na gestão dos processos e gerenciamento através do monitoramento da atividade de funcionamento da rosca e esvaziamento do silo.

### III. DESENVOLVIMENTO

O quadro de comando e proteção da rosca varredora convencional que é fabricada hoje na Fernando Spode Soluções Elétrica Ltda (Fig.12), é feito com botões de comando na porta do painel, sendo um botão para o liga/desliga da rosca, um para o avança e um para o recuo do trator, sendo estes botões para o motor do trator de impulso, ou seja, o operador deve ficar segurando o botão para avançar ou recuar a rosca até o ponto desejado. E temos o quadro de comando e proteção automatizado com o relé de monitoramento da corrente do motor principal da rosca que faz o avanço do trator e não tem comunicação com a automação.





Fig. 12. Quadro de proteção e comando rosca varredora convencional (esquerda) e automatizado com relé monitor de corrente (direita).

Fonte: Arquivo de projetos executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

O quadro de controle, comando e proteção automatizado proposto neste trabalho poderá executar a tarefa totalmente autônoma, podendo ser monitorado a distância através do sistema supervisor de automação liberando o funcionário desta tarefa para cumprir outras atividades da unidade da fazenda. Ele possuirá um controle eletrônico de avanço do helicóide, sistema de proteção dos motores, monitoramento de status dos disjuntores de proteção dos motores elétricos, monitoramento da abertura das portas do silo, aviso sonoro de erro e também aviso de término de operação. Com o sistema de automação será dispensado o esforço físico de um operador para fazer o avanço da rosca varredora e evitar a sua exposição a riscos de acidentes de trabalho.

O controle de avanço e recuo do trator no quadro de controle, comando e proteção automatizado acontecerá através da leitura de corrente do motor principal da rosca com a substituição da partida direta por uma partida com inversor de frequência. Será necessário alterar e criar um novo esquema elétrico (Fig.13 e Fig.14), do quadro de comando para receber o inversor de frequência para a rosca varredora autônoma e instalação de uma remota para comunicação via rede com o CLP e o inversor de frequência e monitorar os status dos pontos de comando desejados e que serão apresentados no supervisor conforme lista de I/O.

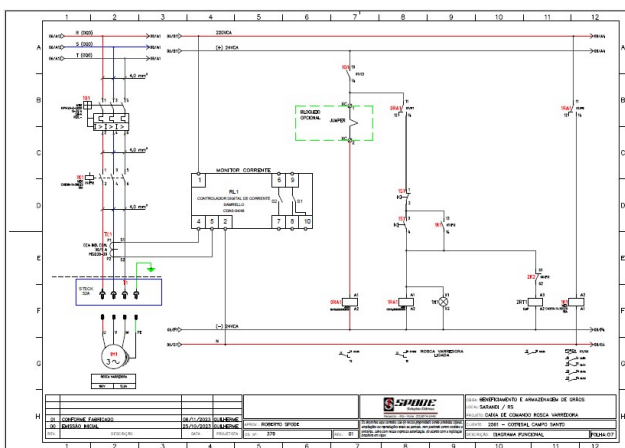


Fig. 13. Esquema elétrico partida direta do motor principal rosca varredora a ser alterado.

Fonte: Arquivo de projetos a serem executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

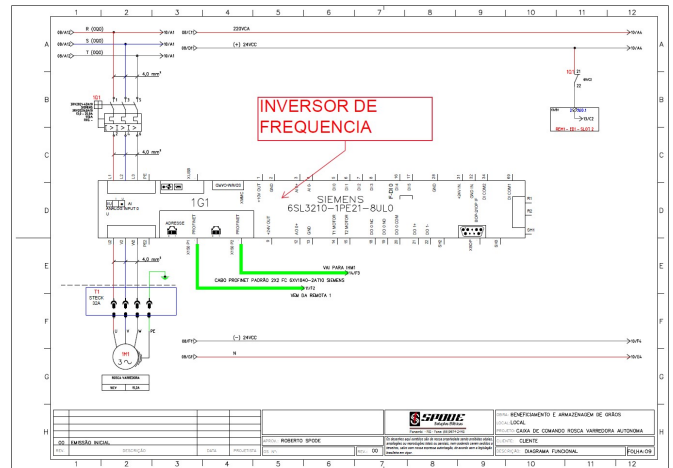


Fig. 14. Novo esquema elétrico da partida do motor principal rosca varredora com inversor de frequência.

Fonte: Arquivo de projetos a serem executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

O inversor de frequência será ligado em rede com o CLP do sistema de supervisor e automação através de uma remota com uma cabeça de rede que vamos instalar dentro do quadro de comando e proteção da rosca para o monitoramento e leitura de corrente do motor no próprio inversor.

Será necessário acrescentar na Topologia de Rede (Fig.15), um cabo de rede saindo do quadro de proteção e comando, derivando do Switch, e levar até o silo onde será instalada a remota com a cabeça de rede dentro do quadro de comando e proteção da rosca varredora para comunicação do inversor de frequência com a remota e a remota com o CLP.

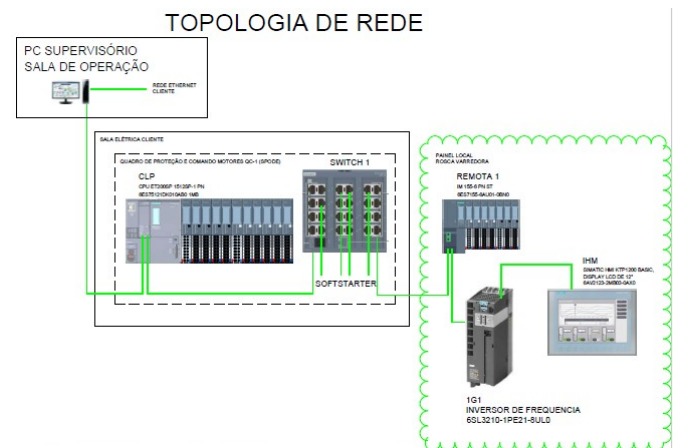


Fig. 15. Topologia de rede a ser ampliada.

Fonte: Arquivo de projetos a serem executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

Quando a corrente do motor da rosca varredora baixar próxima a nominal entende-se que o motor está com pouca carga e então tem-se a necessidade de movimentar a rosca para mais próximo do talude da massa de grãos acionando o motor do trator. No momento em que subir a corrente do motor da rosca, até o valor definido (estima-se em 10% por exemplo), entende-se que a rosca encontrou o talude e desliga-se o motor do trator, permanecendo agora apenas a rosca ligada até a corrente do seu motor baixar novamente e repetir o processo.

Quando estiver o motor da rosca e o motor do trator ligados por uma faixa de tempo com sua corrente nominal, o sistema vai entender que acabou o talude e pode desligar o sistema indicando no supervísório que o silo deve estar vazio.

O fluxo do processo de descarga também poderá ser acompanhado na porta do painel através da instalação de uma IHM, que indicará o tempo do processo, se os motores que recebem o produto do silo estão ligados, o registro do silo está aberto e para onde o produto está indo.

A tela do supervísório (Fig.16) é onde consta todas as informações para o controle gerencial do fluxo do processo na unidade, permite a visualização de todas as seguranças, alarmes e relatórios para gestão a vista, terá o acréscimo da partida do motor da rosca e do motor do trator (Fig.17), para o monitoramento e sua operação pelo operador na sala de comando.

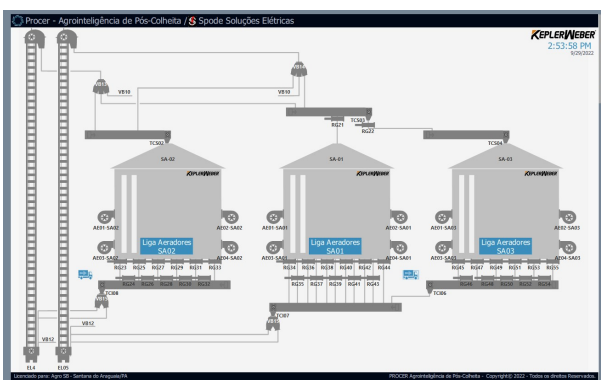


Fig. 16. Exemplo de uma tela de supervísório com fluxo de carga a descarga do silo sem nenhum status da rosca.

Fonte: Arquivo de projetos a serem executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

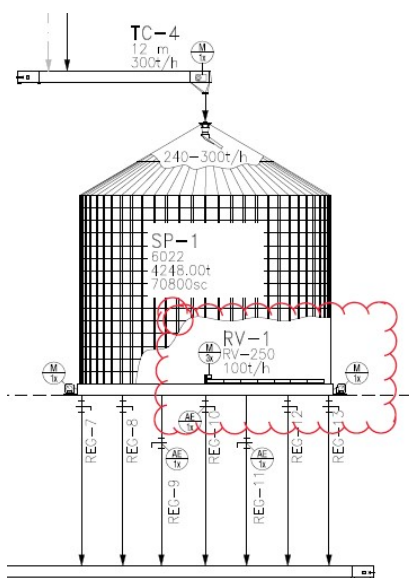


Fig. 17. Incluir os motores da rosca dentro do silo para monitoramento via telas do supervísório.

Fonte: Arquivo de projetos a serem executados pela Empresa Fernando Spode Soluções Elétricas Ltda.

#### IV. CONCLUSÕES

Registra-se que o presente trabalho e da pesquisa desenvolvida, foi de fundamental importância para ampliar os conhecimentos acerca desta temática. Sabe-se que existem muito silos e sistemas antigos funcionando sem um sistema de trator para empurrar a rosca e outros tantos mais novos que tenham algum sistema para reduzir o esforço físico, ainda não são presentes no sistema de automação para o gerenciamento e gestão da expedição e da unidade. A automação do processo de expedição traz agilidade, segurança e gerenciamento para a expedição alcançando os seus objetivos.

O desenvolvimento desta temática ampliará o potencial para melhoria das rotinas de trabalho de gestão e gerenciamento e segurança operacional dos sistemas em armazenagem de grãos.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Farroupilha, Campus Panambi, aos docentes e técnicos administrativos que auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

[1] MILMAN, Mário José. Equipamentos. 2002

[2] WEBER, Érico A., “Excelência em Beneficiamento e Armazenagem de Grãos”, *Eletrônica de Potência* –SALLES, vol. 1, nº 1, 586 p, 2005.

[3] BAAL, E. Recomendações para projetos de unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos com enfoque em segurança do trabalho. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 58 f. Monografia (Pós Graduação). Pós Graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho, 2013.

[4] ZANOLLA, Gabriel Augusto. Estudo de melhoria no fluxo operacional do processo de beneficiamento de grãos em uma unidade armazenadora de grãos. 2019. **Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

[5] CONCEIÇÃO, Maria Gabriela Cursino dos Santos. Controle de risco de explosão em silos de cereais. 2019.

#### DADOS BIOGRÁFICOS

**Davi Hinning**, nascido em 04/01/1981 em Panambi-RS, é Eletricista Instalador (1995) pelo SENAI, Técnico em Eletrotécnica (2005), pelo Colégio Evangélico Panambi.