

Sistema de Monitoramento, Análise e Controle de Processos Automatizados para Agroindústria

Denis Gomes Feliciano¹, Gustavo Rodrigo Kerkhoff Assmann²
Instituto Federal Farroupilha - campus Panambi, Panambi – RS, Brasil
¹Discente do Curso Superior em Automação Industrial, ²Professor Orientador

Resumo – A Automação Industrial é capaz de trazer maior lucratividade, otimização de processos, redução de perdas e aumento de qualidade no setor agroindustrial. A coleta e análise dos dados do processo, torna possível o desenvolvimento de sistemas cada vez mais inteligentes que cooperam com o trabalho dos operadores dos processos produtivos da agroindústria, tornando-os cada vez mais seguros e eficientes. Através da análise dos sinais coletados por diversos tipos de sensores, o próprio controlador lógico programável é capaz de prever ações para otimizar o processo produtivo sugerindo ao operador formas de atuação que garantam a maior eficiência de todo o sistema de produção. Este trabalho aborda a melhoria da eficiência do processo automatizado, explorando as possibilidades de utilização dos dados coletados através da leitura dos sensores instalados em cada equipamento ao longo do processo produtivo.

Palavras-Chave – Automação de processos; Agroindústria; Coleta e processamento de dados; instrumentação.

MONITORING, ANALYSIS AND CONTROL SYSTEM OF AUTOMATED PROCESSES FOR AGROINDUSTRY

Abstract – Industrial Automation is capable to improve profitability, optimize processes, reduce losses, and increase quality in the agro-industrial sector. The collection and analysis of process data makes possible to develop increasingly intelligent systems that cooperate with the operators work in the agroindustry production processes, making it safer and efficient. Through the analysis of the signals collected by different types of sensors, the programmable logic controller itself is capable of predicting actions to optimize the production process, suggesting to the operator ways of running the process that guarantee the greatest efficiency of the entire productive system. This work approaches the efficiency improvement of the automated process, exploring the application possibilities of collected data by reading the sensors installed in each piece of equipment that composes the productive process.

Keywords – Process Automation; Agroindustry; Data Collection and Processing; Instrumentation.

I. INTRODUÇÃO

A automatização de processos da agroindústria consiste, de maneira geral, em sistemas de automação cujo funcionamento é focado em ligar e desligar equipamentos como, máquinas de

limpeza, secadores e transportadores de grãos, assim como operar registros e válvulas de direcionamento de fluxo de produto, permitir o controle, automático ou não, de tais processos disponibilizando suas informações em tempo real e à distância [1]. Em unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos onde existem sistemas automatizados, a operação é facilitada pois, centraliza os comandos do operador em uma sala de controle através de um sistema supervisório que opera em conjunto com um controlador lógico programável que por sua vez aciona os comandos dos equipamentos envolvidos [2].

Apesar de haver essa possibilidade de supervisão e controle por parte do operador, isso não garante que o sistema será operado com eficiência pois, muitas vezes, pode-se encontrar operadores experientes em relação ao funcionamento da planta, mas que demonstram deficiências em relação a operação do sistema automatizado no que diz respeito às leituras das variáveis geradas pelo sistema, dados esses que se não observados, podem levar a ineficiência do sistema [3].

Este projeto, apresenta de forma prática, uma solução que visa otimizar o uso de dados do processo produtivo de unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos, através de um sistema que interpreta as variáveis envolvidas no processo e sugere ações ao operador e, podendo também atuar de forma autônoma.

II. INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO VISANDO A OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO DA AGROINDÚSTRIA.

Os avanços tecnológicos são eminentes na indústria em geral, mas ainda existem diversas oportunidades para otimização dos processos e conseqüente aumento da produtividade em unidades de armazenagem e beneficiamento de grãos. Isso se deve ao fato de que as agroindústrias no Brasil não são caracterizadas por grandes investimentos em automação e controle. Essa discrepância pode estar relacionada com a cultura do trabalho manual, como também pelo próprio desconhecimento dos reais benefícios da implementação de novas tecnologias para melhoria do processo produtivo [4].

O processo de melhoria contínua, pode ser descrito como a implantação de uma metodologia de trabalho capaz de colher informações confiáveis para que sejam tomadas decisões com o objetivo de implantação de melhorias constantes de processos e procedimentos em busca de ganhos [5].

A automação desenvolve um papel importante para os processos de produção da agroindústria, visto que os benefícios advindos dos investimentos corretos permitem às indústrias, em geral, maiores lucros e participação de mercado [6].

O controle do processo de produção da agroindústria segue os mesmos princípios de uma planta industrial, tendo como objetivo manter certas variáveis entre os limites operacionais desejáveis.

Para melhor situar a nomenclatura utilizada neste capítulo, a figura 1 traz uma representação gráfica de um sistema genérico que servirá de base para a descrição da terminologia empregada no contexto de controle, automação e otimização de processos de produção agroindustriais, em que os estados são controlados a partir dos sinais dos sensores recebidos pelo sistema.

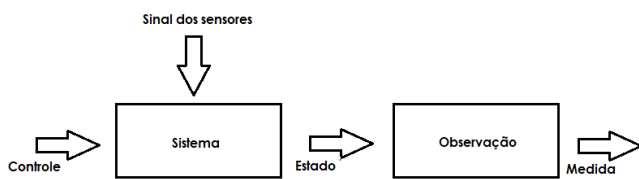


Figura 1 - Processo

O monitoramento das variáveis relevantes do processo em tempo real tem a vantagem de fornecer informações com atraso pequeno diante da dinâmica intrínseca do processo. Essa abordagem fornece informações diretas das variáveis, adquiridas através do sensoriamento e é essencial para detecção precoce de problemas/falhas no processo, permitindo uma ação imediata a ser tomada, a fim de resolver a situação enquanto o processo ainda está ocorrendo [2].

A automação de uma planta industrial é realizada por meio da implementação de sensores e atuadores, comandados por sistemas remotos. As medidas dos sensores e a ação dos atuadores são realizadas por sinais que transitam entre um sistema supervisor e a planta. Uma planta automatizada, com aquisição de dados do processo em tempo real, e com estratégias de controles bem configuradas, proporciona benefícios tanto ao produtor, com redução de queixas, devoluções, reprocessamento e custos, quanto ao consumidor final, que dispõe de um produto mais padronizado [7].

Para o desenvolvimento de estratégias de controle, um estudo rigoroso dos equipamentos envolvidos é muito importante, pois é desta forma que se torna possível desenvolver parâmetros configuráveis que tornam o sistema mais flexível e adaptável às necessidades do processo. A operação a partir da configuração de parâmetros corretos para o sistema, implica na redução de paradas para manutenção e perda de produtos como por exemplo os que são mais sensíveis a processos mal conduzidos e que podem resultar em longos tempos de paradas, causando perda de qualidade e até mesmo descarte do produto final.

Concluindo, os atuais métodos de concepção, projeto e operação das plantas da agroindústria, podem ser revistos, visando à incorporação de técnicas de simulação, otimização e controle do processo. Nessa etapa, ferramentas que permitam a implementação de metodologias de análise on-line podem ser desenvolvidas, servindo de sustentação a essa nova metodologia, a fim de se garantir uma melhor eficiência do processo do ponto de vista econômico, energético e ambiental [2].

III. AGROINDÚSTRIA: DESAFIOS EM AUTOMAÇÃO.

Atualmente as dificuldades de implantação de sistemas automatizados se dão em virtude da cultura do trabalho manual juntamente com a falta de conhecimento das ferramentas e

possibilidades de melhoria gerados pelo controle e supervisão automatizados.

Proprietários de unidades de armazenagem de grãos, assim como cooperativas de pequeno e médio porte, tendem a investir em sistemas de acionamento eletromecânico para seus equipamentos com a ideia de que fazendo uso de pouca ou nenhuma eletrônica, o centro de controle de motores (CCM), ficará mais simples e teoricamente livre de falhas que possam impossibilitar o funcionamento da planta [8]. Essas são barreiras que ao serem vencidas resultarão no crescimento do desenvolvimento e melhorias das operações em unidades de armazenagem de grãos [9].



Figura 2 - Painel sinótico



Figura 3 - Painel com IHM

As figuras 2 e 3 apresentam respectivamente a diferença dimensional entre um sistema de controle de motores convencional, sem automação, e um painel automatizado com monitoramento e controle por IHM (interface homem máquina).

IV. PLANTA AGROINDUSTRIAL DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS.

Uma unidade armazenadora de grãos, ou unidade de pós-colheita, é uma estrutura que tem como finalidades o recebimento, conservação e distribuição de grãos. As unidades armazenadoras mais comuns são os silos e armazéns.

É muito importante que o armazenamento de grãos seja feito de forma correta e cuidadosa, afinal, ele influencia nas características do produto a ser entregue ao consumidor. Grãos armazenados em condições não ideais podem sofrer diversos danos, como por exemplo: Perda de qualidade sensorial, diminuição nos teores de massa seca ou compostos específicos de qualidade, ataques de patógenos e insetos que impactam no seu valor de venda.

A qualidade dos grãos não pode ser melhorada, apenas preservada por meio de um bom sistema de armazenamento. Por este motivo é necessário o estudo que leva a compreensão de como e onde armazenar grãos, para que esses não se deteriorem e percam valor [9].

Os transportadores, são equipamentos responsáveis pelo deslocamento dos grãos entre os setores de recebimento, beneficiamento, secagem e armazenamento da unidade agroindustrial, e este fluxo é o objeto deste estudo.

V. O FLUXO DE GRÃOS.

Para a construção da unidade como um todo, o proprietário contrata uma empresa fabricante de equipamentos para armazenagem de grãos. A empresa fica responsável pelo desenvolvimento, por oferecer as melhores alternativas de projetos para a necessidade em questão. Todos os equipamentos são desenvolvidos e dimensionados com o objetivo de operarem em conjunto, oferecendo a maior eficiência possível para o processo.

Cada equipamento tem suas especificações que definem sua capacidade de trabalho, geralmente representada em t/h (Toneladas hora). Essas especificações são importantes para se definir quais tipos de equipamentos serão os ideais para compor o fluxo e atender as necessidades do projeto.

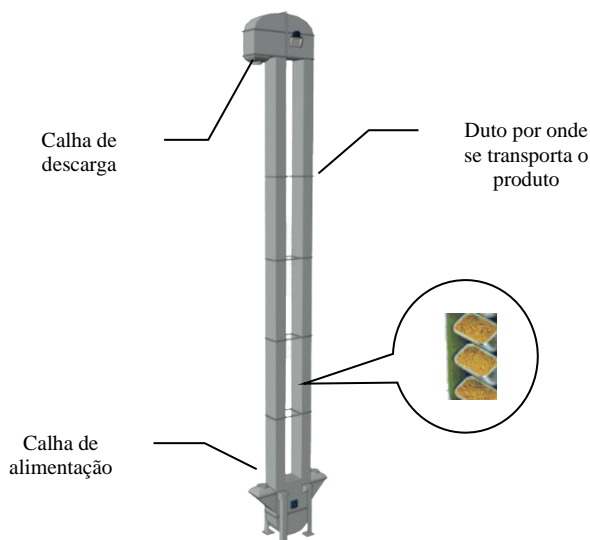


Figura 4 - Elevador de canecas

Cada equipamento de acordo com sua capacidade de trabalho, contém também, especificações elétricas, uma vez que seu funcionamento depende de motores elétricos para movimentação. Além disso correspondem a uma função de movimentação seja vertical ou horizontal [10].

De acordo com [10], os principais elementos que compõem uma unidade armazenadora de grãos são:

Elevador de canecas, representado pela figura 4, tem como função a elevação do produto à patamares onde são despejados nos secadores, máquinas de limpeza, silos e armazéns. Seu interior é constituído por várias canecas de metal ou polímero, que são fixas em uma correia ou corrente. As canecas são fixas a certa distância umas das outras de forma a garantir o fluxo contínuo do produto.

A figura 5 apresenta um exemplo dos transportadores de corrente, transportador horizontal que realiza o deslocamento dos grãos por arraste, através de mecanismos constituídos por correntes providas de pás ou garfos, que correm sobre o fundo de uma calha, arrastando o material a granel em toda sua seção.

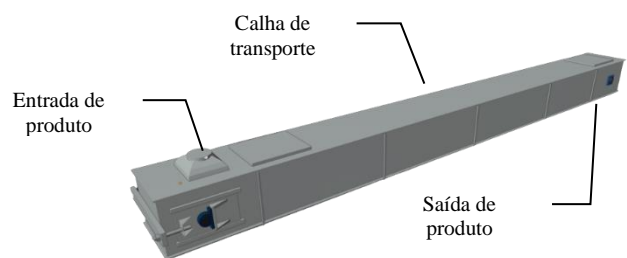


Figura 5 - Transportador de corrente

Na figura 6, a representação de uma correia transportadora, usada para movimentação de materiais a granel, ou em altos volumes, através de uma correia contínua (esteira) tracionada por um motor elétrico, que se desloca sobre roletes. Podem percorrer longas distâncias transportando altos volumes de carga.

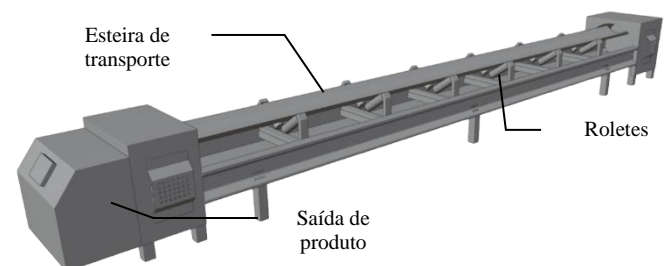


Figura 6 - Correia transportadora

Roscas transportadoras ou eclusas, também chamadas de transportador helicoidal, opera através do movimento rotacional do espiral e sua continuidade conduz o material ao longo do equipamento pelo atrito, é normalmente acionada por um moto redutor, conforme representado na figura 7.

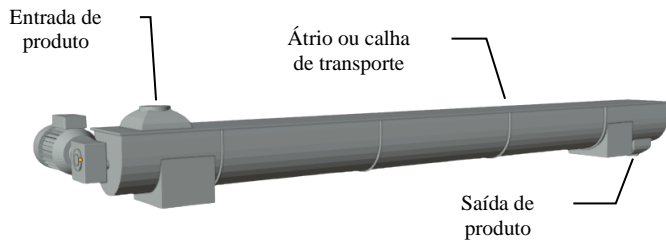


Figura 7 - Rosca transportadora

A figura 8 representa um registro de gaveta, dispositivo que tem como função controlar o fluxo de produto no ponto de sua instalação, permite o bloqueio ou passagem do produto através de sua lâmina deslizante. Geralmente os registros são usados na área de descarga, possibilitando a retirada de grãos do interior dos equipamentos de transporte, silos, armazéns e moegas.

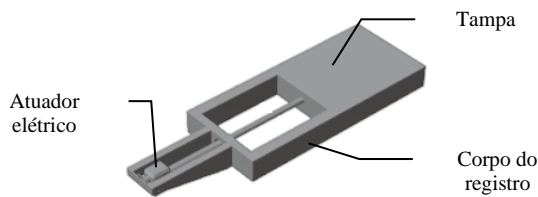


Figura 8 - Registro com atuador

A válvula representada na figura 9, é o equipamento utilizado para direcionar o fluxo do produto entre os transportadores e máquinas da planta. Encontramos válvulas manuais onde o direcionamento é realizado através de cabos que são puxados pelo operador ou acionamento automático através de sistema pneumático ou elétrico, sua construção é simples, geralmente feitas de aço-carbono ou aço inoxidável no caso de aplicações especiais.

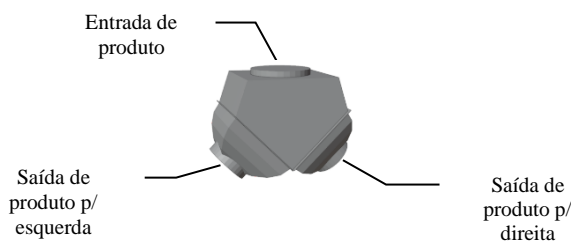


Figura 9 - Válvula bifurcada

A figura 10 apresenta uma moega, equipamento sobre o qual os caminhões são posicionados para efetuarem a descarga do produto, que passa por grelhas, caindo em um grande compartimento em forma de funil, chegando até os transportadores que levarão os grãos até os locais de armazenagem.

Com a finalidade de tornar o processo de movimentação e armazenagem de grãos mais rápido e eficiente, o projeto da planta industrial passa por uma fase de análise para levantamento de informações para que então possa ser definido de que forma o projeto de automação será implementado.

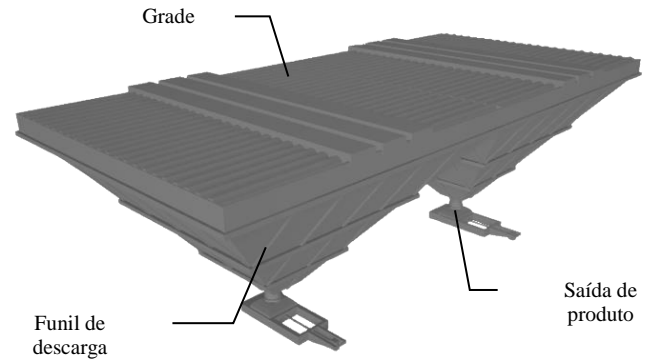


Figura 10 - Moega

VI. CONTROLE AUTOMATIZADO DO FLUXO DE GRÃOS.

Como citado anteriormente neste artigo, geralmente o sistema de automação resume-se a partidas de equipamentos como máquinas e transportadores, monitoramento de valores de temperatura e pressão, também sensores de movimento, vibração e embuchamento. Ainda assim não há uma solução prática e usual para as paradas por embuchamento, que caracterizam os maiores tempos de parada registrados no processo, segundo levantamentos realizados diretamente com agentes envolvidos nesses processos.

O embuchamento acontece quando se força a passagem excessiva de produto pelo transportador excedendo sua capacidade máxima, causando enchimento e conseqüente parada por sobrecarga. Ao parar, deve ser submetido ao desentupimento manual que depende da abertura das portas de desobstrução do equipamento, para extração total do grão acumulado. Esse processo de limpeza do equipamento faz com que a operação seja parada por um tempo considerável, direcionando por muitas vezes toda a mão de obra disponível no momento a esse propósito [11].

A seguir estão enumerados alguns dos principais fatores causadores de embuchamento nos equipamentos que compõem o fluxo:

1. Erro de operação.
2. Ausência do sensor de embuchamento.
3. Dimensionamento incorreto do equipamento na fase de projeto.
4. Manutenção inadequada ou ausente.

A implantação dos processos de melhoria que serão apresentados a seguir, fará parte da lógica de controle da automação e, visa reduzir as ocorrências de paradas por embuchamento dos equipamentos do fluxo.

VII. METODOLOGIA

O monitoramento do fluxo de produto no interior do equipamento de transporte deve ser implementado através de sensoriamento. A metodologia aqui expressa, se concentra nas ocorrências por embuchamento e possibilidade de mitigação, através da adequação de sensores e software.

O sensor de embuchamento trata-se de um dispositivo instalado no equipamento de transporte, em local onde é possível

detectar antecipadamente acúmulo de produto, indicando sobrecarga de trabalho e obstrução do fluxo. Tem por atuação o envio de um sinal discreto ao controlador que atuará desligando o equipamento antes que o embuchamento propriamente dito ocorra.

A escolha do tipo de sensor é dependente do tipo de transportador utilizado. Para os elevadores de canecas, usa-se os sensores capacitivos ou de acionamento por membrana, pois para esta aplicação existe o contato direto do produto com o sensor no interior do equipamento. Para os transportadores de correntes ou de correia, é mais comum o uso de sensores indutivos, devido ao fato de que, para esses equipamentos existe no fim de seu curso, local onde existe o acúmulo de grãos no caso de embuchamento, uma chapa de material ferromagnético que se move conforme a pressão provocada pelo grão em excesso, assim acionando o sensor.

Como alternativa relevante para contribuir com uma solução que evite a parada do processo de movimentação de produto por embuchamento, foi estudada a possibilidade de inclusão no software de automação, uma lógica de controle que estabeleça um nível de fluxo aceitável para todos os equipamentos da planta, independente da capacidade de cada um, tornando a rota de equipamentos em uso, um único sistema monitorado e controlado.

Para isso o software deve ser desenvolvido de forma que possa ser parametrizado com as informações necessárias sobre os equipamentos da planta para assim, controlar a abertura do fluxo de produtos de acordo com os equipamentos escolhidos para o processo.

Desta forma deve haver na lógica de controle, campos para inserção de parâmetros correspondentes a cada equipamento, para que possam ser criados blocos de controle contendo conjuntos de parâmetros que possibilitem condições de reconhecer a capacidade do fluxo em t/h como um todo, evitando erros de operação.

Para cada equipamento existe uma especificação técnica, que geralmente pode ser obtida através dos manuais do fabricante. O exemplo do quadro 1 traz a especificação para um elevador de canecas:

Especificações Técnicas	
Modelos	EA1 ao EA6
Capacidades (t/h) - Grãos	24 a 480 (600 kg/m ³) 30 a 600 (750 kg/m ³)
Capacidades (t/h) - Sementes	16 a 64 (600 kg/m ³) 20 a 75 (750 kg/m ³)
Capacidades (t/h) - Farelo	15 a 60 (550 kg/m ³)
Capacidades (t/h) - Impureza	9 a 35 (350 kg/m ³)
Altura máxima (m)	Até 56
Velocidades (m/s)	1,30 a 3,6
Modulagem de calhas (m)	2
Sensores	Movimento, embuchamento, temperatura e desalinhamento
Acionamentos	Eixo Oco: Tipo FA até 30 cv Tipo KA de 40 a 60 cv Torçloc: Tipo FT de 1,5 a 10 cv Com acoplamento: MTD Tipo K até 60 cv Redutor Tipo X de 75 a 200 cv
Plataformas	Superior e intermediária
Janelas	Inspeção e alívio de pressão
Correia	3 ou 4 lonas antiestáticas e antichamas
Normas de Segurança	NR 12 e NBR 6123 (144 km/h)
Conectividade	Opcional Versão com painel IoT que monitora os sensores do equipamento

Quadro 1 – Especificação para elevador de canecas

A partir dos parâmetros obtidos através dessas especificações, é possível definir que tipo de equipamento estará em uso no processo, e assim em conjunto com o sensor de embuchamento, o software poderá realizar um ajuste fino da quantidade

de grãos que será transportado de forma eficiente e segura, evitando tais problemas.

Uma vez que o software tenha as informações necessárias, poderá interagir com os registros, abrindo ou fechando de acordo com a lógica de controle, pois os registros são responsáveis pela liberação do produto.

Para os registros são possíveis duas possibilidades:

- **Registro motorizado:** Ao utilizar esse modelo de registro deve-se abrir ou fechar a quantidade de dispositivos que forem necessários para se obter a quantidade ideal de produto para o fluxo em atividade, prevenindo o embuchamento por sobrecarga. Exemplo na figura 11.

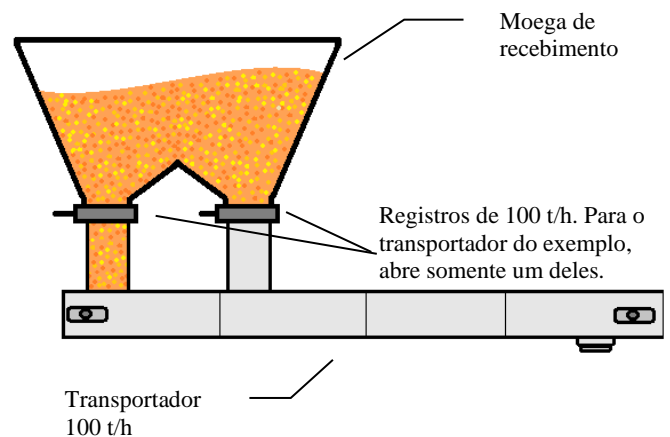


Figura 11 – Fluxo com registro motorizado

- **Registro elétrico com abertura percentual:** Com este modelo de registro é possível ajustar sua abertura conforme necessário para operação. Levando em consideração esta funcionalidade, pode-se abrir mais de um registro, ajustando-os de acordo com a capacidade do transportador. Exemplo na figura 12.

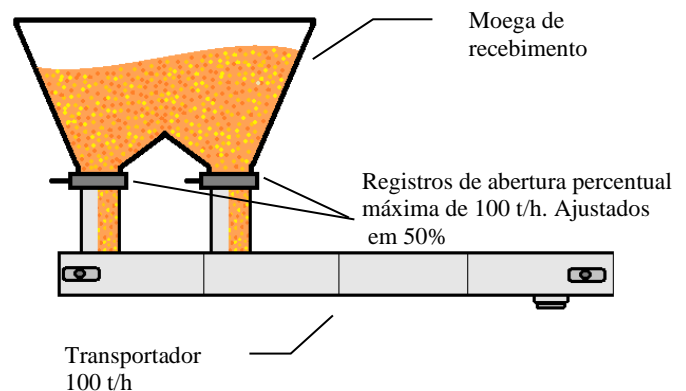


Figura 12 – Fluxo com registro percentual

Os registros são abertos de forma que o produto seja liberado com fluxo controlado de acordo com a parametrização informada via supervisão, desta forma evitando sobrecarga na linha de transporte.

A tela do supervisório deve apresentar a possibilidade de configuração, com campos em que o operador do processo irá inserir as informações contidas na especificação técnica do equipamento.

A figura 13 apresenta um exemplo de tela de um supervisório criado na plataforma *Totally Integrated Automation Portal* (TIA Portal), na versão *WinCC Unifield V17* do fabricante Siemens®.

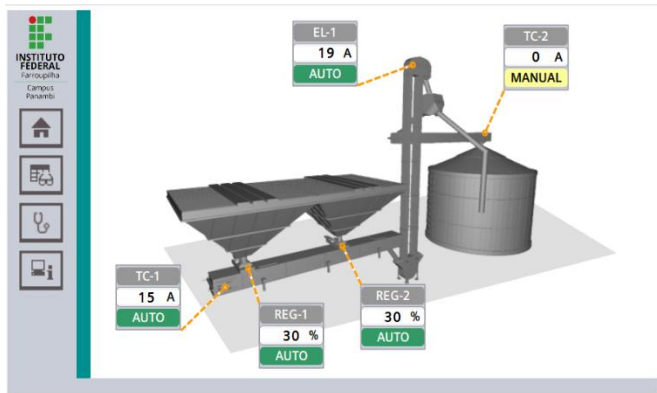


Figura 13 – Tela do sistema supervisório

O sistema supervisório ou simplesmente supervisório, é um sistema computacional que possibilita uma interface entre o operador do processo e o controle automatizado realizado pelo controlador (CLP). É através do sistema supervisório que se torna possível monitorar a planta, parametrizar equipamentos e máquinas, gerar bancos de dados para análise e principalmente controlar a planta tomando decisões com base nas informações obtidas através das leituras dos sensores distribuídos em campo [12].

VIII. SIMULAÇÃO

A figura 14 representa graficamente o sistema exemplo composto por uma moega, dois transportadores de corrente (TC-1 e TC-2), um elevador de canecas (EL-1) e um silo de armazenagem (SA-1).

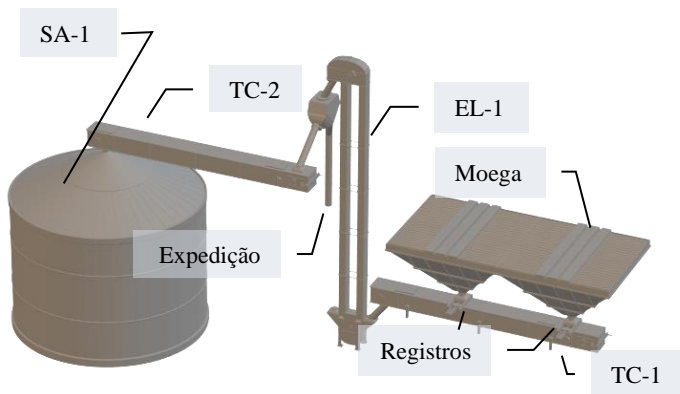


Figura 14 – Fluxo de grãos

Cada equipamento foi parametrizado conforme suas especificações, desta forma o sistema pode definir o volume ideal para o fluxo de grãos. Para o fluxo proposto temos os seguintes transportadores e suas respectivas capacidades informadas no

quadro 2, para uma moega de 100 t e um silo com armazenamento de 10.000 t:

Equipamento	Nome no sistema	Capacidade (t/h)
Registro 240mm.	REG-1	120
Registro 240mm.	REG-2	120
Válvula bifurcada	VAL-1	120
Transp. corrente	TC-1	150
Transp. corrente	TC-2	100
Elev. de canecas	EL-1	150

Quadro 2 – Especificação de capacidade

Fluxo 1:



Fluxo 2:

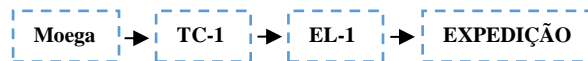


Figura 15 – Exemplos de possibilidades de fluxo

De acordo com a especificação dos equipamentos (Quadro 2), podemos constatar que na figura 15, que para o fluxo 1 existe um desequilíbrio em relação as capacidades dos transportadores, onde o transportador 2 (TC-2) tem capacidade de transporte 40% menor em relação aos outros transportadores. Sendo o fluxo 2 um exemplo equilibrado.

Para solucionar esse problema o sistema, de forma automática poderá realizar o ajuste das cargas da seguinte maneira:

Na tela de configurações do equipamento apresentada na figura 16, o operador deve inserir as informações de parâmetros.

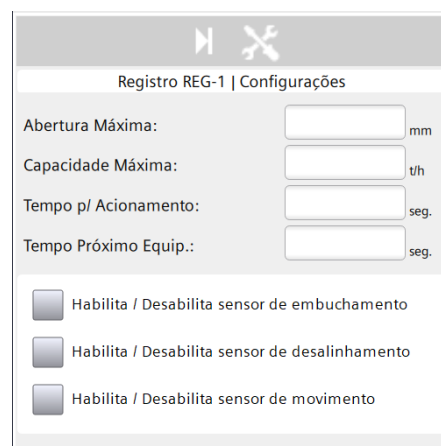


Figura 16 - Tela de configuração

O sistema fará uso das informações da seguinte forma:

Ao receber as informações de parâmetros dos equipamentos, o software irá calcular o valor R_{th} , que representa o fluxo ideal no registro, conforme

$$R_{th} \cdot N_r = F_{mt} \quad (1)$$

para não sobrecarregar a linha. Para isso divide-se F_{mt} , valor da capacidade do menor transportador da linha, pelo N_r , número de registros em operação.

A abertura de cada registro é definida em milímetros (mm). Para abrir o registro de forma que admita a quantidade definida de produto R_{th} , expressa por

$$R_{ab} = \frac{R_{m\acute{a}x} \cdot R_{th}}{R_{th\ m\acute{a}x}} \quad (2)$$

onde usa-se o parâmetro $R_{m\acute{a}x}$ abertura máxima do registro em milímetros multiplicada por R_{th} dividida por $R_{th\ m\acute{a}x}$ capacidade máxima de vazão do registro.

R_{ab} representa a abertura definida para o registro em milímetros (mm), de forma que controle a vazão de produto dentro do ideal definido para linha.

No quadro 3 temos um exemplo de aplicação para o sistema prosto.

Número de equip.	Abertura (mm)	Capacidade máx (t/h)	Cap. Menor equip. (t/h)	Abertura (mm)
2	240	120	100	100

Quadro 3 – Exemplo de aplicação

Considerando que o menor equipamento do fluxo é o transportador de corrente 2 (TC-2), com capacidade de transporte de 100 t/h e que são utilizados dois registros com abertura máxima de 240 mm e capacidade máxima de vazão de produto de 120 t/h.

Temos o valor de abertura de 100 mm em cada registro, para equilibrar o fluxo de acordo com a capacidade de transporte do menor equipamento. Esses valores, uma vez inseridos no software, permitem que o algoritmo de controle ajuste o atuador do registro para liberar produto de acordo com a capacidade da linha.

Os blocos de controle, na programação do CLP, convertem o valor obtido através do cálculo, para um sinal analógico de 0 a 10 v que fornecerá ao atuador do registro a informação da abertura necessária. Conforme mostrado na figura 17

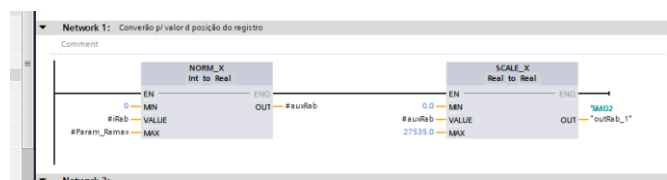


Figura 17 - Blocos de conversão (CLP)

Para os casos em que for usado o registro motorizado, não será possível realizar o ajuste analógico, por este motivo para obter o valor R_{ab} dividimos F_{mt} por $(R_{th\ m\acute{a}x})$ e depois multiplicamos por $R_{m\acute{a}x}$.

$$R_{ab} = \frac{F_{mt}}{R_{th\ m\acute{a}x}} \cdot R_{m\acute{a}x} \quad (3)$$

Se o resultado da operação apresentar valor menor que F_{mt} , apenas um registro motorizado deve ser aberto. O cálculo apresenta os valores de abertura para que a operação seja

segura, sabendo-se que esse tipo de registro abre ou fecha totalmente, é sugerida a opção de ajuste mecânico.

IV. CONCLUSÃO

Ao ajustar o fluxo de produto através da automatização da abertura dos registros, obtemos um procedimento prático e seguro que facilitará a operação trazendo agilidade, eficiência e mitigará o problema das longas paradas por embuchamento.

Conforme citado, a parada por embuchamento pode ser provocada por outros fatores além da sobrecarga de produto, para esses casos o sensor de embuchamento se mostra eficiente pois sua atuação identifica o evento de acúmulo de produto ainda no início, sinalizando ao sistema que por sua vez atuará, desligando o equipamento que apresentou sintomas de sobrecarga.

A rentabilidade das unidades de armazenagem de grãos, está diretamente ligada a eficiência do processo. Ainda há muito a se desenvolver no que diz respeito a implementação de melhorias de processo, através de pesquisas e desenvolvimento.

O desenvolvimento deste projeto, ajuda a melhorar a eficiência da planta com diminuição dos índices de paradas do processo, que representam um dos maiores motivos de perdas, tanto de qualidade do produto quanto de tempo que incide em diminuição dos ganhos.

As melhorias propostas, apresentam custo reduzido, uma vez que as implementações se restringem a alterações de software sendo levado em conta somente os custos de horas de programação, e não implicam em valores de alterações estruturais e compra de equipamentos.

Para os casos de falta de sensoriamento, porém com o mínimo de instrumentação, existe a possibilidade de fácil implementação do sensor de embuchamento e com baixo custo, com aproveitamento da infraestrutura existente. Nos casos em que a instrumentação é inexistente, um estudo deve ser realizado para levantamento de custos e viabilidade da instalação mecânica, infraestrutura e elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1] COUTINHO, P. A. Q. DOMPIERI, M. H. G. SILVEIRA, H. L. F. MARTINHO, P. R. R. DALTIO, J. BALAN, M. Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 19., 2019, Santos. Anais... São José dos Campos: INPE, 2019. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1108729>
- [2] CORTEZ, LUIZ AUGUSTO COSTA - 2010 Instrumentação automação visando a otimização do processo de produção de etanol de cana-de açúcar. São Paulo – Blucher 2010. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/906762/1/proci10.00355.pdf>
- [3] GUARIZE, MARCELO RENATO - 2019 Proposta de automação para uma agroindústria de nutrição animal. <http://bdm.ufmt.br/handle/1/1024>
- [4] ATALA, D.I.P. Montagem, instrumentação, controle e desenvolvimento experimental de um processo fermentativo

extrativo de produção de etanol. 2004. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2004

- [5] BRAGA, L. P.; SANTOS, P. R.G.; OLIVEIRA, E. A. A. Q. Análise da implantação do processo de melhoria contínua na indústria automobilística. *Tecnologia em Metalurgia e Materiais*. São Paulo, v.5, n.1, p. 60- 64, jul.-set. 2008.
- [6] REVISTA INTERFACE TECNOLÓGICA – 2018 Aplicabilidade da ferramenta FMEA na mitigação de falhas de processos produtivos da agroindústria 4.0. <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/888>
- [7] KAPPER, DANIEL ANTÔNIO e ZAKI, LISA KAREN Análise comparativa entre os mapeamentos do fluxo de valor atual e futuro para validação de eficiência da solução em automação implementada em uma cooperativa agroindustrial. Instituto Federal de Santa Catarina – Chapecó. Faculdade de Engenharia de Controle e Automação. Santa Catarina, Brasil. <http://engeca.chapeco.ifsc.edu.br/wp-content/uploads/2015/07/TCC-Lisa-Karen-Zaki.pdf>
- [8] RADIN, GUILHERME e MAIA, CARLOS HENRIQUE – 2014 Custo energético de lenha e cavaco de madeira para secagem de grãos em agroindústria. <https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/CUSTO%20ENERGETICO%20LEM%20E%20CLE%20PARA%20SECAGEM%20DE%20GRAOS%20EM%20AGROINDUSTRIA.pdf>
- [9] PENNACCHI, J. P. Armazenagens de Grãos. *Revista Aegro*, v.17, fevereiro, jan.-18.2019
- [10] Weber, E. A. Armazenagem Agrícola – 1998 2º Edição – editora La Salle / Kepler Weber, 1998
- [11] Eng. Hening, Flavio L. B. - Armazenagem de Grãos (na prática). E-Book, H&C Treinamentos.
- [12] RONCOLI, A. M.; REGATTIERI, C. R. O IMPACTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO NO GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO: um estudo de caso em uma indústria alimentícia. *Revista Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 527–538, 2018. <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/526>.