



SISTEMA DE CONTROLE E SUPERVISÃO PARA UMA FÁBRICA DE NUTRIÇÃO ANIMAL

Eliton Porto Natalino⁽¹⁾
João Mota Neto⁽²⁾
Eron da Silva⁽³⁾

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento e implementação de um sistema de supervisão automatizado em uma granja de ovos integrada com fábrica de ração própria, destacando a importância da automação para o aumento da eficiência produtiva. Através da automação do sistema de supervisão, observou-se um crescimento gradual na produção de ração, evidenciando a contribuição da tecnologia para a otimização dos processos. Anteriormente, a falta de rastreabilidade era um desafio, mas com a implantação do projeto, todos os processos agora são rastreáveis, aumentando a segurança alimentar e a confiabilidade do produto. A implementação do sistema não só garantiu uma produção mais segura e eficiente, mas também resultou em uma redução de custos operacionais. A rastreabilidade completa oferecida pelo sistema automatizado proporciona uma visão clara da jornada do produto, desde o recebimento da matéria-prima até a ração final, assegurando conformidade com os padrões de qualidade e segurança. Este estudo demonstra que a automação industrial, quando aplicada de maneira estratégica, pode transformar positivamente as operações de uma fábrica de nutrição animal, resultando em benefícios tanto para a empresa, quanto para os animais.

Palavras-chave: Automação, Nutrição Animal, Ração, Hardware, CLP.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o terceiro maior exportador mundial de produtos agropecuários, aproximadamente USD 150,1 bilhões, atrás apenas da União Europeia e Estados Unidos (TradeMap, ITC, 2023). Esse estudo mostra o quão importante é o setor para o nosso país, correspondendo em 23,8% no PIB nacional.

O setor do agronegócio é amplo, tendo várias áreas, uma delas é a avicultura, que visa a produção de alimentos, principalmente carne e ovos. O frango é a ave que mais se destaca entre as espécies criadas. Com o crescimento exponencial do setor, as empresas do ramo da avicultura buscam aprimorar suas fábricas para poder ter uma produção segura e eficiente.

[1] Graduando em Engenharia Mecatrônica, 2024. E-mail: Eliton.natalino@hotmail.com

[2] Prof. do Centro Universitário UniSATC. E-mail: joao.neto@satc.edu.br

[3] Prof. do Centro Universitário UniSATC. E-mail: eron.silva@satc.edu.br



Neste estudo, foi identificado dois problemas que uma fábrica de ração enfrentava, que era a falta de rastreabilidade tanto na matéria-prima quanto na ração final, o que afetou de forma gradativa o controle de estoque da fábrica, isso trouxe um risco para a empresa, pois não sabendo a quantidade correta presente em seu estoque, havia o risco de faltar um produto importante para a produção de determinadas rações, já que, variados tipos de ração utilizam a mesma matéria-prima. Com essa falta, a produção seria prejudicada, faltando ração nos aviários. Outro problema que foi identificado, era o atraso na produção, tendo em vista que a fábrica não era inteiramente automatizada, atrasando processos importantes para a fabricação da ração. Isso resultava em uma quantia grande de horas extras dos operadores, o que impactava na qualidade de vida deles, além da produtividade.

A solução encontrada foi a automação industrial, ela permite que o avicultor tenha um domínio maior nos fatores que influenciam a qualidade dos produtos, isso faz com que maximize o desempenho das aves e aumenta a velocidade da produção, possibilitando uma resposta mais rápida e eficaz em qualquer eventualidade. Também proporciona vantagens em termos de uniformidade, viabilidade, produtividade e aproveitamento, enquanto alavanca a economia por meio da redução de custos de mão de obra e aumento da lucratividade.

Este projeto busca mostrar a importância da automação industrial em uma granja de ovos, já que, segundo projeções realizadas pela ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal), o Brasil, em 2023, exportaria 32.5 mil toneladas de ovos. Com uma produção de 52.55 bilhões de unidades, o que teve um crescimento de 1% em relação ao ano anterior. O objetivo é fazer com que uma determinada granja tivesse um crescimento exponencial somente alterando a automação que já se encontrava presente na fábrica.

O objetivo do trabalho é mostrar a transição de uma fábrica de ração com automatização em apenas uma parte dela, para uma totalmente automatizada. A automação ajudou a sincronizar o processo da fabricação da indústria, desde o recebimento da matéria-prima até a expedição do produto final. Isso inclui a integração sistemas desenvolvidos pela Nexus Evolution System, uma empresa especializada em automação de grandes indústrias do cenário nacional, garantindo a rastreabilidade e a segurança para o alimento das aves poedeiras. Aplicando conhecimentos desenvolvidos



no curso de engenharia mecatrônica, será desenvolvido o software para otimizar processos como dosagem, moagem e a mistura dos ingredientes necessários para a produção de ração aviária, assegurando a qualidade no produto final.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, é abordada a importância do sistema supervisor e automação de processos em fábricas de ração animal, destacando seu papel crucial na otimização dos processos de produção. Também será explorado como esse sistema fornece monitoramento em tempo real, essencial para decisões eficazes. Será mencionada a automação no campo de nutrição animal e como sua implementação pode impactar positivamente a eficiência e a qualidade do produto final. Detalhes do processo de fabricação da ração para aves serão apresentados desde a dosagem precisa dos ingredientes e até o monitoramento do tempo de mistura, importante para a homogeneidade dos nutrientes.

2.1 SISTEMAS SCADA

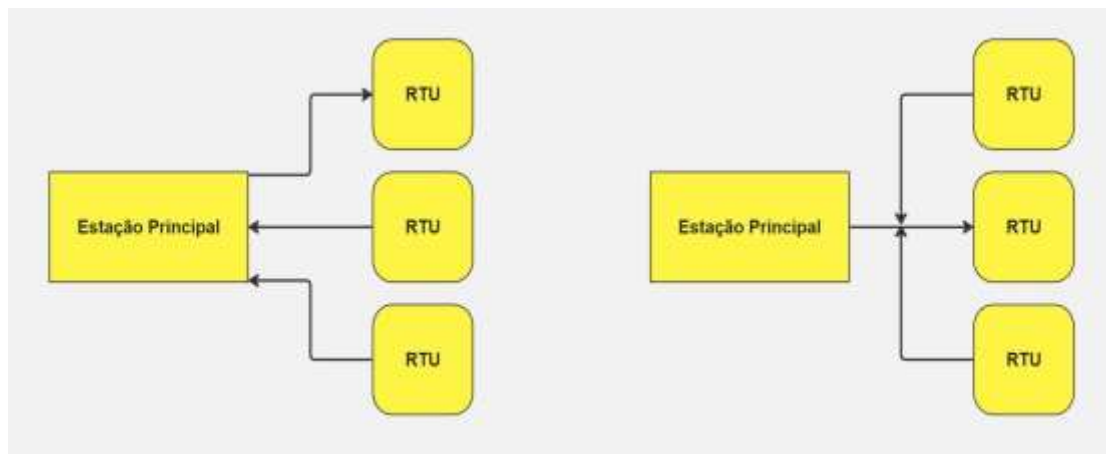
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) é um sistema de controle e aquisição de dados utilizados em processos industriais e de infraestrutura crítica. Sua função é coletar, monitorar e controlar dados em tempo real de diferentes dispositivos, sensores e equipamentos em uma rede. Com base nas informações coletadas e na indústria 4.0, permite que os usuários monitorem e controlem processos em tempo real, além de detectar e corrigir falhas rapidamente (TOTVS, 2023).

O sistema *SCADA*, consiste em uma estação principal e um determinado número de URTs (Unidades Terminais Remotas). Eles permitem aos operadores executar suas tarefas com informação e controle suficientes, de maneira cuidadosa, segura e econômica. Os operadores têm as funções de comandar a operação normal do sistema, verificar os problemas que ocorrerem, responder de maneira rápida e efetiva aos mesmos, além de gerar e emitir relatórios. (GOMI, 1989).

A “figura 1”, apresenta um sistema genérico de sistemas de supervisão e controle, compostos das estações principais, e as URTs, sendo interconectadas através de redes

de automação, as unidades terminais podem ser ligadas de maneiras diferentes nas estações, permite-se um sistema personalizado, e abrange diversas partes da fábrica.

Figura 1: Sistema Genérico de Sistemas SCADA



Fonte: Do Autor (2024)

Na fábrica de ração aviária, o SCADA se torna importante em diversas etapas do processo da produção do alimento para as aves. Como por exemplo, o sistema garante a dosagem precisa dos ingredientes na balança, que impede um erro, já que, segundo a fabricante BRF (2016), qualquer alteração na composição pode acarretar problemas aos animais, como: enfraquecimento dos ossos com a falta de fosfato ou fraqueza por falta de vitaminas. Para evitar, erros de dosagem são toleráveis, conforme percentual estabelecido pela fabricante, e podem ser ajustados por operadores no sistema de supervisão. Outro fator a ser controlado pelo SCADA é garantir a chegada da matéria-prima nos silos de dosagem, bem como o transporte do produto para os silos da expedição sem que ocorra a mistura de produtos na fábrica. Isso é possível pois o usuário tem a fábrica na tela do computador, o que permite saber onde o produto está através de figuras que simulam determinados equipamentos que se faz presente dentro das fábricas.

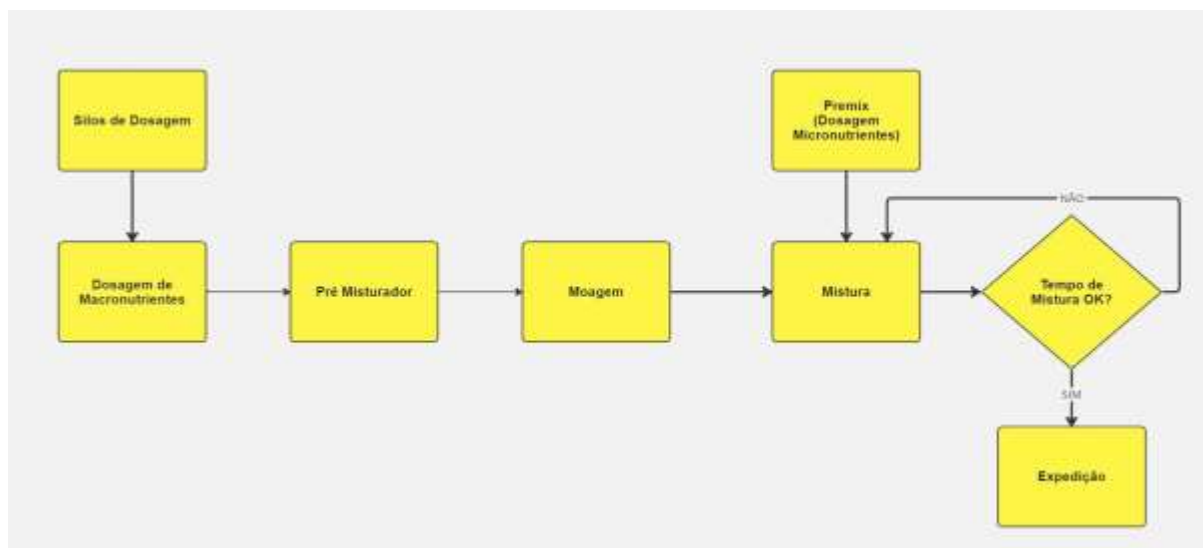
2.2 PROCESSO DE NUTRIÇÃO ANIMAL PARA GALINHAS POEDEIRAS

A automação na produção animal se refere a utilização de tecnologias que auxiliam na gestão e operação de atividades relacionadas à criação de animais. Essas

tecnologias são projetadas para aumentar a eficiência, produtividade e rentabilidade da produção animal, e permite que os produtores atendam às demandas crescentes por alimentos. Com a automação, é possível utilizar equipamentos e sistemas automatizados que agilizam processos, reduzem erros e minimizam a intervenção humana em tarefas repetitivas. (RODRIGUES, Lucas, 2023).

Com o auxílio da automação, diversos processos dentro de uma fábrica de ração podem ser aperfeiçoados. Como a recepção da matéria-prima, dosagem, moagem, premix, mistura e o transporte do produto final. Essas etapas desempenham papéis fundamentais no processo global, para garantir a segurança alimentar e nutricional dos animais. Na Figura 2, pode-se analisar um diagrama de blocos visual que mostra os diferentes passos para a produção da ração de aves, obedecendo o fluxo que representa uma compreensão clara e concisa de como é feito o processo detalhadamente.

Figura 2: Processos para a fabricação da ração aviária



Fonte: Do Autor (2024)

- **Silos de Dosagem** - Os silos de dosagem são estruturas que foram projetadas para alocar elevadas quantidades de produtos necessários para a produção de ração de forma organizada e segura. Eles servem como um depósito para que os produtos se mantenham em condições ideais, longe de umidade e pragas que possam afetar a qualidade do produto. Eles são construídos com materiais resistentes, geralmente de metal, podendo ser de tamanhos variados.

Os silos de dosagem devem ser tratados com atenção. O tamanho e o formato do silo devem ser levados em consideração, uma vez que é isto depende do produto que ele armazenará e da quantidade dosada, deve-se armazenar produtos suficientes para não parar a produção e ter um bom escoamento de produtos. (FEHRENBACH Rodrigo Bonemann, 2017).

A figura 3 e 4 mostram como é um silo de dosagem, nota-se na figura 3 um equipamento abaixo dele, onde é feito a retirada do macronutriente necessário, esses equipamentos geralmente são as roscas dosadoras, que serão apresentadas posteriormente.

Figura 3: Silos de Dosagem

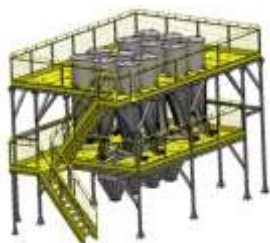


Figura 4: Silo com Rosca Dosadora



Fonte: Ferraz Máquinas e Engenharia LTDA (2024)

- **Dosagem de Macronutrientes** - O início de todo processo de fabricação de ração inicia na dosagem dos macronutrientes, que consiste em métodos automatizados para dosar de forma precisa os produtos necessários para a produção do produto, é feita através de balanças de macronutrientes, que devem estar presentes na ração animal. Geralmente esses macronutrientes são carboidratos, proteínas e gorduras. A importância da dosagem é importante para garantir que os animais recebam os nutrientes necessários para um crescimento saudável.

A retirada do produto do silo de dosagem é feita através de uma rosca dosadora. Ela opera em conjunto com a balança, pois assim que ela detecta a quantidade desejada foi alcançada, envia um sinal para a rosca interromper o processo da dosagem. O que garante que a quantidade certa de material seja dispensada, ajudando a evitar desperdícios.



- **Premix** - O premix é uma mistura homogênea de micro ingredientes, que facilita o processo de pesagem dos micro ingredientes e garante uma correta precisão durante a sua adição e distribuição na ração. Os ingredientes devem possuir características que asseguram a qualidade e eficiência no processo de mistura do produto. Este processo é importante para que possa ser fornecido as vitaminas que atuam como cofatores enzimáticos em muitas reações, como metabolismo de proteínas, carboidratos e lipídios. Esse processo é bastante importante para o aumento de produtividade e fortalecimento do sistema imunológico. O processo é simples, mas exige atenção, pois consiste em uma dosagem manual, onde o trabalhador, através da receita da ração, irá separar a quantidade exata dos micronutrientes que irão fazer parte da ração, ele pesará os produtos necessários em uma balança de alta precisão, e quando solicitado no processo, colocará os micronutrientes em uma moega que fica em cima de uma rosca de dosagem, esses micronutrientes serão alocados diretamente no misturador.
- **Moagem** - A moagem é um dos processos mais importantes dentro de uma fábrica de ração, pois uniformiza os tamanhos, facilita o processo da mistura, e reduz o risco de uma “desmistura” da ração nos próximos processos. Também é importante para adequar o tamanho dos macronutrientes, ajudando no consumo do alimento e nos processos de digestão, pois a amplitude da granulação depende da fase/idade em que a ave está. (De Heus, 2021).

A tabela 1 mostra o padrão de granulometria para galinhas poedeiras, é importante seguir esse padrão, pois estudos mostram que a granulometria tem influência direta na digestibilidade dos nutrientes, no movimento intestinal, e na secreção de enzimas digestivas. Quando o alimento é fornecido na granulometria adequada ele permanece por mais tempo na moela e, conseqüentemente, recebe maior ação mecânica, e maiores quantidades de enzimas digestivas secretadas pelo pro ventrículo, ou seja, ajuda na digestão da ração. (GAMBARO, 2020).



Tabela 1: Padrão de granulometria para galinhas poedeiras

PADRÃO DE GRANULOMETRIA PARA GALINHAS POEDEIRAS				
FASE	<1mm	1 - 2mm	2 - 3mm	> 3mm
Inicial	Uso preferencial de ração triturada entre 1 e 3mm			
Crescimento	< 15%	45 - 60%	10 - 25%	< 5%
Desenvolvimento	< 15%	25 - 35%	25 - 40%	5 - 10%
Produção	< 15%	20 - 30%	30 - 40%	10 - 15%

Fonte: De Heus (2021)

Para fazer a moagem, os grãos que anteriormente foram dosados na balança, passam por transportes feitos por roscas transportadoras. Chegando no moinho, os grãos são submetidos a um processo de trituração mecânica, e os grãos são reduzidos para respeitar o padrão da granulometria. Para fazer a trituração, geralmente os moinhos usam um mecanismo de pás. Que utiliza um movimento rotativo para lançar os grãos contra uma superfície sólida dentro do moinho, e com o impacto feito de forma repetitiva e a fricção resultante entre os grãos e a superfície do moinho, os grãos são quebrados em pedaços menores.

- **Mistura** - O processo da mistura é onde combina os ingredientes vindos do moinho e da etapa do premix, é a chave do processo de ração, onde vai determinar se a ração vai sair homogênea ou não, para isso, é bastante importante que os ingredientes fiquem um tempo ideal dentro do misturador, pois se ficar menos tempo, a ração não irá misturar o suficiente, e se ficar muito tempo, a ração irá desmisturar, isso fará com que as aves não absorvam os nutrientes necessários para a sua evolução.
- **Armazenamento** - Após o misturador liberar a ração já misturada e pronta para o consumo das aves, é necessário que o produto seja alocado em silos de expedição, para isso, é necessário ter um cuidado especial na escolha de onde

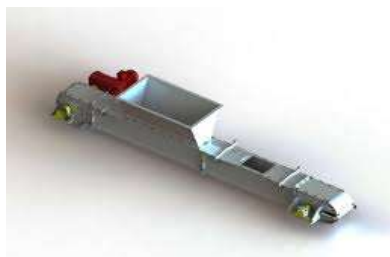
será colocado o produto, pois, se ocorrer uma mistura de duas rações diferentes, irá perder todo o lote já fabricado, pois cada ração possui seus nutrientes necessários e dosados na medida certa.

2.3 EQUIPAMENTOS DE UMA FÁBRICA DE RAÇÃO AVIÁRIA

Como toda fábrica automatizada, os equipamentos corretos se tornam necessários para ter um processo mais controlado e eficiente, eles que irão fazer os processos mecânicos, elétricos e eletrônicos, a fim de que as empresas reduzam a quantidade de mão de obra manual.

- **Redler Transportador:** A “figura 4” mostra um redler de transporte, que é um equipamento enclausurado, ideal para a movimentação de materiais a granel. O transporte nesse equipamento é feito por um sistema de arraste, com correntes altamente resistentes à temperatura, impacto, corrosão, abrasão e cargas excessivas. Eles farão o transporte da matéria-prima, tirando dos silos de recebimento e levando para os silos de dosagem. (Ferraz Máquinas e Engenharia LTDA, 2024).

Figura 4: Redler Transportador



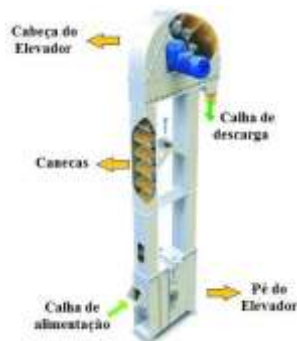
Fonte: Ferraz Máquinas e Engenharia LTDA (2024)

- **Elevador de Canecas:** É utilizado como meio de transporte do produto a granel quando se dá por necessária a movimentação vertical, ou seja, quando precisa subir a matéria-prima ou a ração final. O transporte é feito de maneira ágil e segura, já que o produto é alocado nas canecas do elevador, e ficam enclausurados até chegarem no destino. Conforme a figura 6.

Figura 6: Elevador de Canecas **Figura 7:** Elevador Detalhado



Fonte: Lucato (2014)



Fonte: FRITZEN Daniel (2018)

- **Rosca Dosadora:** A figura 8, é um equipamento importante para executar o transporte dos produtos que serão misturados, no caso do projeto, é o equipamento que irá fazer a dosagem dos macronutrientes na balança de macro. Possui diversas capacidades de vazão e opções de velocidades que se adequam a necessidade da operação. Sua estrutura mecânica consiste em uma rosca helicoidal, e usa uma superfície que gira na mesma forma que um parafuso (Calderol, 2024)

Figura 8: Rosca Dosadora



Fonte: Calderol (2024)

- **Balança de Macro:** Segundo (Gobitech, Texto digital 2024), a balança de macronutrientes é um equipamento essencial para o processo produtivo. Trata-se de uma ferramenta vital para garantir a precisão e a consistência na formulação da ração. Ela pode ser programada para pesar quantidades precisas de cada

ingrediente, desde os grãos até suplementos vitamínicos, de acordo com a especificação da receita da ração. Isso é possível devido à célula de carga, que é responsável por converter a força exercida pelo peso dos ingredientes em um sinal elétrico mensurável. Quando o ingrediente é colocado na plataforma da balança, a célula detecta a mudança de tensão causada pela compressão ou tensão resultante do peso aplicado. Essa mudança então é convertida em uma leitura digital, podendo ser visualizada no sistema de supervisão e no próprio visor da balança.

A “figura 9” mostra a balança de macronutriente padrão de fábricas de ração, que são alimentadas pelas roscas de dosagem. Quando o peso está para ser atingido, um sinal é enviado para o inversor de frequência que controla a rosca, que recebendo esse sinal, ordena para que a rosca primeiramente diminua a velocidade da rosca, para com cada volta que passe, aloque menos produto dentro da balança, que quando atinge o peso certo, o inversor ordena que a rosca pare imediatamente.

Figura 6: Balança de Macro



Fonte: Gobitech (2024)

2.4 SOFTWARES NECESSÁRIOS

Após uma avaliação do problema, foram escolhidos os programas que melhor se encaixam nas necessidades da fábrica, que levou em consideração tanto a qualidade quanto o custo. Cada programa contribui para uma etapa do projeto, para o supervisão foi utilizado o Elipse E3, da empresa Elipse Software, para a programação do PLC foi utilizado o TIA Portal, da Siemens, para controle da fábrica foi utilizado o ES-FMS, desenvolvido pela empresa Nexxus Evolution Systems e para a aquisição de dados foi utilizado o Microsoft SQL Server.



- **Elipse E3** - É um programa de supervisão e controle industrial que permite a criação de sistemas de supervisão em tempo real para monitorar e controlar processos industriais. Pode-se desenvolver interfaces gráficas intuitivas para visualizar dados, gerenciar alarmes, controlar dispositivos e automatizar processos.
- **TIA Portal** - O TIA (Totally Integrated Automation) Portal, é uma plataforma de engenharia que integra todas as ferramentas de automação em um único ambiente de desenvolvimento. Ele é usado para programar os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) produzidos pela empresa Siemens. Pode-se desenvolver, testar e manter programas para uma variedade de aplicações industriais.
- **ES-FMS** - O ES-FMS (Essential Suite - Factory Management System) é um sistema de gerenciamento de fábrica que fornece controle e supervisão de processos industriais. Ele oferece funcionalidades avançadas para monitoramento em tempo real, análise de dados, controle de produção e otimização de processos.
- **Microsoft SQL Server** - É um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional. Ele fornece um ambiente seguro e confiável para armazenar, recuperar e gerenciar dados de forma eficiente. É utilizado para aquisição de dados, onde armazena as informações coletadas de sensores, dispositivos e outros sistemas de controle.

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Este capítulo abordará o desenvolvimento da aplicação de um sistema de supervisão destinado a controlar o estoque e otimizar a produtividade de ração para uma granja de ovos com fábrica de ração. Com uma meta de fazer com que a produção aumentasse 6 toneladas por hora, o projeto tem como objetivo uma busca pela



excelência operacional ao desenvolver o sistema de supervisão com funcionalidades avançadas de monitoramento em tempo real, geração de relatórios detalhados e rastreamento preciso dos dados da produção.

3.1 SISTEMA DE SUPERVISÃO

O projeto foi dividido em etapas, cada uma delas detalhadamente explicadas, desde a formulação de uma estratégia para garantir um processo ágil e eficaz até a entrega final junto ao cliente. Serão apresentadas as soluções adotadas para que pudesse chegar ao resultado desejado, e será demonstrado o impacto positivo do sistema na gestão do estoque e na eficiência da produção de ração para aves.

Concentra-se em adequar uma fábrica que enfrenta desafios significativos de produção e controle de estoque devido à utilização de uma automação obsoleta baseada em botoeiras e um sinótico antigo. A falta de rastreabilidade de dados e a capacidade limitada da produção, estagnada em 20 toneladas por hora, totalizando 180 toneladas por dia, resultam em atrasos de operação e um sistema de gestão sem a noção de estoque. O projeto propõe uma modernização do sistema de automação, e também implementar um sistema desenvolvido pela empresa Nexxus Evolution System, o ES-FMS, que é capaz de controlar a produção para ampliar a capacidade produtiva e possível de ser rastreada.

No desenvolvimento da estratégia para solucionar a desorganização da fábrica e a falta de rastreabilidade no processo, o projeto se iniciou com a análise da problemática do cliente. Foi necessário compreender como essa falta de sistemas de rastreamento prejudicava a eficiência da operação e a organização do estoque, pois como o cliente não possuía o sistema de rastreamento, não se sabia a quantidade exata de matéria-prima que entrava e nem a quantidade de ração que saía.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO SUPERVISÓRIO

Um sistema de supervisão eficiente para uma fábrica de ração deve atender a diversos requisitos para garantir a qualidade, segurança e eficiência do processo da produção. É essencial que o sistema controle a qualidade e segurança alimentar dos



ingredientes utilizados. Isso inclui a verificação da procedência das matérias-primas, a prevenção de contaminação cruzada e a garantia dos padrões de qualidade.

O sistema deve possibilitar o monitoramento e análise de dados. Indicadores de produtividade e eficiência devem ser acompanhados regularmente. Com base nesses dados, ajustes e melhorias contínuas no processo de produção podem ser implementados. Monitorar a eficiência e homogeneidade do processo. O sistema precisa garantir a moagem e mistura adequadas, buscando a homogeneização da mistura final antes do uso. Isso contribui para a eficiência operacional e a qualidade final do produto.

A partir desses requisitos, foram desenvolvidas quatro telas de supervisorio, sendo cada uma representando as áreas da fábrica, “Recebimento da Matéria-Prima”, “Transferência para os Silos de Dosagem”, “Dosagem” e a “Expedição”. Tendo conhecimento do processo da fabricação de ração através de pesquisas acadêmicas, cada tela foi desenvolvida para solucionar o problema da organização e falta de rastreamento, isso foi possível porque todas as operações realizadas pelo usuário são registradas em relatórios. Abaixo estão as telas desenvolvidas juntamente com a explicação de como funciona cada uma:

3.1.1 Tela de Recebimento de Matéria-Prima

A “figura 10” mostra a tela do recebimento da matéria-prima, é a primeira tela da fábrica porque é a parte inicial do processo, pode-se observar 20 silos de recebimento, eles são alimentados por uma moega, que é alimentada por caminhões em uma área separada, essa moega alimenta equipamentos como redlers e elevadores de caneca, estrategicamente colocados para alocar a matéria-prima nos silos, que possuem válvulas do tipo gaveta no topo, o que permite um correto abastecimento, pois, o CLP acionará a abertura apenas da válvula solicitada pelo operador, isso impede que ocorra misturas de produtos.

Figura 10: Tela de Recebimento de Matéria-Prima



Fonte: Do Autor (2024)

Abaixo dos Silos de Recebimento estão os equipamentos que transportam os produtos até os silos de dosagem, estes são, válvulas do tipo gaveta, redlers e bifurcadas, que são ligados de acordo com a rota escolhida pelo operador, indo diretamente para a área dos silos de dosagem, quando seleciona a posição 2 da bifurcada, ou passando pelo elevador da área do recebimento.

3.1.1 Tela de Recebimento dos Silos de Dosagem

A “figura 11” apresenta a tela de recebimento dos silos que irão dosar na balança de macro, o recebimento principal é feito pelas rotas de transferência dos silos de recebimento. A área conta com equipamentos para facilitar o transporte do produto, que são os redlers de transporte e o elevador de canecas. Para segurança os silos possuem válvulas do tipo gaveta na parte superior, como nos silos de recebimento de matéria-prima, estas foram instaladas com o mesmo intuito, garantir que não ocorra mistura de produtos. Por ser uma tela com menos equipamentos, foi adicionado o controle de acionamento do compressor que produz ar-comprimado para toda a fábrica.



Fonte: Do Autor (2024)

3.1.1 Tela de Dosagem

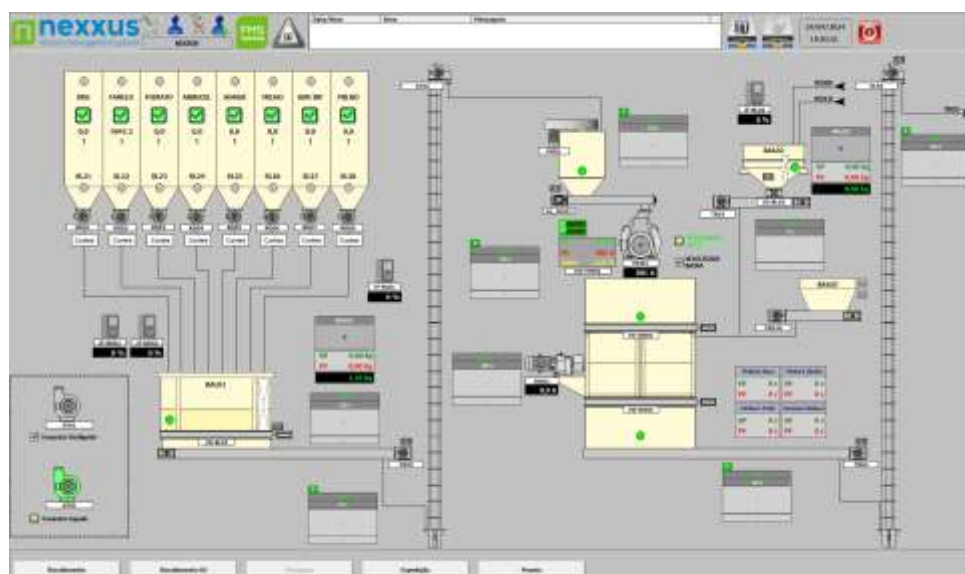
A “figura 10” apresenta a tela de dosagem, é esta que controla o processo da fabricação da ração para as aves, é a que possui todos os equipamentos necessários para a produção, como as balanças, equipamentos de transporte, roscas dosadoras, moinho e misturador.

Os silos de dosagem foram colocados para o operador identificar qual produto está sendo dosado e verificar a quantidade disponível em cada silo. Esses silos realizam a dosagem na balança de macro, cuja quantidade dosada é exibida em tempo real por meio de um mostrador que faz a leitura dos valores analógicos da balança em campo. Quando o peso atinge a quantidade estabelecida, a descarga é ativada e os equipamentos abaixo da balança conduzem o material até o moinho.

Para alimentar o moinho foi instalado um “alimentador”, e foi desenvolvido um PID através de lógicas de programação para não ocasionar sobretensão no equipamento, sendo configurado para trabalhar apenas em uma porcentagem da corrente do moinho, que é definida pelo usuário. Em paralelo com o moinho, ocorre o processo de pesagem do premix e da segunda balança, logo após estes ficarem prontos, são descarregados no misturador, que conta com o tempo de mistura, sendo definido por especialistas, na tela é mostrado um campo que possui o tempo de mistura seca, sendo apenas a ração oriunda do premix e moinho, o tempo de mistura úmida, conta também com o tempo de mistura total, sendo o tempo ideal para a ração ficar pronta, e o excesso de mistura, quando o excede um determinado tempo, um alarme será mostrado na tela para avisar

o operador que a ração não saiu do misturador. Após o misturador pode-se ver os equipamentos que levam a ração pronta para os silos da expedição, finalizando assim a produção da ração.

Figura 10: Tela de Dosagem



Fonte: Do Autor (2024)

3.1.1 Tela de Expedição

A “figura 11” apresenta a tela da expedição, última área da fábrica, contém os silos da expedição, neles é alocada a ração que será enviada para os aviários da granja, são abastecidos pelos equipamentos que fazem a descarga do misturador, no topo dos silos, como nas áreas dos recebimentos, possui válvulas do tipo gaveta, para assegurar para evitar a mistura da ração, visto que, cada ração possui um silo específico, que é aberto apenas quando necessário. Na tela possui as informações de quantidade de ração que cada silo possui, mostra-se a necessidade de cada fabricação de cada ração. Todas as operações dessa tela são registradas em relatórios para saber a quantidade exata e os tipos de ração que foram produzidos durante o dia de expediente.

Figura 11: Tela de Expedição



Fonte: Do Autor (2024)

3.2 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

Para elaboração do software do CLP foram considerado alguns requisitos, primeiramente, mapeou-se todos os pontos de entradas (sensores, retorno de acionamento, botões, etc.) e saídas (motores, atuadores, etc.) que seriam controlados pela automação, no total, levantou-se 455 pontos de entradas e saídas. Após, definiu-se a estrutura do CLP, escolheu-se o modelo adequado para a aplicação considerando as quantidades de I/Os necessários, a capacidade e a comunicação com os outros dispositivos. Com a quantidade de pontos e a estrutura definidos, foi escolhida a linguagem para programação, o software conta com lógicas em STL, para ficar um software mais organizado, e foi criado DBs e FCs para facilitar na programação.

Após definir os requisitos, escolheu-se um Controlador Lógico Programável (CLP) da Siemens, aliado com módulos de entrada/saídas remotos da Wago, foi possível criar um sistema robusto e confiável. A programação do sistema foi realizada através do TIA Portal, que permitiu a organização da produção em etapas sequenciais, cada uma com um tempo específico para execução.

A primeira etapa do processo envolveu a dosagem dos ingredientes, que deve ser feita com precisão, foi programado para sensores de peso serem responsáveis por acionar a liberação da matéria-prima de acordo com a fórmula pré-definida, onde garante que a quantidade correta de cada ingrediente seja utilizada.



Após a dosagem, o transporte da dosagem foi programado com tempos configuráveis, o que permite que o tempo seja alterado conforme necessidade da produção. Isso é particularmente importante para garantir que os ingredientes cheguem no próximo estágio do processo no tempo correto.

Os equipamentos de pré-mistura e moagem foram ajustados para operarem de maneira contínua. Foi projetado assim para evitar o alto consumo de energia que seria necessário para retirar o equipamento da inércia a cada ciclo de produção. Mantendo-os em funcionamento, eles estão sempre prontos para processar os produtos que chegam.

O misturador é outro equipamento que opera continuamente, sendo regulado para fazer a mistura durante um determinado tempo, estipulado por especialistas em nutrição de aves poedeiras. Para a liberação do produto de cada equipamento, válvulas pneumáticas foram programadas para abrir no momento adequado, o que permite o produto ser encaminhado para a próxima etapa do processo sem atrasos.

3.3 SISTEMAS MECÂNICOS

No processo mecânico, priorizou-se a manutenção dos equipamentos existentes, e evitou-se a instalação de novas máquinas. Esta decisão estratégica visou otimizar os recursos disponíveis, minimizando custos e interrupções no fluxo da produção.

As alterações mecânicas foram mínimas, focadas principalmente na integração com o novo sistema de instrumentação. A falta da instrumentação prévia da fábrica representava um desafio significativo, porque a monitoração e controle dos processos produtivos eram limitados.

Para superar essa dificuldade, implementou-se um conjunto de sensores de nível alto e baixo em todos os silos. Esses sensores são cruciais para evitar transbordamento e garantir a eficiência no armazenamento dos insumos. Os sensores de posição foram instalados em todas as válvulas, o que permite o sistema de identificar e confirmar o estado das válvulas - abertas ou fechadas - assegurando a precisão no direcionamento dos fluxos de matéria-prima e do produto.



A integração do sistema mecânico com a automação proporciona uma visão mais holística e em tempo real das operações na fábrica. Com a atualização foi possível monitorar e ajustar prontamente os processos.

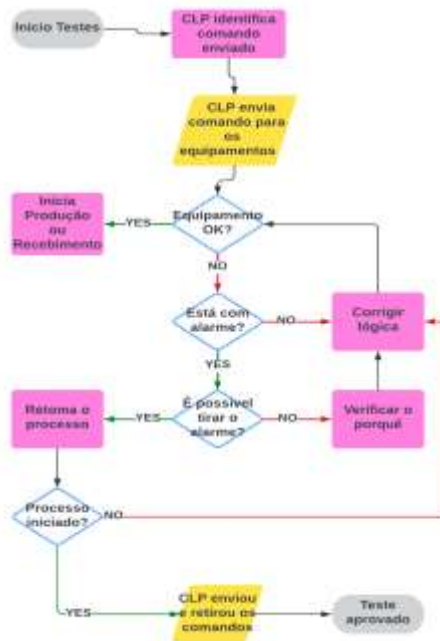
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo é dedicado à apresentação e análise dos resultados obtidos após a implementação. Serão descritos os testes simulados que foram desenvolvidos, para assegurar a eficácia das soluções propostas. Será também detalhado o processo de implementação no ambiente do cliente, enfatizando as adaptações e ajustes necessários durante a implementação.

4.1 TESTES SIMULADOS

A figura 12 apresenta os testes simulados desenvolvidos, no desenvolvimento do sistema de supervisão para a fábrica de ração, a fase de validação de dados foi essencial para garantir a precisão e a segurança operacional. Antes da implementação no cliente, foram realizadas simulações abrangentes do projeto, com o objetivo de identificar e corrigir qualquer tipo de falha em potencial. Essas simulações, realizadas antes de ir para a implantação no cliente, tiveram início nos silos de recebimento de matéria-prima, onde se testou todas as rotas possíveis de entrada dos produtos. Através desses testes, pode-se confirmar a precisão das rotas que partiam das moegas para os silos, um passo importante para a integridade do sistema.

Figura 12: Teste desenvolvido



Fonte: Do Autor (2024)

Após a verificação das rotas, realizou-se os testes de falhas induzidas. Consistiram em simular cenários de erros, como elevar os níveis dos silos ao máximo e desativar o comando dos equipamentos específicos, para observar se os equipamentos posteriores desligaram, isso foi feito para evitar um embuchamento nos mesmos. Essa etapa foi importante para avaliar a robustez do sistema diante de imprevistos e garantir que as medidas de segurança fossem acionadas adequadamente.

No que tange aos testes de dosagem, o sistema foi submetido a várias bateladas de produção, monitorou-se continuamente para detectar e corrigir quaisquer desvios. Realizou-se testes de segurança operacional, verificando se os equipamentos da parte da dosagem desligaram em caso de falhas. O procedimento foi replicado para a área da expedição, elevou-se os níveis dos silos e testou-se se o sistema de dosagem interrompia o transporte para os silos já cheios.

Através desses testes de simulação e falhas induzidas, pode-se comprovar a eficiência e a segurança do sistema de supervisão. Os resultados mostraram que mesmo diante de falhas simuladas, o sistema mantinha sua boa operacionalidade, interrompendo os processos quando necessário e garantindo uma produção eficiente e segura.



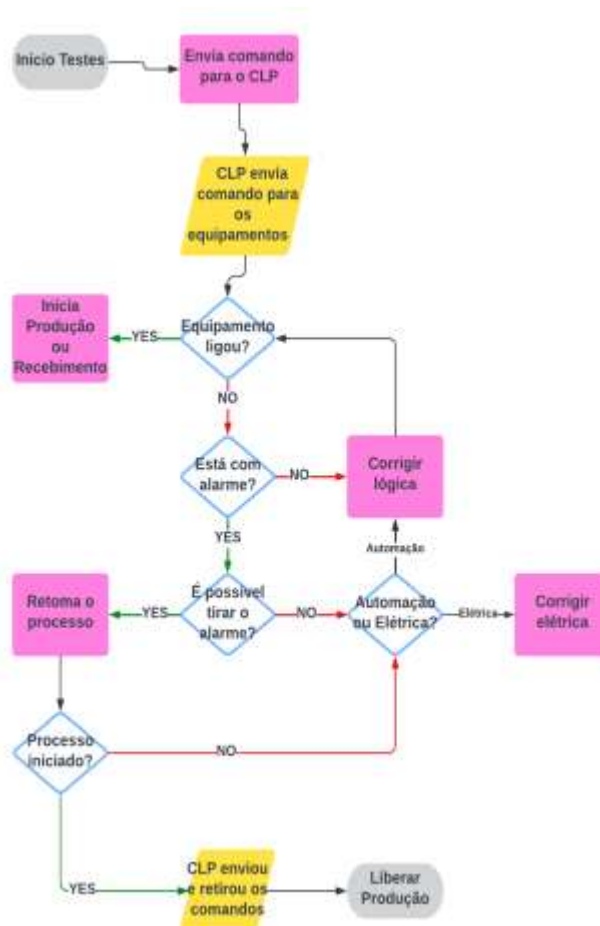
4.2 IMPLANTAÇÃO NO CLIENTE

A figura 13, apresenta os testes desenvolvidos no cliente, após a validação do projeto, iniciou-se a fase da implantação, onde o primeiro passo consistiu na configuração do servidor central, sendo instalados programas essenciais para o funcionamento do sistema. Essa etapa foi meticulosamente planejada para garantir que todos os softwares necessários para a automação estivessem preparada para suprir as demandas operacionais.

Com a fábrica temporariamente inativa, criou-se o ambiente seguro necessário para a implementação do sistema. Com a liberação da equipe da elétrica, iniciou-se a transição para o novo sistema de automação. Essa etapa começou com a configuração das remotas, do CLP e do computador responsável pelo controle do sistema, e estabeleceu-se a comunicação e o controle necessários para a supervisão efetiva.

Cada equipamento da fábrica foi testado individualmente, sendo ligado e desligado para confirmar a resposta adequada aos comandos emitidos pelo sistema. As válvulas foram abertas e fechadas, e os sensores foram verificados quanto a sua funcionalidade. Esses testes confirmaram a integração bem-sucedida dos componentes do sistema, e reforçaram a confiança na sua capacidade de operar conforme o esperado.

Figura 13: Testes desenvolvidos no Cliente



Fonte: Do Autor (2024)

Logo, a produção foi retomada rapidamente após a confirmação de que todos os sistemas estavam operando corretamente. A próxima etapa do projeto foi realizar o monitoramento do sistema em modo automático, realizando ajustes finos e adaptando o sistema às condições reais encontradas na fábrica.

4.3 COMPARAÇÃO DE PRODUÇÃO

Antes da implementação do sistema de automação, a fábrica operava sob um modelo de produção limitado e dependente da intervenção humana. A produção era caracterizada por sua escassez e pela falta de precisão dos números. Sem um sistema de rastreabilidade eficaz, não era possível determinar com exatidão a quantidade de

ração produzida por hora. Os registros se baseavam em estimativas fornecidas pelos operadores, que reportavam uma média aproximada de 18 toneladas por hora.

Essa média resultava em uma produção diária de cerca de 180 toneladas, volume que apenas satisfazia a necessidades imediatas da granja, cujo consumo diário é igualmente de 180 toneladas. A margem operacional extremamente apertada impossibilitaria folga para erros ou pausas para manutenção. Qualquer interrupção na produção tinha consequências diretas e significativas, afetando a capacidade da granja de manter suas atividades sem um estoque de segurança.

A dependência de estimativas e a ausência de dados concretos sobre a produção tornavam o processo vulnerável a variações e imprevistos, como manutenção dos equipamentos mecânicos e suporte para automação. A fábrica operava no limite de sua capacidade, sem espaço para otimizações ou melhorias, e qualquer contratempo poderia resultar em uma cadeia de eventos que comprometesse a operacionalidade tanto da fábrica quanto da granja.

A figura 14 mostra um sinótico com botoeiras, responsável pela ineficiência na produção antes da automação. Esse método antiquado exigia que os operadores executassem manualmente cada etapa do processo através de um painel controlado por botões. Sendo um diagrama que representa visualmente o processo de produção, o sinótico era acompanhado por botoeiras que os operadores utilizavam para iniciar ou interromper as diversas fases da produção. Cada botão era responsável por uma função específica, e a ativação ou desativação dos processos dependia da intervenção direta do operador. Isso significava que, para cada ação, era necessário um comando manual, o que tornava o processo suscetível a atrasos e falhas humanas.

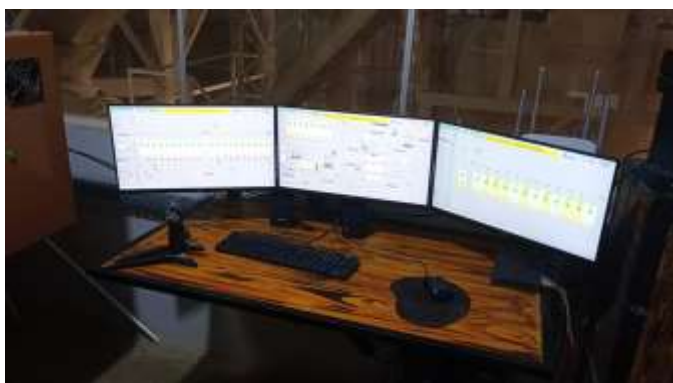
Figura 14: Sinótico com Botoeiras



Fonte: Do Autor, 2024

A figura 15 apresenta como ficou o sistema da automação após a atualização, a retirada do sinótico e a instalação das telas trouxe maior confiabilidade e mais segurança no processo, pois agora os operadores possuem maior visualização de todo o sistema, o que antes eram apenas lâmpadas que acendiam no painel, hoje é um sistema que pode ser visualizado com mais facilidade.

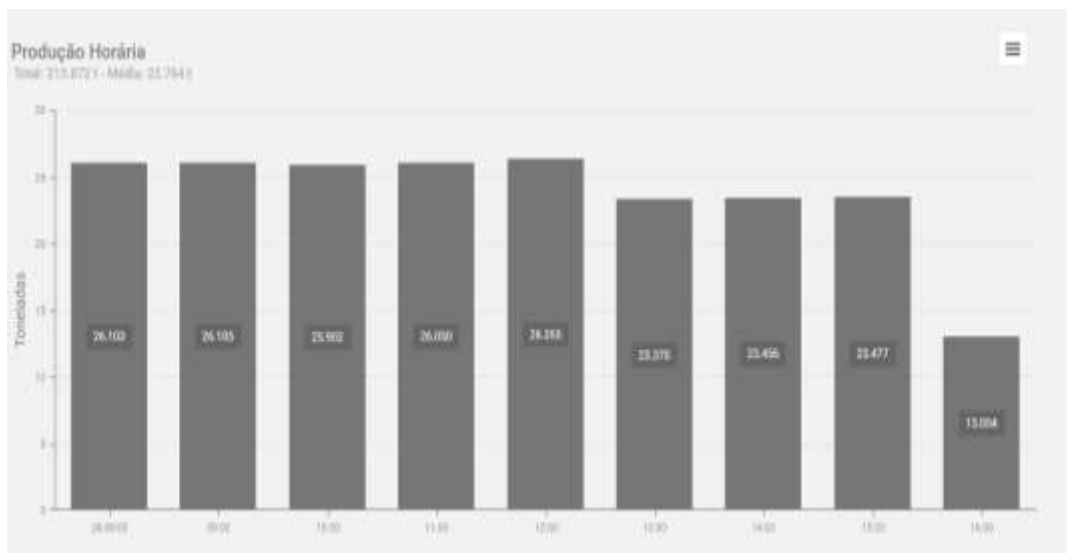
Figura 15: Telas instaladas



Fonte: Do Autor (2024)

Com a implementação completa da automação na fábrica, houve uma revolução significativa nos processos produtivos. A média de produção alcançou uma média de cerca de 25 toneladas por hora. Os números refletem uma precisão sem precedentes, pois agora o sistema gera relatórios, que documentam meticulosamente cada lote de produção, oferecendo uma visão clara e objetiva do desempenho da fábrica. A figura 16, representa o relatório de um dia típico de produção. Os dados demonstram um aumento na quantidade produzida, e uma consistência que era inatingível no passado.

Figura 16: Relatório



Fonte: Do Autor (2024)

A automação agora atende plenamente às necessidades diárias da fábrica, mantendo um estoque de segurança robusto. Isso representa uma mudança perfeita, pois a granja, que antes operava no limite de sua capacidade, agora desfruta de uma margem operacional confortável. A produção excedente é sistematicamente armazenada, criando um buffer que garante a continuidade das operações mesmo diante de imprevistos.

A confiabilidade dos novos dados permite uma gestão estratégica e proativa. Decisões baseadas em estimativas deram lugar a planejamentos fundamentados em informações concretas e atualizadas. A capacidade de prever e ajustar a produção em tempo real resultou em uma cadeia de suprimentos mais eficiente. Além disso, a automação trouxe benefícios tangíveis para a manutenção da fábrica. Com a programação automatizada de manutenções preventivas, o tempo de inatividade foi drasticamente reduzido. Isso torna a produção contínua e sem interrupções, maximizando a produção e minimizando perdas.

5 CONCLUSÃO

A migração da fábrica de nutrição animal de um sistema antigo baseado em sinóticos com botoeiras para um ambiente mais tecnológico com supervisório trouxe uma



série de benefícios. A rastreabilidade mais aprimorada é um deles, antes da automação era um desafio. A fábrica não conseguia monitorar eficientemente cada etapa do processo de produção.

Com o novo sistema, é possível rastrear desde a chegada da matéria-prima até a expedição da ração final. Isso não apenas garante a qualidade e a segurança dos produtos, mas também permite uma resposta rápida em casos de problemas. A introdução da rastreabilidade é importante, porque agora com os relatórios de recebimento e produção, a fábrica pode acompanhar cada etapa do processo com maior meticulosidade.

A automação otimizou processos e reduziu tempos de parada. A média de produção passou de uma média de 18 toneladas/hora para uma média de 25 toneladas/hora. Os operadores agora têm acesso a informações em tempo real, facilitando a tomada de decisões e ações corretivas. A redução da intervenção manual diminuiu os riscos associados a operações perigosas. Os operadores não precisam mais lidar com tarefas repetitivas e arriscadas. Isso criou um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

Além dos aspectos específicos mencionados, a automação trouxe benefícios globais, como a redução dos custos operacionais, maior eficiência energética e menos impacto ambiental. Esses pontos podem ser destacados na conclusão para enfatizar o valor da automação.

Como sugestão para trabalhos futuros, a automação do processo de premix é uma proposta relevante para aprimorar a eficiência e a confiabilidade na fábrica. Atualmente, essa etapa é realizada manualmente, o que pode resultar em erros humanos e falta de rastreabilidade. O processo manual do premix apresenta desafios, como variações nas quantidades adicionadas e possibilidade de erros. A automação resolveria esses problemas, garantindo precisão e consistência, com sistemas automatizados, as medições seriam mais exatas, eliminando erros de pesagem, os operadores não precisam mais realizar tarefas repetitivas de pesagem, economizando tempo e recursos, e cada lote do premix seria registrado automaticamente, permitindo um histórico mais detalhado e facilitando a identificação dos problemas.

Porém, o sistema automático de premix traz uma série de potenciais desafios, como é uma dosagem de micronutrientes, ela necessita que seja mais precisa, então



requer uma calibração periódica para manter a precisão. Para solução desse problema, seria necessária uma investigação em como implementar a automação no processo do premix, incluindo escolha de sensores, atuadores e software, e para uma certeza de que o sistema será eficiente, terá que ser feito um estudo dos custos iniciais versus os benefícios a longo prazo.

6 REFERÊNCIAS

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Panorama do Agro. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>.

Brasil é o terceiro maior exportador mundial de produtos agropecuários. APROSOJA, 2023. Disponível em: <https://www.aprosojams.org.br/brasil-e-o-3o-maior-exportador-mundial-de-produtos-agropecuarios-devendo-assumir-a-lideranca-a-partir-de-2024>

ABPA, Relatório Anual, 2023. ABPA, 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>

TOTVS, Equipe. Entenda o que é SCADA e o seu papel dentro da indústria. TOTVS, 2023. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/scada/>

GOMI, Edson Satoshi. Inteligência Artificial e Programação em Lógica, e suas aplicações nos Sistemas de Supervisão e Controle de Sistemas de Potência. Teses USP, 2024. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-21112017-073819/publico/EdsonSatoshiGomiDissertacao.pdf>

Rodrigues, L. (2023). *Os benefícios da automação na produção animal*. Superbid Blog. Disponível em: <https://blog.superbid.net/os-beneficios-da-automacao-na-producao-animal/#:~:text=Com>>

FEHRENBACH, Rodrigo Bönemann. Desenvolvimento de Sistema Automatizado para controle de Dosagem de Ração Animal, 2017. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/cd52d32e-c1fd-4d38-8f42-785282236227/content>

De Heus. Moagem: Um das mais importantes etapas do processo de fabricação de rações. De Heus, 2021. Disponível em: <https://www.deheus.com.br/explore-e-aprenda/artigos/moagem-uma-das-mais-importantes-etapas-do-processo-de-fabricacao-de-racoes>



GAMBARO, Diogo. Granulometria de Ração para Poedeiras. Agroseres Multimix, 2020. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/granulometria-de-racao-de-poedeiras/>

FERRAZ. Transportador de Arraste tipo Redler. Ferraz Máquinas e Engenharia LTDA, 2023. Disponível em: <https://www.ferrazmaquinas.com.br/conteudo/transportador-de-arraste-tipo-redler.html>

FRITZEN, Daniel *et al.* Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas. Cobenge, 2018