

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FEMEC - FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

MATHEUS LUIZ TEIXEIRA SILVA

Aplicação de um *Manufacturing Execution System*(MES) em uma empresa com foco em
beneficiamento de milho

Uberlândia

2023

MATHEUS LUIZ TEIXEIRA SILVA

Aplicação de um *Manufacturing Execution System*(MES) em uma empresa com foco em
beneficiamento de milho

Projeto de Fim de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em

Área de concentração: Gestão dos sistemas de
Produção

Área de habilitação: Engenharia Mecatrônica

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da
Silva

Uberlândia

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 2023	<p>Silva, Matheus Luiz Teixeira, 1995- Aplicação de um Manufacturing Execution System(MES) em uma empresa com foco em beneficiamento de milho [recurso eletrônico] / Matheus Luiz Teixeira Silva. - 2023.</p> <p>Orientador: Leonardo Rosa Ribeiro da Silva. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia Mecatrônica. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Mecatrônica. I. Silva, Leonardo Rosa Ribeiro da, 1991-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Engenharia Mecatrônica. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 621.03</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

MATHEUS LUIZ TEIXEIRA SILVA

Aplicação de um *Manufacturing Execution System(MES)* em uma empresa com foco em
beneficiamento de milho

Projeto de Fim de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em

Área de concentração: Gestão dos sistemas de
Produção

Área de habilitação: Engenharia Mecatrônica

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da
Silva

Uberlândia, 16 de fevereiro de 2023

Banca Examinadora:

Felipe Chagas Rodrigues de Souza – Prof. Mestre (UFU)

Leonardo Rosa Ribeiro da Silva – Prof. Doutor (UFU)

Luciano José Arantes – Prof. Doutor (UFU)

Dedico este aos meus pais, por todo apoio e
compreensão, esta vitória é de vocês.

AGRADECIMENTOS

Esta conquista é dedicada aos meus pais, Maria Aparecida, Paulo Luiz, irmãos Paula e Diogo, minha namorada Luana, meus afilhados José e Francisco (o Zé e o Chico, os “meninos do padrinho”), e ao pai deles Fernando. Sem o apoio de todos não teria a base necessária para me tornar o indivíduo que sou, sendo a família a minha referência não por obrigação, mas por opção e por exemplo de ter nascido em um lar construído sobre os pilares do trabalho honesto e da esperança de dias melhores, a vocês todo o meu carinho e gratidão. Agradeço também a todos que me acompanharam nesta jornada durante a universidade e conseqüentemente a vida, a estes que não me arrisco a nomeá-los por medo do oblvio, fica aqui o meu sincero obrigado!

“Não creio que haja uma emoção mais intensa para um inventor do que ver suas criações funcionando. Essas emoções fazem você esquecer de comer, de dormir, de tudo.”

(NIKOLA TESLA)

RESUMO

O objetivo deste projeto é a análise da aplicação de um *MES (Manufacturing Execution System)* em uma empresa de beneficiamento de grãos, focando a implementação no setor de produção de milho, desde o recebimento, separação, despalha, análise, coleta de amostras, secagem, debulha e demais partes do processo como classificação e tratamento. A indústria de beneficiamento de milho bem como o agronegócio como um todo no território brasileiro gera milhares de empregos todos os anos, sendo que, a grande quantidade de tecnologias no mercado juntamente com a grande competitividade faz com que o setor seja exposto a um universo infinito de possibilidades de gestão e um volume enorme de dados, ambos seguindo os exigentes requisitos de produção dos clientes. As contribuições deste trabalho estão centradas em um estudo de engenharia focando nas áreas de sensoriamento de maquinário, sistemas supervisórios de automação e controle, fluxo de informações característicos de redes industriais e banco de dados, todos relacionados com o processo de beneficiamento de milho, visando controle de qualidade para melhoria do produto pontuando uma situação real e analisando possíveis abordagens. Este projeto munirá o gestor deste ramo com resultados de análise e a possibilidade de entendimento do quão benéfico um sistema MES poderá ser em sua planta, auxiliando, assim, na decisão pela implementação.

Palavras-chave: sistema de produção; sistema de execução de manufatura; beneficiamento de milho.

ABSTRACT

The objective of this project is the analysis of the application of a MES (Manufacturing Execution System) in a grain processing company, focusing on the implementation in the corn production sector, from reception, separation, straw removal, analysis, sample collection, drying, threshing and other parts of the process such as classification and treatment. The corn processing industry as well as agribusiness as a whole in Brazil generates thousands of jobs every year, and the large number of technologies on the market together with the great competitiveness makes the sector exposed to an infinite universe of management possibilities and a huge volume of data, both following the demanding production requirements of customers. The contributions of this work are centered on an engineering study focusing on the areas of machinery sensing, supervisory automation and control systems, information flow characteristic of industrial networks and databases, all related to the corn beneficiation process, aiming to control to improve the product by scoring a real situation and analyzing possible approaches. This project will provide the manager of this branch with analysis results and the possibility of understanding how beneficial an MES system can be in his plant, thus helping in the decision for implementation.

Keywords: production systems; manufacturing execution system; corn processing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	UBS Unidade de Beneficiamento de Sementes.....	16
Figura 2	Colheitadeira OXBO para milho.....	17
Figura 3	Caminhão para transporte de espigas, sistema de calandra.	18
Figura 4	Esquema balança rodoviária.....	19
Figura 5	Recebimento por meio de calandras.....	20
Figura 6	Divisão entre despalhadeiras usando fita facão.....	21
Figura 7	Linha de despalhadeiras.....	22
Figura 8	Detalhe das despalhadeiras.....	23
Figura 9	Mesa de seleção manual e sorter por cor ao fundo.....	24
Figura 10	Balança das bancadas de análise.....	25
Figura 11	Secador de milho industrial.....	26
Figura 12	Debulhadeira AEC.....	27
Figura 13	Boca de saída de um silo.....	28
Figura 14	Classificador de milho.....	29
Figura 15	<i>Trieur</i>	30
Figura 16	Tratadeira de milho.....	31
Figura 17	Ensacadeira de milho com balança dupla.....	32
Figura 18	Evolução industrial.....	34
Figura 19	Níveis sistêmicos.....	35
Figura 20	Fluxograma integração de sistemas.....	36
Figura 21	Tela do supervisor de um das despалhas da Empresa A.....	37
Figura 22	Detalhes de falhas demonstradas no sistema.....	38
Figura 23	Camadas de comunicação entre os sistemas.....	39
Figura 24	<i>Switch</i> de comunicação da automação, marca SIEMENS.....	40
Figura 25	Cartões de comunicação, marca SIEMENS.....	41
Figura 26	Sensor de nível mínimo e sensor de abertura de válvula de um silo.....	42
Figura 27	IHM em campo.....	43
Figura 28	Permissões e tipos de usuário.....	47
Figura 29	Senhas de usuário – opções de estrutura da senha.....	48
Figura 30	Senhas de usuário – opções de travamento.....	48

Figura 31	Senhas de usuário – opções avançadas.....	49
Figura 32	Opções de acesso	50
Figura 33	Tela de login sistema MES admin.....	50
Figura 34	Tela de login do sistema MES geral.....	51
Figura 35	Controle de pátio	52
Figura 36	Controle de seleção.....	52
Figura 37	Aplicativo de registro de entradas nas calandras.....	53
Figura 38	IHM do tipo <i>touchscreen</i> (toque em tela).....	54
Figura 39	Cadastros de Processos de Recebimento	55
Figura 40	Acesso aos relatórios do processo de recebimento.....	56
Figura 41	Receitas de clientes.....	57
Figura 42	Receitas de materiais	58
Figura 43	Acompanhamento de ordem.....	59
Figura 44	Tela geral MES admin.....	62
Figura 45	<i>Orange flags</i>	63
Figura 46	Dashboard geral.....	64
Figura 47	Menu com as dashboards do recebimento - opções	64
Figura 48	Instruções de trabalho categorizadas	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UBS	Unidade de Beneficiamento de Sementes
<i>UI</i>	<i>User Interface</i>
IHM	Interface Homem Máquina
<i>MES</i>	<i>Manufacturing Execution System</i>
<i>ERP</i>	<i>Enterprise Resource Planning</i>
<i>MRP</i>	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
<i>SCADA</i>	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
<i>EOQ</i>	<i>Economic Order Quantity</i>
<i>CIM</i>	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
<i>AMR</i>	<i>Advanced Manufacturing Research of Cambridge</i>
<i>MESA</i>	<i>Manufacturing Enterprise Solutions Association</i>
<i>PLC</i>	<i>Programmable Logic Controller</i>
CLP	Controlador de Lógica Programável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	DESENVOLVIMENTO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	BENEFICIAMENTO DE MILHO PARA SEMENTE	15
2.1.1	Colheita	16
2.1.2	Transporte	18
2.1.3	Entrada, conferência e pesagem	18
2.1.4	Recebimento	20
2.1.5	Despalha	21
2.1.6	Análises na despalha	23
2.1.7	Secagem	25
2.1.8	Análises na secagem	26
2.1.9	Debulha	27
2.1.10	Silos intermediários	28
2.1.11	Classificação	29
2.1.12	Tratamento	31
2.1.13	Ensaque	32
2.2	FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE GESTÃO	33
2.2.1	<i>ERP - Enterprizse Resouce Planning</i>	33
2.2.2	<i>MES - Manufacturing Execution System</i>	35
2.2.3	<i>SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition</i>	36
2.2.4	<i>PLC - Progamable Logic Controller</i>	38
3	METODOLOGIA	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	CONDICIONAMENTO DE REGISTROS, USUÁRIOS E DEFINIÇÕES GERAIS	46
4.2	ENTRADA DE CARGAS NO SISTEMA	51
4.2.1	Análise sobre a entrada de cargas no sistema	54
4.3	LIMPEZA INICIAL E SEPARAÇÃO DO MATERIAL	55
4.3.1	Análise sobre a limpeza inicial e separação do material	56

4.4 PROCESSO DE SECAGEM E ANÁLISE DE UMIDADE	57
4.4.1 Análise sobre o processo de secagem e análise de umidade	59
4.5 PROCESSO DE DEBULHA E ARMAZENAGEM.....	60
4.5.1 Análise sobre o processo de debulha e armazenagem	60
4.6 TORRE DE CLASSIFICAÇÃO E TRATAMENTO.....	61
4.6.1 Implementação na torre	61
4.6.2 Análise sobre o processo de classificação e tratamento	65
5 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores de produtos agrícolas do mundo, com forte foco nas exportações. O país é conhecido em especial por sua produção de soja, café, suco de laranja, carne e açúcar. Além disso, o Brasil é também um importante produtor de milho, algodão e aves. O clima favorável e a vasta área do país o tornam adequado para a produção agrícola. O Brasil é também o maior produtor de etanol a partir da cana-de-açúcar.

Com uma produção estimada em aproximadamente 127 milhões de toneladas de milho, a colheita do cereal na safra 2022/23 deverá registrar um incremento de 12,5% em relação ao último ciclo. Aliado à produção, com um mercado cada vez mais exigente, pragas e outras situações adversas, tem-se uma demanda crescente por uma produção limpa, eficaz, precisa e organizada relacionada aos meios do setor de agronegócios.

A produção de sementes de milho envolve vários passos para garantir a qualidade e a pureza das sementes. Um dos primeiros passos é a seleção de plantas mãe, onde são escolhidas as plantas mais saudáveis e produtivas para produzir as sementes.

Em seguida, é feita a polinização controlada, onde as plantas mãe são isoladas para evitar polinização cruzada com outras variedades de milho. Isso é feito por meio de barreiras físicas ou por meio de técnicas de manipulação genética.

Depois da colheita, as sementes são submetidas a tratamentos de limpeza e classificação para remover impurezas e selecionar as sementes de tamanho e qualidade adequadas. Em seguida, as sementes são embaladas e armazenadas em condições adequadas para garantir a qualidade e a viabilidade das sementes.

É importante lembrar que as sementes de milho geneticamente modificadas também passam por processos similares, mas com a adição de técnicas de edição genética.

Em geral, a produção de sementes de milho é um processo cuidadoso e minucioso para garantir a qualidade e a pureza das sementes, que é importante para garantir uma boa produção agrícola, sendo assim, o beneficiamento de sementes constitui uma importante parte do processo, este torna o milho capaz de ser plantado e reproduzido em novas colheitas.

Analisando as técnicas de produção temos por base neste projeto a análise e implementação de um *MES (Manufacturing Execution System)* que faz a interface entre os sistemas internos de bancos de dados da empresa bem como automação, com foco no produto, ou seja, aborda-se o setor de beneficiamento de milho, sendo o milho, neste caso, utilizado diretamente para plantio após vários processos de separação, preparação, classificação, tratamento e ensaque.

Para tal análise será utilizado dados e situações observadas em uma beneficiadora de milho que atua no Brasil, as informações aqui baseadas se encaixam como fonte geral para beneficiamento de milho, mas é importante destacar que ocorrerá um estudo de caso em uma empresa real da qual foi autorizado a utilização dos seus dados internos para este projeto, porém não terá o nome citado à pedido da mesma. Logo serão utilizadas fotos reais e censuradas dos sistemas internos e dependências e em paralelo feito a comparação com o conteúdo relacionado a este projeto.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste projeto é analisar e correlacionar uma situação real implementada de um sistema MES em uma beneficiadora de grãos e entender os passos realizados e apresentar soluções e análises sobre a implementação.

O intuito é auxiliar a empresa na tomada de decisões com foco no produto, logo tem-se que analisar os diferentes passos do processo e intitular detalhes a serem observados pelo MES, com tais parâmetros sendo vistos haverá uma visão crítica ao desenvolver a solução com os parâmetros idealizados de como deve-se proceder ao lidar com tal sistema e também discutir as situações reais inerentes do chão de fábrica.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos para o projeto em questão são:

- Estudo do processo de fluxo de colheita e transporte do milho;
- Estudo do processo de descarregamento do milho por meio de calandras;
- Estudo do processo de separação de impurezas e palha do milho;
- Estudo de etapas de análise e controle de despalha do milho;
- Estudo do processo de transporte e lógicas de secagem do milho;
- Análise do processo básico de automação da empresa;
- Planejamento e previsão de dificuldades de sensoriamento no processo;
- Definição dos passos da implementação de novos sistemas na planta;
- Análise da necessidade de treinamento e desenvolvimento de acessibilidade dentro do sistema MES;

- Dificuldade encontradas ao utilizar o MES em um chão de fábrica;
- Ajustes e definições ideias necessárias ao funcionamento do MES identificadas na implementação estudada;
- Análise da experiência dos usuários com o sistema;
- Análise dos dados sensíveis ao gestor.

1.2 Justificativa

O setor de beneficiamento de milho representa uma das importantes fontes de insumos que influem diretamente no agro, quanto melhor o processo de produção, melhor e maior será, de fato, a produção, tendo isto em vista, a definição de um método simples, preciso e dinâmico como a análise de dados por um MES ajudará a entender o quão benéfico e o quão efetivo pode se tornar o sistema ao ser bem implementado em uma indústria do ramo, bem como entender quais são suas dificuldades ao se comparar com o cenário real apresentado aqui e comparando os dados obtidos com o esperado.

2 DESENVOLVIMENTO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo encontra-se informações relacionadas aos processos vistos neste trabalho, com referência aos procedimentos estudados para que seja possível entender como funciona tal operação. A relação destes foi feita de forma geral considerando o nível de operação comum entre beneficiadoras de milho, sendo que o acompanhamento foi feito direto no chão de fábrica tendo contato com todos os equipamentos aqui citados. As referências, fotos, painéis e demais dados sensíveis à empresa foram censurados a pedido desta, inclusive seu próprio nome, se trata de uma beneficiadora de milho atuando no Brasil. Como beneficiadora, esta presta serviço para clientes que também são empresas, logo, prezando pelo sigilo optou-se por este formato de projeto, entenda-se o nome da empresa como Empresa A, demais clientes da empresa sendo relacionados como Cliente A, Cliente B, Cliente C e demais títulos necessários ao entendimento.

2.1 Beneficiamento de milho para semente

O beneficiamento de milho para semente é um processo que consiste em processar o milho para que este seja utilizado em novas plantações, devido a isto esse processo requer um altíssimo controle de qualidade, as sementes de cada processo não podem se misturar, a separação na planta de beneficiamento é feita por linhas, sendo que cada linha carrega um material específico, um híbrido diferente. Em sua rota devida esse milho irá passar por diferentes processos de qualidade, análises e tratamento para dar origem ao produto final, ou seja, o milho tratado, que sairá da “Empresa A” ensacado individualmente, por big bag ou a granel, tudo definido pelas necessidades do cliente.

Na Figura 1 encontra-se o exemplo de uma UBS(Unidade de Beneficiamento de Sementes), é nesta que será concentrada análises e tópicos referentes a este projeto.

Figura 1 – UBS - Unidade de Beneficiamento de Sementes.



Fonte: <https://www.valoremag.com/imagensite/slide/banner-home-1.jpg> (Acesso em: 12/12/2022).

2.1.1 Colheita

O Brasil já conta duas safras de milho há bastante tempo, sendo a primeira safra (verão) plantada de setembro a dezembro, e a segunda (inverno), de janeiro a abril.(GRAN, 2022) Sendo que durante o período de colheita da safra tem-se equipamentos agindo na colheita, estas são separadas por tipo e por quantidade de linhas simultâneas. Sendo cada milho e cada híbrido um tipo de planta, tem-se que adequar a operação da máquina ao tipo de cultura para que este tenha o máximo de rendimento possível durante a colheita.

Neste modelo de operação a ser analisado, dentro de uma UBS, não será analisado a fundo a colheita, mas é importante entender que ela é uma das principais partes do processo, o milho de semente exige que seja colhido com a umidade correta, sem esta não pode-se de fato processar o material, sendo que parte do processo, que denomina-se de secagem, que será citado mais a frente vem exatamente para suprir essa necessidade de preparar o material para a umidade correta de processamento.

Deve-se ter atenção no campo para que não ocorra em hipótese alguma a mistura de sementes dentro do maquinário, sendo que de campo em campo a máquina deve passar por uma limpeza geral, este processo é predecessor do beneficiamento e a Empresa A em questão não é responsável por este, ela recebe o material depois que ele é colhido.

Seguindo cuidados durante a colheita, deve atentar-se a fatores chave como:

- Umidade: define se o material pode ser processado;
- Temperatura: afeta diretamente o processo, juntamente com a umidade pode atrapalhar a saúde da semente, evitando que este germine corretamente;
- Tipo de maquinário: deve ser ajustado para operação correta do tipo de milho, evitando tanto o desperdício quanto o dano à espiga;
- Armazenamento de transbordo: até chegar ao caminhão este milho deve ser devidamente separado e não pode, em hipótese alguma, ter contato com outro material no transbordo;
- Armazenamento de carga: deve ser corretamente armazenado ao ser transportado, à fim de evitar que tenha-se desperdício de material por falta de atenção na operação.

Na Figura 2 segue um exemplo de maquinário utilizado na colheita do milho.

Figura 2 – Colheitadeira OXBO para milho.



Fonte: <https://oxbo.com/wp-content/uploads/2021/02/DJI_0150-scaled.jpg> (Acesso em: 12/12/2022).

2.1.2 Transporte

O transporte do milho é feito logo após a colheita, sem nenhum prazo de estocagem ou outro meio intermediário, durante a viagem é recomendado o controle das temperaturas e também deve ser analisado o tempo de transporte, todos esses dados são sensíveis ao manejo do milho, uma vez que tem-se sempre que lembrar que para a atividade de semente, o milho colhido que vai para a beneficiadora deve ser considerado carga viva, qualquer alteração muito brusca nas condições de temperatura, umidade ou mesmo dano físico ao produto poderá acarretar na perda da capacidade de germinação desse material.

Deve-se minimizar ao máximo o tempo de transporte, otimizando as rotas e a operação como um todo, lembrando que isto está na responsabilidade do cliente e não da beneficiadora, porém também deve-se ter dados do processo uma vez que também faz parte do controle interno de qualidade saber sobre o estado do material antes de chegar até a planta, na Figura 3 tem-se um exemplo.

Figura 3 – Caminhão para transporte de espigas, sistema de calandra.



Fonte: < https://www.jornaldocomercio.com/_midias/jpg/2019/12/26/extrapesados_axor_2536_6x2_para_a_transgraos-8940386.jpg > (Acesso em: 13/12/2022).

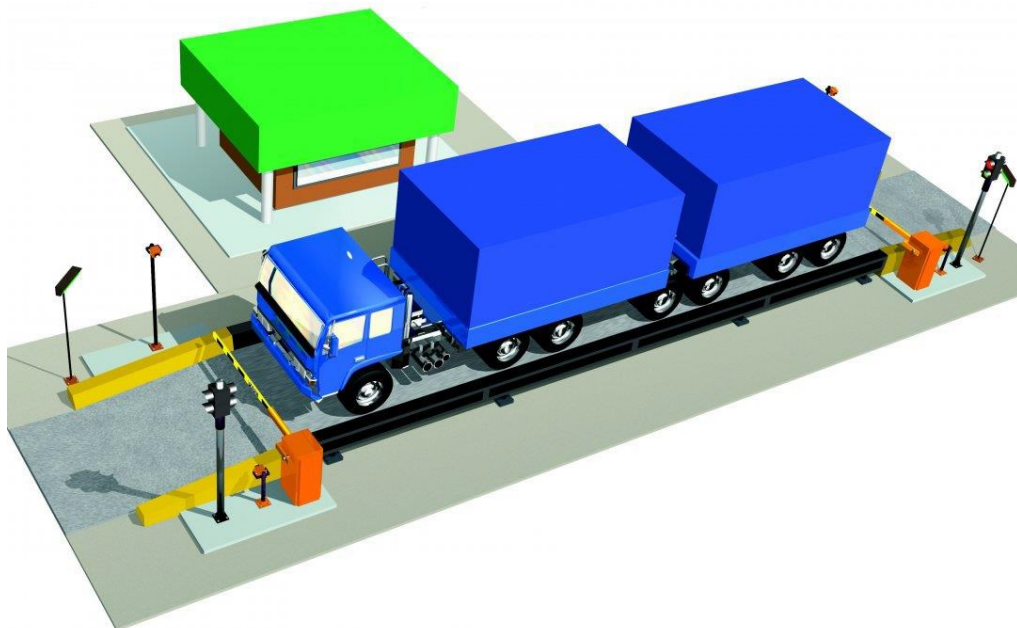
2.1.3 Entrada, conferência e pesagem

O recebimento acontece logo após o transporte, o caminhão chega e é registrado no pátio da empresa, aqui tem-se outro controle, conhecido como “tempo de pátio” que é o tempo gasto estacionado, este também é importante, pois deve-se saber quanto tempo a carga está esperando para ser processada, todos esses dados são colhidos e o motorista e cliente devidamente conferidos, após liberado o caminhão segue para a pesagem, parte vital do processo, neste momento ainda não tem-se o dado do peso da carga, pois aqui obtem-se o peso total apenas, após o caminhão descarregar tem-se outra pesagem na saída, esta pesagem de fato apontará qual será o peso real da carga, pois obtem-se o peso total decrescido do que foi descarregado, essa diferença é a carga de fato, na Figura 4 há uma representação.

Passos:

1. Chegada a UBS: motorista chega, informando na portaria e se registrando na fila para o processamento do material, aqui a UBS saberá que ele está aguardando e deverá ser liberada uma linha para o seu material.
2. Espera no pátio: espera após a chegada do caminhão carregado, durante esta etapa as linhas estão sendo preparadas para receber o material.
3. Pesagem e entrada para a descarga: feito após liberação de processamento daquela carga.

Figura 4 – Esquema balança rodoviária.



Fonte: < https://www.jornaldocomercio.com/_midias/jpg/2019/12/26/extrapesados_axor_2536_6x2_para_a_transgraos-8940386.jpg> (Acesso em: 13/12/2022).

2.1.4 Recebimento

A etapa de recebimento consiste no descarregamento da carga, ou seja, o recebimento, ou também descarga é a área onde o material do cliente é descarregado. Usualmente, na Empresa A o recebimento é feito por meio de calandras.

O sistema de calandras consiste em um sistema de recebimento no qual o caminhão possui uma lona espessa e resistente em seu assoalho de carga, essa lona fica por baixo de todo material e é responsável por não deixar o material encostar no fundo do caminhão. Ao descarregar o caminhão é acoplado na calandra, esta consiste em um sistema de rolos no qual a lona é presa, essa lona será enrolada ao passo, que, ao ser puxada o milho vem acompanhando a mesma pelo atrito, logo a carga deverá cair gradualmente na calandra, alimentando todo processo de produção.

O sistema de calandras é robusto e composto por partes hidráulicas, mecânicas e elétricas para seu comando mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Recebimento por meio de calandras.



Fonte: Registro local na Empresa A (julho de 2022).

2.1.5 Despalha

Na etapa da despalha o milho passa por um prédio com andares de maquinários especificamente organizado para separar o milho de todas as possíveis impurezas. A primeira parte do processo ocorre na “fita facção”, é um sistema automatizado que irá direcionar o fluxo de milho de forma alternada para as próximas máquinas do processo, conhecidas como despalhadeiras, cada máquina possui sensores de nível, quando uma enche o processo é passado para a outra e sucessivamente, a linha total é a soma de todas estas processando ao mesmo tempo, logo a capacidade do processo é definida da forma que o fluxo consiga alimentar essas máquinas de forma uniforme, é observado tal detalhe na Figura 6.

Figura 6 – Divisão entre despalhadeiras usando fita facção.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Ao ser separado o milho cai em uma esteira logo acima das despalhadeiras para ser distribuído na máquina, ao cair nela o milho passa pelos rolos e a palha do milho é puxada para baixo indo para o descarte(aonde ainda separa-se palha e sabugo para diferente fins), a espiga de milho em si continua por todo o processo de beneficiamento passando ainda por outras etapas de separação antes de ir para o próximo passo.

Como vê-se na Figura 7 as despalhadeiras são rigorosamente protegidas por grades devido ao alto risco de prensamento de membros.

Figura 7 – Linha de despalhadeiras.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

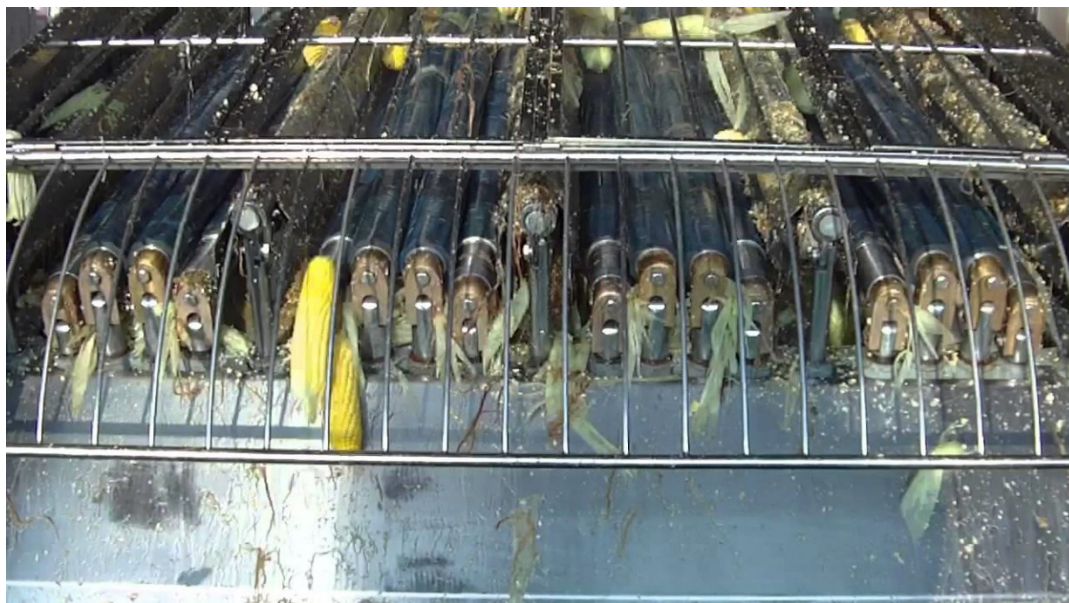
Deve-se destacar que a despalhadeira não trabalha com configuração padrão, ela é condicionada ao híbrido e ao ajuste repassado pelo cliente, cada tipo de milho possui uma forma de ser processado.

Negligenciar os ajustes nas despalhadeiras causará muitos problemas ao processo pois o milho ao ser despalhado sofre pela agressividade do maquinário, é de suma importância que tenha-se cuidado evitando a perda demasiada de material bom.

Na Empresa A um dos grandes destaques é a baixa perda na despalha, sendo assim constitui-se uma das áreas mais críticas do processo, se de fato recusa-se material bom aqui, serão afetadas todas as outras parte do beneficiamento, a empresa perde, o cliente perde.

Vê-se os rolos e o milho sendo processados na Figura 8.

Figura 8 – Detalhe das despalhadeiras.



Fonte: < <https://i.ytimg.com/vi/F2oOnPWj1tY/maxresdefault.jpg> > (Acesso em: 15/12/2022).

2.1.6 Análises na despalha

Para alcançar a menor perda possível na despalha, a Empresa A possui um rigoroso processo de análises e ajustes, se é notada uma grande perda do processo é de suma importância agir imediatamente para atingir os requisitos do cliente.

O primeiro passo que é a despalha em si, constitui apenas a primeira etapa do processo, após a despalha o milho passa por uma máquina automatizada que separa este por cor, conhecida como sorter, identificando a cor do milho e da palha. O milho que ainda possui palha é chutado para frente para passar de novo nas despaldadeiras e o que está bom continua no processo.

Sequencialmente o material passará pela mesa de seleção, (esta que é constituída de um número de pessoas condizente com o fluxo da operação), ocorrendo a separação por inspeção visual e tátil do material que ainda não foi devidamente separado pelo maquinário, daqui pode-se escolher se o milho irá passar de novo pela despalha, se será descartado ou se segue o fluxo do processo, o ideal é que esta etapa possua o menor fluxo possível, demonstrando, assim, bom controle dos equipamentos.

É desejado o menor número de ocorrências de descarte por meio da mesa de seleção, evidencia-se aqui ações que comprovam a efetividade do ajuste nas despaldadeiras e na sorter, sinal de que o processo segue como esperado. Entende-se neste passo que o departamento de controle de qualidade está tomando medidas efetivas.

O local de trabalho está exemplificado na Figura 9.

Figura 9 – Mesa de seleção manual e sorter por cor ao fundo.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

É necessário citar também que em todas estas etapas do processo, tanto quanto no recebimento tem-se a separação de amostras para serem analisadas em campo e no laboratório, lá obtem-se análises de cor, peso, contagem de grãos e requisitos escolhidos pelo cliente.

Caso o Cliente A queira um certo ajuste, a Empresa A aplica este e juntamente com definições de lógica de passagem do material, tem-se então o melhor resultado possível esperado ao aproximado, dentro deste projeto não terá detalhamento dos passos de análise nem do nome das análises pois são dados sensíveis aos clientes e não alteram o estudo apresentado.

As análises feitas influenciam os ajustes, bem como os relatórios gerados para o cliente, além do esperado aos próximos requisitos do processo, neste caso considera-se que a partir desta fase do processo já lida-se com o material quase livre de impurezas, sendo a última o sabugo, que poderá ser retirada apenas após a secagem, no setor de debulha em si, as referidas próximas fases do processo.

A Figura 10 referência uma estação de trabalho característica da despalha.

Figura 10 – Balança das bancadas de análise.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

2.1.7 Secagem

Um dos passos mais importantes de todo beneficiamento de milho é a secagem do material, o processo é controlado e feito de forma dinâmica, sempre aliado à análises.

O intuito desta etapa é preparar o material para ser debulhado, porém deve-se lembrar que está sendo trabalhado uma matéria prima viva, da qual necessita de cuidados especiais para garantir a germinação. Logo, tendo isto em vista o processo não pode ser nem muito rápido nem muito agressivo, usualmente, com dados coletados durante as observações tem-se uma variação de 3 a 4 dias por câmara de secagem.

As câmaras de secagem são enormes silos que possuem uma entrada de ar por cima e por baixo, essa entrada é acoplada a um ventilador e um aquecedor, isto é um aparato que serve para que seja jogado ar quente na semente, isto que fará com que o processo de secagem ocorra, dependendo do tipo de processo, do requisito do cliente ou mesmo da condição do material, deve-se escolher se o ar entra por cima ou por baixo da câmara.

A temperatura usualmente não ultrapassa os 42 graus, sendo um limitante bastante crítico, acima desta temperatura tem-se perda do material, nota-se o detalhe dos equipamentos na Figura 11.

Figura 11 – Secador de milho industrial.



Fonte: < https://www.solucoesindustriais.com.br/images/produtos/imagens_12440/secador-de-milho-industrial_12440_439292_1666711316671_cover.jpg> (Acesso em: 13/12/2022).

2.1.8 Análises na secagem

As análises na secagem geralmente são aferidas com um período de amostragem específico por cliente, elas são retiradas e à partir das medições tem-se a definição de quanto tempo o material ainda precisa e se ele já atingiu a umidade desejada, é importante salientar que o material só pode ser processado na debulha (próximo passo), quando a umidade chega no seu limiar ideal, se não o milho não consegue ser devidamente debulhado, com risco de dano físico ao material, ou mesmo alguma outra situação adversa, que pode, inclusive, gerar um dano ao próprio equipamento de debulha, por isso a amostragem começa com um intervalo de tempo e vai ficando cada vez menor. Quando atinge este dado ideal o milho, de fato, pode ser liberado para ser processado na debulha, algo a se mencionar é que na Empresa A a secagem é feita com

aquecimento por gás ou aquecimento por vapor, sendo este último de forma indireta, feito na entrada de ar por aletas transferidoras de calor, funcionando como uma espécie de radiador gigante, uma vez que não podemos de forma alguma injetar vapor no material.

2.1.9 Debulha

A debulha é de fato aonde tem-se o produto final para ser beneficiado, aqui o milho é separado do sabugo, sendo o sabugo rejeitado para pós processamento, no caso da Empresa A nada é desperdiçado, aqui utiliza-se o sabugo para queimar na caldeira, gerando energia e calor para os secadores, já citados neste projeto, ou seja nada se perde neste processo.

Bem como as despalhadeiras, a debulha conta com análises periódicas de material e também ajustes para adequação do processo ao material processado, a ideia é rejeitar apenas sabugo e conservar o máximo possível o milho, uma vez que é um processo mecânico tem-se um grande risco de dano físico às sementes, outro fator também é a presença demasiada de pó no local, logo ao organizar-se a logística do processo tem-se que levar em conta o quão nocivo esse pó pode ser aos equipamentos e para os colaboradores à sua volta, nota-se a presença de proteções para pós na debulhadeira mostrada na Figura 12.

Figura 12 – Debulhadeira AEC.



Fonte: < https://grupopollo.com.br/wp-content/uploads/2019/03/20190129_095954.jpg> (Acesso em: 01/01/2023).

2.1.10 Silos intermediários

Os silos intermediários guardam o material após a debulha, o material em si constitui-se de milho já debulhado, porém ainda pode possuir algumas impurezas como pequenas sujeiras e isto será tratado na próxima parte do processo, bem como o material será separado por tipos, formatos cores e afins definidos pelo setor de qualidade.

Esta parte do processo se constitui apenas de armazenagem, porém é vital entender que em hipótese alguma o material pode ser misturado, em uma ocorrência acidental acarretará o prejuízo na casa de milhões, logo todo controle nesta parte do processo é altamente rigoroso, tanto no controle dos registros em si quanto no controle da automação, sensores, rotas e válvulas(mostrado na Figura 13 na boca do silo) relacionadas ao trânsito de material.

Figura 13 – Boca de saída de um silo.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

2.1.11 Classificação

A classificação faz parte do processo de separação dos grãos logo na entrada desta parte do processo ocorre uma pré-limpeza do material que retira algumas impurezas como o pó, pedras e outras que o resto do processo passado não conseguiu retirar, basicamente tem-se aqui a separação do milho por tamanho geral, na Figura 14 tem-se um exemplo de equipamento.

Figura 14 – Classificador de milho.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

A classificação faz parte do processo de separação dos grãos por tamanho, é necessário compreender que aqui filtra-se o material pensando em como ele irá ser utilizado em campo,

logo o tamanho do grãos influencia diretamente na sua plantabilidade, o tipo de máquina e o tamanho do equipamento de plantio que deverá ser utilizado para realizar o plantio.

Nos classificadores nota-se a diferença de tamanho geral, nos *trieurs* (traduzido do francês como “classificadores”), referidos neste como classificadores de peneira rotativos, ocorrerá mais um aspecto a analisar, o comprimento do grão, logo os classificadores classificam por tamanho e na ultima parte do processo os *trieurs* filtram o grão pelo comprimento, uma vez que na classificação não é possível filtrar esse parâmetro.

Estes equipamentos são encadeados do início da torre de tratamento nos andares superiores e movimentam os grãos por gravidade, cada andar do prédio possui um grupo de equipamentos que ao descer são mais e mais selecionados os grãos.

Tem-se também uma separação de grãos por cores, feita pela color sorter, fazendo assim, parte do processo de seleção, igual na despalha, por cor, porém agora grão a grão, na Figura 15 pode-se ver o detalhe das peneiras que o *trieur* possui.

Figura 15 – *Trieur*.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

2.1.12 Tratamento

O tratamento é a última etapa do beneficiamento antes do ensaque, aqui o milho recebe uma mistura, na maioria das vezes vermelha, que vê-se comumente em sementes de plantio.

Esta mistura é nomeada “calda”, é processada na sala de caldas, uma sala à parte do processo que mistura o material e injeta ele na linha enviando para a tratadeira, que por sua vez recebe o milho e mistura a calda no milho de forma uniforme, atingindo assim o último passo do beneficiamento, essa calda misturada no milho serve não só para afastar pragas mas também para ceder nutrientes e proteção às sementes.

Cada cliente possui uma receita de calda e uma recomendação de tratamento. Os componentes utilizados nos tratamentos, por sua vez, são caríssimos e as beneficiadoras de milho muitas das vezes precisam de um esquema de segurança altamente eficaz para inibição de roubos e até de adulterações nas fórmulas do tratamento. Na Figura 16 vê-se uma tratadeira.

Figura 16 – Tratadeira de milho.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

2.1.13 Ensaque

O ensaque é a parte final do processo, a semente é tratada com a calda e logo ela é armazenada em uma moega, para ser pesada e ensacada, o carregamento no ensaque é automatizado, a ensacadeira possui duas balanças internas que realizam a dosagem do material para o ajustado, o milho então é depositado dentro do saco, pesado, costurado e tem sua etiqueta impressa, identificando os dados necessários ao lote e ao cliente que é dono daquele carregamento de milho. Após esta fase os sacos são empilhados, organizados e levados ao armazenamento climatizado, estas sementes agora ficarão disponíveis para serem retiradas pelo cliente, cabe a empresa a responsabilidade da guardar e acondicionar elas até que isto ocorra.

Pode-se ver na Figura 17 as portas azuis sendo os acessos para as balanças internas citadas .

Figura 17 – Ensacadeira de milho com balança dupla.



Fonte: < <https://www.ferrazmaquinas.com.br/uploads/conteudo/conteudo/2017/05/fPYnJ/ensacadeira-eletronica-site-Tpxs0S.jpg>> (Acesso em: 02/01/2023).

As embalagens e demais dados referentes ao produto e outros insumos específicos de cada sacaria devem ser fornecidos pelos clientes para a beneficiadora, uma vez que as responsáveis pela padronização de seus próprios produtos são elas. A beneficiadora age apenas como uma ponte no processo para que a sementeira não precise necessariamente arcar com os custos do beneficiamento, é uma relação de ganho mútuo.

2.2 Ferramentas de Análise de Gestão

As ferramentas de análise de gestão são um conjunto de programas, equipamentos de sensoriamento, análise e comunicação. O intuito deste tópico é trazer um conhecimento geral sobre o que de fato são estas ferramentas e como elas influenciam o processo para que nos próximos capítulos seja possível abordar os assuntos relacionados às ferramentas utilizadas neste caso estudado.

2.2.1 ERP - Enterprise Resource Planning

Do inglês *ERP (Enterprise Resource Planning)* ou Sistema Integrado de Gestão Empresarial essa tecnologia auxilia o gestor da empresa a melhorar os processos internos e integrar as atividades de diferentes setores, como vendas, finanças, estoque e recursos humanos. A partir da centralização das informações em uma plataforma única, o fluxo de dados corporativos se torna mais fluido e é compartilhado com facilidade. Ao mesmo tempo, essas soluções eliminam a duplicidade de informações. (AMORIM, 2021)

O desenvolvimento do sistema ERP começou há mais de 100 anos. O engenheiro Ford Whitman Harris criou um modelo *EOQ (Economic Order Quantity)* para programar a produção. Ele foi utilizado por décadas até que a fabricante de ferramentas *Black & Decker* adotou outra solução para planejar as necessidades de materiais. (AMORIM, 2021)

O novo método ficou conhecido como *MRP (Material Requirements Planning)*. Na prática, alguns conceitos do EOQ foram utilizados e integrados a um computador. Essa ferramenta foi usada por muitos anos até ser desenvolvida uma nova metodologia em 1983, a *MRP II (Manufacturing Resource Planning)*. (AMORIM, 2021)

Nessa evolução, foram adotados módulos diferenciados e componentes da arquitetura de software para integrar as atividades da companhia relacionadas às compras e ao gerenciamento de contratos. A MRP II também permitiu a integração de dados e o

compartilhamento de informações entre os diversos departamentos da companhia, a fim de melhorar a produção e reduzir os desperdícios. (AMORIM, 2021)

A tecnologia evoluiu nas décadas de 1970 a 1980 e a MRP II também. Seus conceitos foram empregados em diferentes atividades empresariais. Tanto que a nova ferramenta passou a incorporar os setores de finanças, RH e vendas. Em 1990, esse sistema foi denominado ERP. (AMORIM, 2021).

Na Figura 18 temos um detalhe sobre a evolução da indústria.

Figura 18 – Evolução industrial.

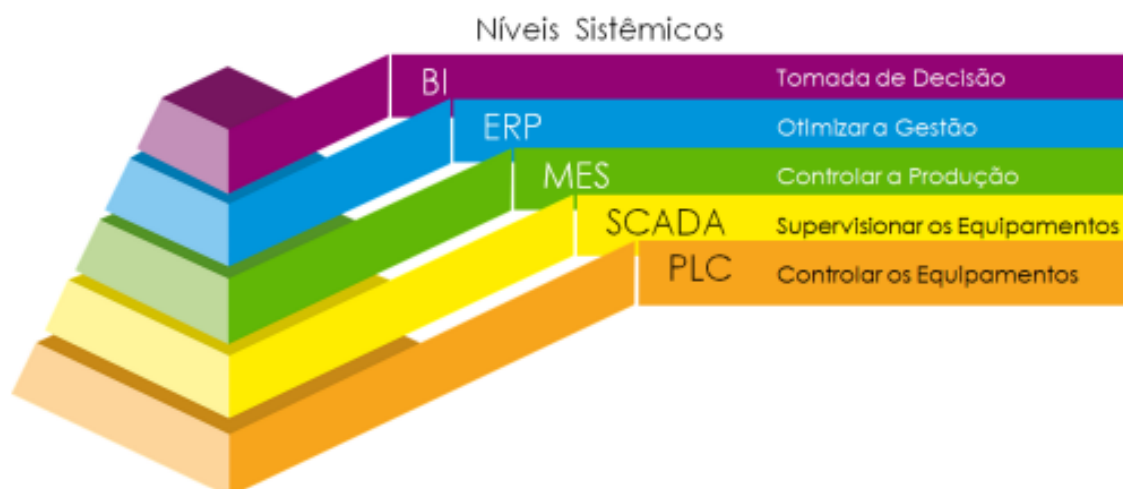


Fonte: <<https://www.operacionalsolution.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Gest%C3%A3o-Informatizada-da-Manufatura-e-a-Ind%C3%A9stria-4.0.pdf>> (Acesso em: 10/12/2022).

No processo analisado o ERP cederá informações diretamente para o MES, permitindo gerar relatórios e obtenção de dados cruciais do processo em tempo real, seja emitindo relatórios ou visualizando os dados por meio de dashboards acessadas pela rede interna da empresa, disponíveis em todo o chão de fábrica para os gestores e demais responsáveis pelo controle de qualidade do processo.

Delimitando-se as ferramentas com suas possíveis aplicações entre áreas, primordialmente têm-se em chão de fábrica 5 diferentes níveis sistêmicos básicos, exemplificados na Figura 19.

Figura 19 – Níveis sistêmicos.



Fonte: <<https://www.operacionalsolution.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Gest%C3%A3o-Informaticizada-da-Manufatura-e-a-Ind%C3%BAstria-4.0.pdf>> (Acesso em: 10/12/2022).

2.2.2 MES - Manufacturing Execution System

O conceito por trás do MES tem origem data por volta dos anos 70 quando falava-se muito em *CIM (Computer Integrated Manufacturing)* onde, em teoria, a manufatura seria automaticamente controlada e também executada por um sistema computadorizado. (GIUNCHETTI, 2004)

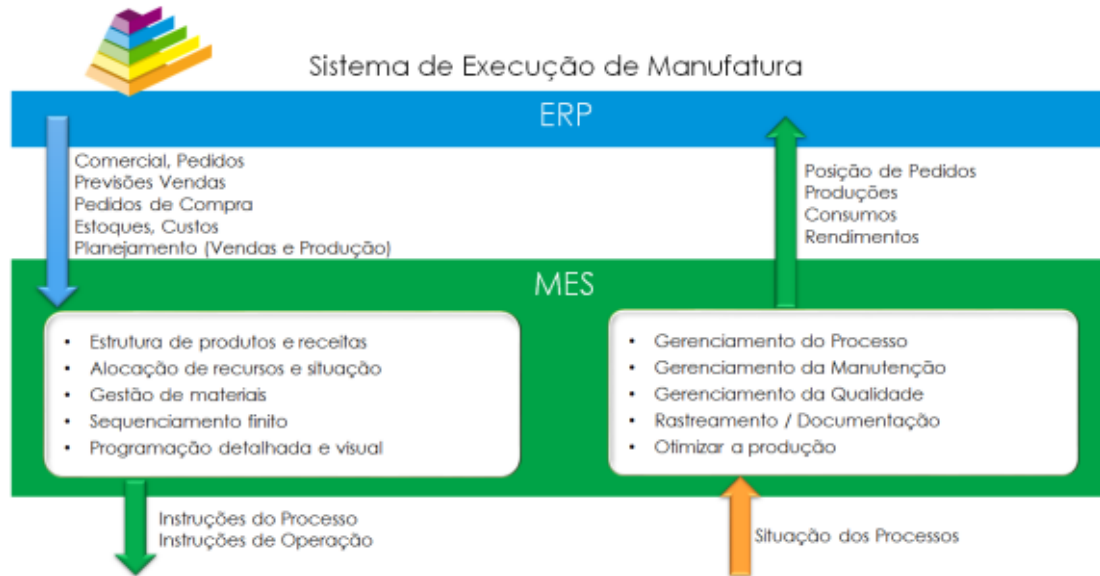
Muitos produtos foram derivados de tal conceito, porém tem-se duas distinções em que certas vertentes apontavam para sistemas de controle de produção voltados aos processos ou sistemas de informação corporativa focados nos clientes. Tendo aqui um *gap* entre essas duas regiões de dados que não trocavam informações entre si de maneira automática, ou seja, não compartilhavam do mesmo banco de dados. (GIUNCHETTI, 2004)

O termo MES foi dado pela *AMR (Advanced Manufacturing Research of Cambridge)* para descrever o sistema de informações que se localiza no chão de fábrica entre os sistemas de planejamento corporativos (ERP) e os sistemas de controle industriais de processos de fabricação *SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)*. Algumas literaturas referem-se também a MES como EPS ou *Enterprise Production System*. (FRANÇA, 2004)

Este projeto utilizará a nomenclatura MES, se referenciando a um sistema que foi adquirido pela Empresa A, feito pela SIEMENS.

Na Figura 20 está um exemplo de como é feita a comunicação entre ERP e MES.

Figura 20 – Fluxograma integração de sistemas.



Fonte: <<https://www.operacionalsolution.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Gest%C3%A3o-Informaticizada-da-Manufatura-e-a-Ind%C3%BAstria-4.0.pdf>> (Acesso em: 10/12/2022).

Pode-se dizer que MES assumiu um papel muito importante na área da manufatura, tanto que motivou o surgimento de uma associação internacional de fabricantes de hardware e software chamada *MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association)* com o objetivo de mostrar aos potenciais usuários os benefícios desse sistema. (FRANÇA, 2004).

2.2.3 SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition

O sistema SCADA, do inglês “*Supervisory Control And Data Acquisition*” ou sistema supervisório engloba uma parte importante do processo de automação da empresa, é nele que tem-se acesso as rotas, sensores, medições, dados da produção e relacionados.

O supervisório funciona mostrando as funções que ocorrem na planta, é o compilado de todo o processo, geralmente centralizado em uma sala separada que possui o operador dedicado à aquele local e que por meio de sistema de rádio recebe comandos para realizar no chão de fábrica.

Na Empresa A o supervisório engloba toda produção na mesma sala, possuindo 3 telas distintas para dois operadores simultâneos, em cada tela tem-se parte do processo e sempre duas pessoas na sala, o controle é feito por rádio e os equipamentos só podem ser acionados pelo supervisório, salvo poucas exceções que podem ser ligadas em campo, tanto pela segurança do

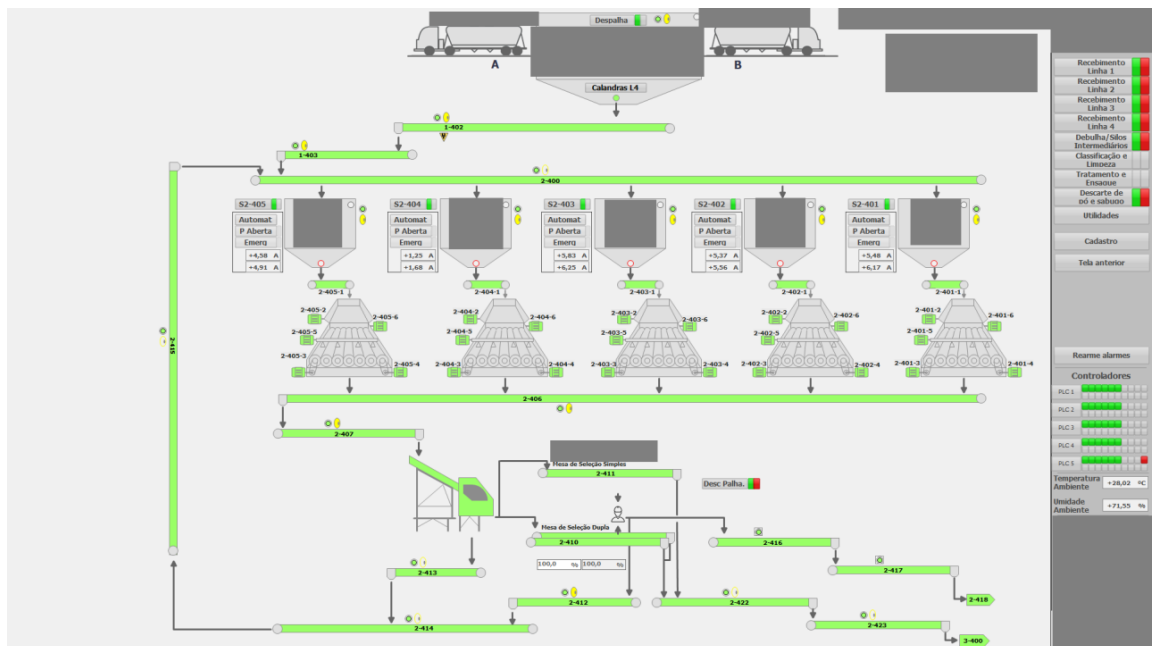
próprio colaborador quanto pela segurança da operação em si, pois, por exemplo, no supervísório terá o controle de rotas, caso seja identificado algum híbrido indo para um local indevido o sistema possui meios de intertravamento não permitindo a mistura de material, uma das, já citadas, grandes preocupações deste ramo.

Os objetivos principais do supervísório são:

- Controlar o processo industrial localmente ou remotamente, dependendo da atuação e tipo de atividade;
- Monitorar, guardar e processar dados em tempo real;
- Interação direta com sensores, válvula, bombas, motores e demais componentes ligados aos sistemas de IHM – Interface Homem-Máquina;
- Notificar eventos de parada de emergência e necessidade de intervenções com caráter corretivo urgente;
- Guardar logs, eventos e relatórios simplificados de operação e flags de acontecimentos pré-estabelecidos.

Vê-se na Figura 21 um exemplo de tela.

Figura 21 – Tela do supervísório de um das despалhas da Empresa A.



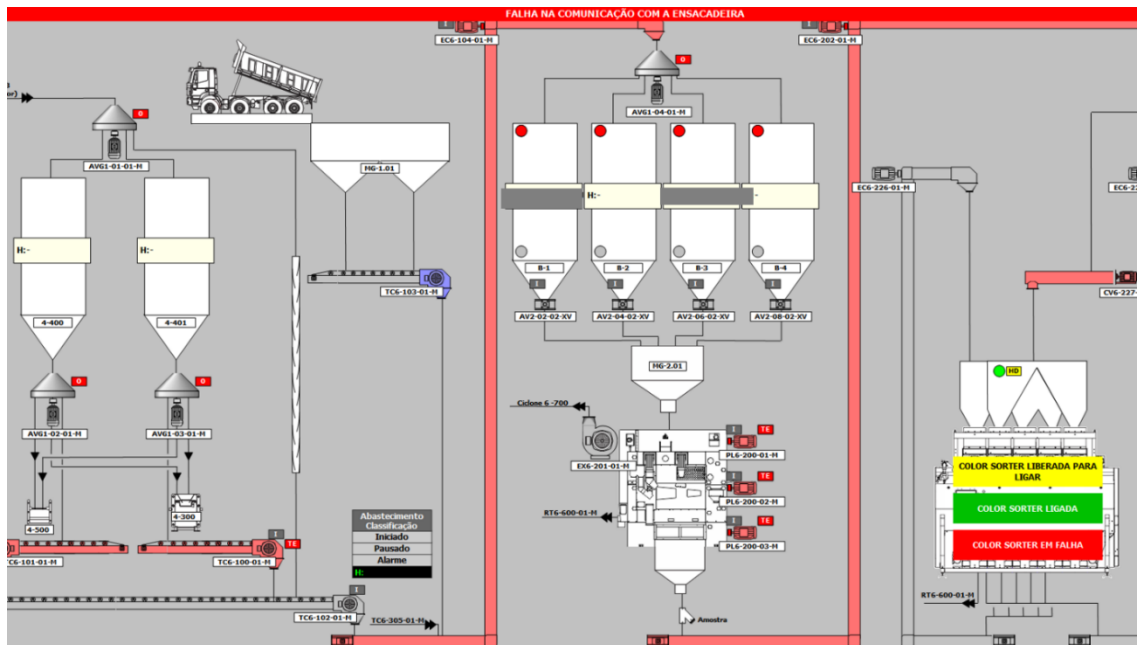
Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Os sistemas supervisórios são cruciais para as organizações industriais, pois ajudam a manter a eficiência, processar dados para decisões mais inteligentes e comunicar problemas do sistema para ajudar a reduzir o tempo de inatividade.

Por exemplo, o supervisório notifica rapidamente um operador que um lote de produto está apresentando uma alta incidência de erros. O operador pausa a operação e visualiza os dados por meio de uma IHM (interface homem-máquina) para determinar a causa do problema. O operador revisa os dados e descobre que a Máquina 4 estava com defeito. A capacidade do sistema SCADA de notificar o operador sobre um problema o ajuda a resolvê-lo e evitar mais perdas de produto.

Os sistemas supervisórios podem nos alertar prontamente o tipo de falha e onde intervir, como mostrado na Figura 22.

Figura 22 – Detalhes de falhas demonstradas no sistema identificadas em um dia de intervenção corretiva na Empresa A.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

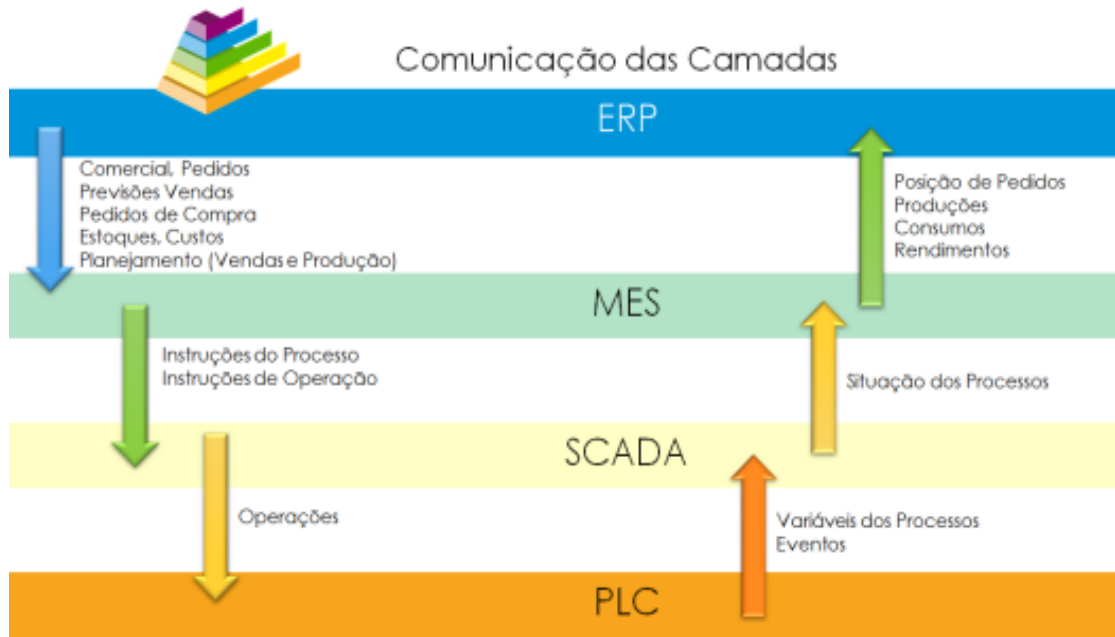
2.2.4 PLC - Programmable Logic Controller

O PLC, do inglês *Programmable Logic Controller* ou CLP, Controlador de Lógica Programável, age comandando os aparelhos e lógicas dentro da indústria, o PLC é o cérebro

que processa a informação das rotas, se o material pode ou não estar naquela esteira, consegue travar e destravar válvulas, além de fazer comandos inteligentes com parâmetros pré-estabelecidos de controle linear.

Na Figura 23 está um esquemático de como as camadas de comunicação interagem.

Figura 23 – Camadas de comunicação entre os sistemas.



Fonte: <<https://www.operacionalsolution.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Gest%C3%A3o-Informatizada-da-Manufatura-e-a-Ind%C3%BAstria-4.0.pdf>> (Acesso em: 10/12/2022).

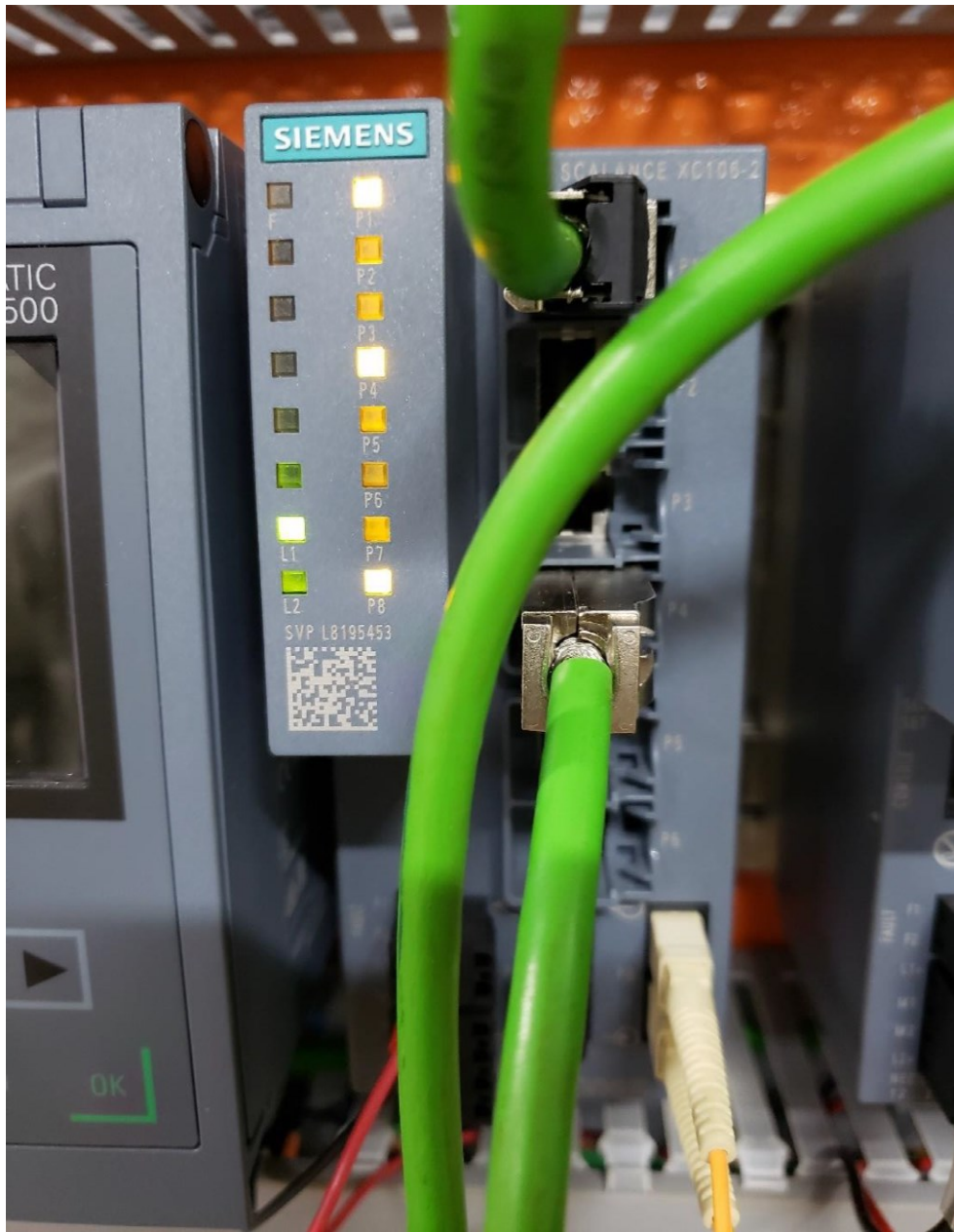
O PLC como o próprio nome se refere, é programável e cada vez que deseja-se inserir uma lógica ou uma nova aplicação ou equipamento em si, deve-se adicionar este à rede e a programação do processo.

O sistema supervisor enxerga os dados do PLC e consegue mostrar o que está acontecendo na indústria em tempo real, sendo este equipamento o centro das operações, aliados a uma estrutura de rede robusta e cartões de comando, criam o cerne da automação.

Para comunicação entre os aparelhos deverão ser utilizados *switches* (equipamentos de comunicação) e outros meios equivalentes para transmissão de rede, feita através de *switches* interligados com o comando do PLC e a rede de automação da empresa.

Na Figura 24 segue um exemplo de equipamento de comunicação, um *switch*, que faz as rotas de conexão entre certos equipamentos da automação.

Figura 24 – *Switch* de comunicação da automação, marca SIEMENS.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Deve-se atentar que, ligações de qualidade, bem como a passagem dos cabos e todos os requisitos relacionados devem ser prontamente verificados, uma vez que a atividade em chão de fábrica possui grande quantidade de elementos nocivos como pó, risco de chuva e avarias mecânicas causadas por roedores (algo comum entre beneficiadoras e sementeiras).

Acompanhando os comandos para entrada e saída de dados serão usados os cartões de comunicação da automação, presentes na Figura 25.

Figura 25 – Cartões de comunicação, marca SIEMENS.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Para a comunicação de fato acontecer, na fábrica utilizam-se painéis elétricos, conhecidos como remotas, nestes tem-se os aparelhos que fazem contato com o PLC, ou seja, ele não entra em contato direto com os sensores, para isto utiliza-se cartões de comunicação, que são entradas e saídas digitais ou analógicas que fazem a lógica funcionar.

Por exemplo, um sensor de nível é ligado em uma entrada digital de um dos cartões, tem-se um exemplo na Figura 26, quando um silo atinge o nível desse sensor ele envia um sinal pela remota, o PLC entenderá o sinal por meio de sua lógica gravada neste e o supervisor conseguira ver na tela que aquele silo está cheio, permitindo ao operador do supervisor saber que não pode adicionar mais material a aquele silo, ao implementarmos o MES, por exemplo, pode-se saber qual silo está com o material de cada cliente e saber, por exemplo, qual porcentagem de material daquele cliente tem-se na planta para ser processado.

Figura 26 – Sensor de nível mínimo e sensor de abertura de válvula de um silo.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Outra utilidade dos sensores é verificar se as válvulas em campo estão posicionadas de forma correta, como por exemplo deste silo da Figura 26, que também possui um sensor de posição de válvula, mesmo que esta não tenha comando automático, ela deve estar corretamente posicionada para que a rota do material possa ser feita, caso contrário toda produção daquela linha será parada até que o sinal esteja condizente com o esperado.

Tem-se também na Empresa A IHM's em diferentes pontos do chão de fábrica, na Figura 27 tem-se um exemplo de uma delas na área do recebimento, estas têm a finalidade de possibilitar adquirir informações imputadas diretamente pelos próprios operadores da produção, ou seja, os dados que não pode-se adquirir por sensores podem ser adquiridos por meio de intervenção humana a partir daqui, estas estações são as que tornam possível utilizar um sistema do tipo MES para obter informações como, por exemplo, análises do laboratório que devem ser feitas pmanualmente.

Figura 27 – IHM em campo.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

3 METODOLOGIA

A execução deste projeto pautou-se na análise em campo realizada em uma indústria do ramo de beneficiamento de sementes, referenciada aqui como Empresa A.

Primordialmente a execução se dá por meio de observações em campo realizando o acompanhamento das atividades durante um amplo período, cruzando sinais de sensoriamento, informações disponíveis no supervisão da automação e referências armazenadas nos bancos de dados, sendo observado também o fluxo de entrada realizado pelos próprios colaboradores da empresa.

A metodologia utilizada seguiu a seguinte ordem de execução:

- Análise do processo de fluxo de colheita, entendendo-se como o milho precisa ser colhido e qual efeito no material;
- Análise do processo de descarregamento do milho por meio de calandras, sendo feito acompanhamento no local com comparação de dados e registro de ocorrências como falhas e atrasos inerentes do processo;
- Análise do fluxo da despalha para entendimento dos requisitos de controle de qualidade do setor, focando no processo de separação de impurezas e palha do milho;
- Análise dos equipamentos e manutenção dos rolos da despalha, para entendimento do nível de controle necessário e tipo de intervenção a ser realizada nas trocas de rolo e manutenções preventivas e corretivas;
- Análise do processo de transporte de rotas interno e lógicas de secagem do milho, coleta de amostras e dados no setor de secagem;
- Análise do processo básico de automação da empresa, visando compreensão do sistema de automação e intertravamentos;
- Análise e planejamento e previsão de dificuldades de sensoriamento no processo;
- Análise da possibilidade de implementação de novos sistemas na planta;
- Análise da necessidade de treinamento e desenvolvimento de acessibilidade dentro do sistema MES, com acompanhamento de colaboradores em campo;
- Análise das dificuldades encontradas ao utilizar o MES em um chão de fábrica;
- Ajustes e definições ideais necessárias ao funcionamento do MES identificadas na implementação estudada com os gestores em campo;
- Análise da experiência dos usuários com o sistema;
- Análise dos dados sensíveis ao gestor durante e ao final do processo.

- Aprovação perante à empresa para utilização dos dados.

Seguindo o fluxo das análises, juntamente com o referencial pesquisado, foi-se apontado o comportamento observado durante o tempo estudado.

Para que seja mantida coerência, as análises se dão seguindo o processo do material, iniciando com as etapas antes da entrada na Empresa A, colheita e transporte, compreendendo o processo que é necessário para gerar o material tratado e ensacado, este último sendo delimitado pela fase de armazenagem final para entrega ao cliente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo a análise será focada na implementação do MES na Empresa A, evidenciando-se os passos do processo citados em capítulos anteriores, os desafios, estratégias tomadas, efeitos e dados coletados durante o acompanhamento do processo.

Aqui encontra-se o principal escopo deste, entender quais os efeitos serão eficazes em uma beneficiadora de milho, o que de fato pode-se melhorar do processo e o quanto tal ferramenta pode auxiliar o gestor.

Para isto este capítulo segue o fluxo escolhido pela empresa ao implementar a solução, sendo este fluxo o próprio do material, já estudado no item “2.1 Beneficiamento de milho para semente” acompanhado do estudo sobre as ferramentas de gestão citadas no item “2.2 Ferramentas de Análise de Gestão”.

4.1 Condicionamento de registros, usuários e definições gerais

Um sistema MES é customizado de acordo com a atividade da empresa, por este motivo foi citado nos capítulos passados deste projeto todo o fluxo que será discutido.

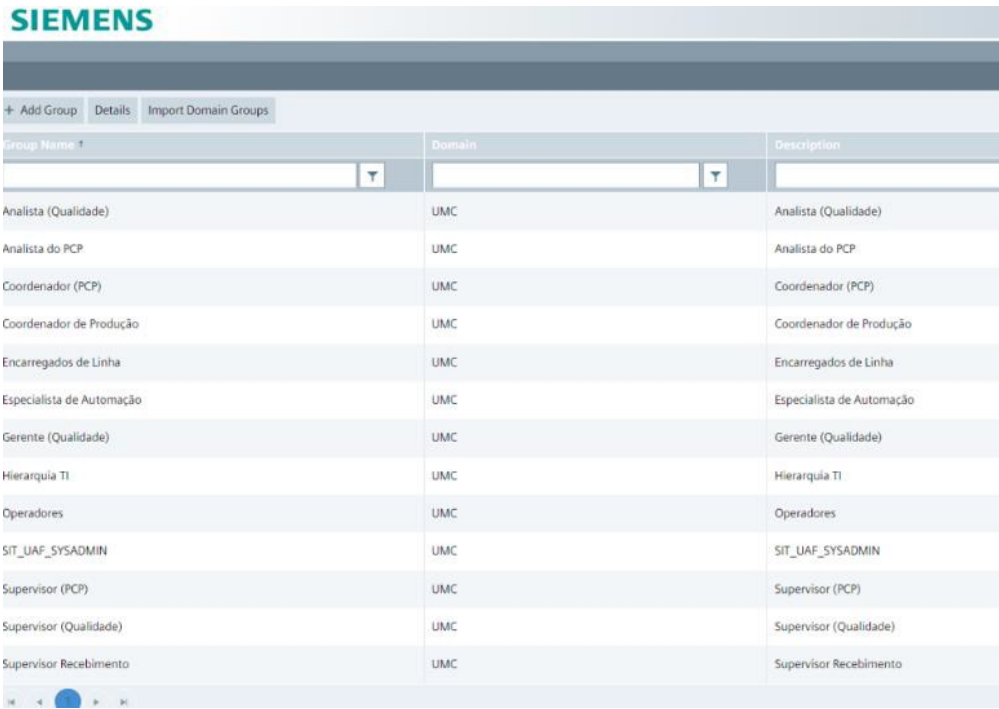
O sistema roda em conjunto com a rede interna da empresa, dentro da planta ele é acessado como um *site*(página de internet) comum, porém só para pessoas autorizadas.

A primeira característica do sistema é ser hierarquizado por usuários com suas diferentes funções e permissões, sendo assim tem-se:

- Usuário admin do sistema com todas as permissões possíveis, inclusive controle de outros usuários;
- Usuário admin por área, sendo estes usuários também responsáveis por adicionar e editar usuários de diferentes áreas também tendo um nível alto de permissão;
- Usuário encarregado, consegue registrar dados no sistema;
- Usuário operador, dividido por área, cada operador consegue ver as suas designações por área de operação no sistema, se ele é parte do recebimento, verá as tarefas da sua área, se for da despalha, verá outra área e assim seguindo a lógica de todo processo do qual este for responsável.

Tem-se na Figura 28 a definição das permissões de usuário.

Figura 28 – Permissões e tipos de usuário.



The screenshot shows the Siemens user management interface. At the top, there is a navigation bar with the Siemens logo and three tabs: '+ Add Group', 'Details', and 'Import Domain Groups'. Below the tabs is a table with three columns: 'Group Name', 'Domain', and 'Description'. The table contains 14 rows of user groups, all with 'UMC' as the domain. The groups listed are: Analista (Qualidade), Analista do PCP, Coordenador (PCP), Coordenador de Produção, Encarregados de Linha, Especialista de Automação, Gerente (Qualidade), Hierarquia TI, Operadores, SIT_UAF_SYSADMIN, Supervisor (PCP), Supervisor (Qualidade), and Supervisor Recebimento.

Group Name	Domain	Description
Analista (Qualidade)	UMC	Analista (Qualidade)
Analista do PCP	UMC	Analista do PCP
Coordenador (PCP)	UMC	Coordenador (PCP)
Coordenador de Produção	UMC	Coordenador de Produção
Encarregados de Linha	UMC	Encarregados de Linha
Especialista de Automação	UMC	Especialista de Automação
Gerente (Qualidade)	UMC	Gerente (Qualidade)
Hierarquia TI	UMC	Hierarquia TI
Operadores	UMC	Operadores
SIT_UAF_SYSADMIN	UMC	SIT_UAF_SYSADMIN
Supervisor (PCP)	UMC	Supervisor (PCP)
Supervisor (Qualidade)	UMC	Supervisor (Qualidade)
Supervisor Recebimento	UMC	Supervisor Recebimento

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Pode-se ter quantos usuários forem necessários, com nomes diferentes que sejam definidos pelo gestor, porém as permissões se retêm aos níveis citados.

Primordialmente é possível acessar a ferramenta da Empresa A de 3 formas diferentes de acordo com o tipo de acesso necessário:

1. Link geral do sistema;
2. Link para encarregados para registro de cargas;
3. Link de desenvolvedor.

Por ser um sistema customizado tem-se, por exemplo, a definição não só de usuários, mas também da própria lógica de senha de acesso. Como demonstrado nas Figuras 29, 30 e 31.

Figura 29 – Senhas de usuário – opções de estrutura da senha.

SIEMENS

Password Structure | Password lock, duration and reuse | Advanced

Minimum Password Length
8

Maximum Password Length
120

Minimum Password Lowercase Characters
1

Minimum Password Uppercase Characters
1

Minimum Password Alphabetic Characters
2

Minimum Password Numeric Characters
1

Minimum Password Special Characters
0

Enable password policy check during user administration

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Figura 30 – Senhas de usuário – opções de travamento.

Password Structure | Password lock, duration and reuse | Advanced

Maximum number of errors during login (zero is disabled)
5

Days prior to password expiration
1827

Enable password history by number of days

Minimum days to wait before reusing a password
120

Enable password history by number of passwords

Login errors counter reset time in minutes (zero is disabled)
0

Automatic user unlock time in minutes (zero is disabled)
0

Restore to default | Undo | Save

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Figura 31 – Senhas de usuário – opções avançadas.

Advanced

Pki

Built-in filter or custom filter

None

Filter

Enable secure application data support for users and groups

Restore to default Undo Save

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

É necessário salientar que todo este sistema está rodando em um chão de fábrica constantemente lidando com mudanças, tanto de acessos, quanto da própria tecnologia de acesso, pode-se, por exemplo configurar como o sistema é disponibilizado, inclusive sua linguagem e também a possibilidade de atribuir *tags*(cartões de acesso) ou outros meios.

Na Empresa A foi implementado um sistema de acesso por área, cada IHM fica em uma área específica com o acesso aquela área definida, de forma que naquele local só apareça as tarefas que aqueles operadores do local irão executar, ou seja, o acesso é aberto e o colaborador que irá definir a entrada de dados de acordo com a tarefa que ele está executando.

Em um futuro em que a empresa veja necessidade, pode-se adicionar *tags* de acesso, ou outro meio que facilite ao usuário, caso este precise, necessariamente, se identificar por operador de forma individual, em cada estação.

Nota-se na Figura 32 a possibilidade de utilizar um smart card.

Figura 32 – Opções de acesso.

Built-in authentication methods	Enable	Authentication level
Password Authentication	<input checked="" type="checkbox"/>	strong
Windows Authentication	<input checked="" type="checkbox"/>	strong
Smart Card Authentication	<input type="checkbox"/>	strong

Enable flex authentication
 Enable two factor authentication

Autologin option:

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Com as permissões definidas os acessos serão realizados na plataforma por qualquer equipamento que tenha acesso à rede da empresa. A tela de login dos encarregados e responsáveis pelo cadastro de entrada de cargas está presente na Figura 33.

Figura 33 – Tela de login sistema MES admin.

MAIS QUALIDADE
MAIS VALOR

Login

Senha

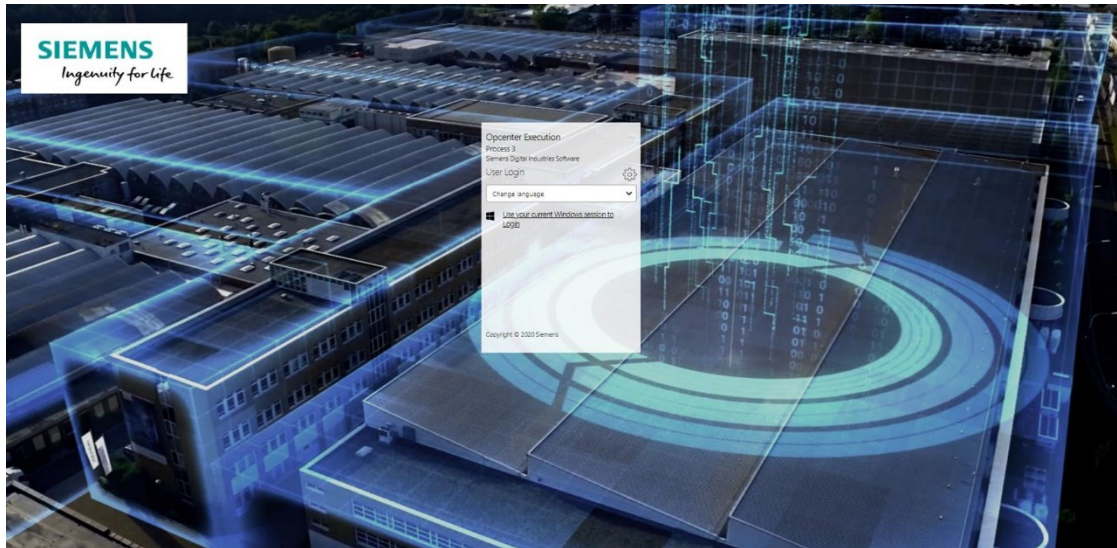
Entrar

Utilizar sessão corrente do Windows

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Na Figura 34 vê-se o acesso geral, todas as IHM's utilizam esta tela, cada uma irá apresentar as tarefas por área, algo que será elucidado nos próximos tópicos, daqui o operador terá acesso ao sistema adicionando dados que poderão ser acessados pelos gestores na plataforma.

Figura 34 – Tela de login do sistema MES geral.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

4.2 Entrada de cargas no sistema

Vê-se aqui ao primeiro passo de entradas dentro do sistema, as cargas chegam na UBS e são registradas, como referenciado no item “2.1.3. Entrada, conferência e pesagem”, neste nível o MES já começa a captar os dados indiretamente, pois este possui uma camada de comunicação com o ERP referenciado no item “3.1. ERP - Enterprise Resource Planning”, daqui já há um grande avanço na tomada de decisões, pois consegue-se saber o tempo de transporte da carga bem como o tempo de pátio dela, somando, tem-se o tempo total que estas sementes estão esperando para serem processadas, aos olhos do gestor isto fará com que o mesmo possa definir quais serão as prioridades de cargas do dia.

Na Figura 35 pode-se ver as cargas que foram selecionadas e irão iniciar no controle de pátio da empresa, ou seja aqui o gestor já consegue ver um aparato geral do que está no pátio esperando.

Figura 35 – Controle de pátio.

Nº de Controle	Nº Processo	Contrato	Placa Caminhão	Motocista	Di Fin Colheita	Di Salida Campo	Di Chegada Uba
11457	322	4		JUL	21/12/2021 13:15	21/12/2021 13:15	21/12/2021 17:38
11491	322	4	RI	JUL	21/12/2021 16:40	21/12/2021 17:15	22/12/2021 00:15
11534	322	4	OR	GIL	22/12/2021 08:15	22/12/2021 08:15	22/12/2021 12:21
11552	322	4	MR	EDJ	22/12/2021 09:40	22/12/2021 09:40	22/12/2021 14:41
11554	322	4	FR	CA	22/12/2021 10:15	22/12/2021 10:15	22/12/2021 15:30
11556	294	1	NO	RO	22/12/2021 10:40	22/12/2021 11:00	22/12/2021 14:42
11548	294	1	FR	BA	22/12/2021 10:50	22/12/2021 10:55	22/12/2021 13:55
11574	322	4	PC	RA	22/12/2021 11:00	22/12/2021 11:15	22/12/2021 18:58
11561	294	1	FR	EDJ	22/12/2021 11:20	22/12/2021 11:30	22/12/2021 15:13
11577	294	1	PC	FA	22/12/2021 12:20	22/12/2021 12:25	22/12/2021 17:31
11573	322	4	OR	AR	22/12/2021 13:00	22/12/2021 13:10	22/12/2021 17:05
11576	294	1	FR	HE	22/12/2021 13:22	22/12/2021 13:25	22/12/2021 17:27
11586	294	1	PC	JO	22/12/2021 15:00	22/12/2021 15:10	22/12/2021 20:11
11600	294	1	HR	WA	22/12/2021 15:40	22/12/2021 15:40	22/12/2021 20:19
11600	294	1	HR	DA	22/12/2021 16:19	22/12/2021 16:21	22/12/2021 21:23
11615	294	1	HR	AD	22/12/2021 17:05	22/12/2021 17:18	22/12/2021 21:55
11090	306	4	HR	AN	26/12/2021 17:00	26/12/2021 17:00	27/12/2021 00:17
11871	306	4	PC	MA	26/12/2021 18:00	26/12/2021 18:00	26/12/2021 23:09
11870	306	4	PC	JE	26/12/2021 18:15	26/12/2021 18:15	26/12/2021 23:06
11870	306	4	OR	MA	26/12/2021 20:45	26/12/2021 20:45	27/12/2021 01:42
11881	306	4	HR	MA	26/12/2021 21:00	26/12/2021 21:00	27/12/2021 01:10

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

As cargas que irão aparecer no processo devem ser autorizadas pelo encarregado do dia, logo, os caminhões selecionados para serem processados são cadastrados na linha correspondente, tem-se aqui um total de 4 linhas na Empresa A. Cada operador daquela área ao posicionar o caminhão na calandra deverá selecionar qual está entrando, isto disparará aquele processo atrelado a aquela linha, neste ponto identifica-se quando a carga foi selecionada, evidenciando-se, por exemplo, gargalos no início do processo.

À seguir, na Figura 36, o detalhe da tela de controle de seleção do encarregado.

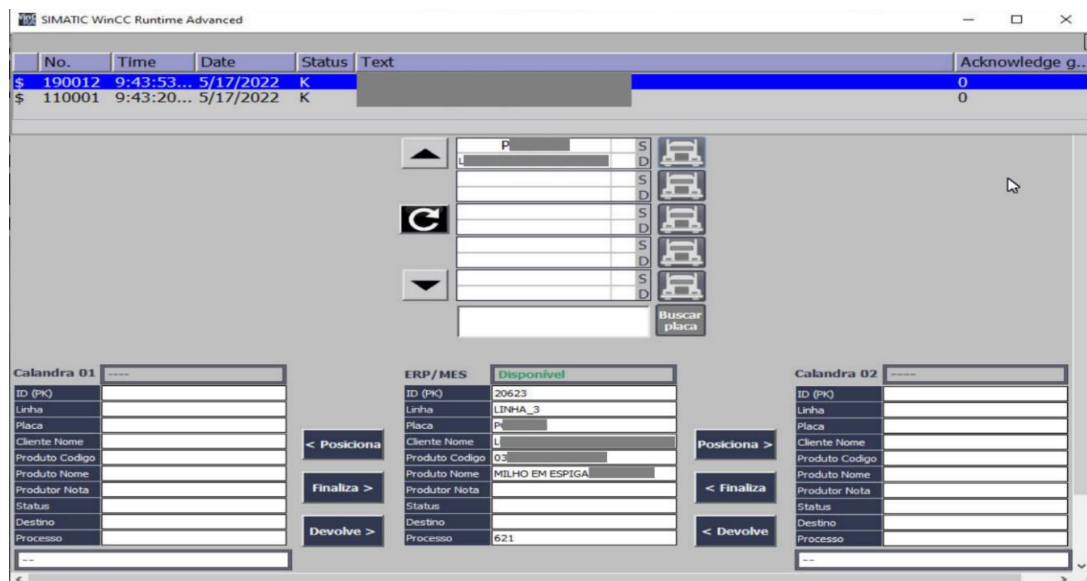
Figura 36 – Controle de seleção.

Nº de Controle	Linha	Placa Carreta	Data Seleção Encarregado	Data Seleção MM	Fluxo Descarga	Fluxo Despeja
22959	LIRHA_2	OR	27/05/2022 01:22		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
22959	LIRHA_2	OR	27/05/2022 01:21		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
22959	LIRHA_2	PO	27/05/2022 01:21		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21989	LIRHA_2	PO	25/05/2022 22:52		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21989	LIRHA_2	PO	25/05/2022 22:52		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21936	LIRHA_2	PO	24/05/2022 21:36		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21937	LIRHA_2	PO	24/05/2022 21:36		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21926	LIRHA_2	PR	24/05/2022 19:01		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21928	LIRHA_2	PO	24/05/2022 19:01		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21929	LIRHA_2	OR	24/05/2022 19:00		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21930	LIRHA_2	OR	24/05/2022 19:00		AGUARDANDO INÍCIO	AGUARDANDO INÍCIO
21810	LIRHA_2	PO	23/05/2022 00:05	23/05/2022 01:10	FINALIZADO (23/05/2022 03:49)	PENDENTE (23/05/2022 01:10)
21895	LIRHA_2	PR	23/05/2022 00:05	23/05/2022 00:34	PENDENTE (23/05/2022 00:34)	PENDENTE (23/05/2022 00:34)
11564	LIRHA_1	PR	21/05/2022 21:18	22/05/2022 13:33	PENDENTE (22/05/2022 13:33)	PENDENTE (22/05/2022 13:33)
20890	LIRHA_4	OR	18/04/2022 20:23	18/04/2022 21:47	FINALIZADO (18/04/2022 01:08)	PENDENTE (18/04/2022 21:47)
20883	LIRHA_4	OR	18/04/2022 17:14	18/04/2022 18:02	FINALIZADO (18/04/2022 21:09)	PENDENTE (18/04/2022 18:02)

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Tem-se até esta parte do processo, além dos registros já cadastrados do produto, o tempo total antes dele entrar para o processo, e este é gerado ao entrar com a carga para processamento, algo que vai ocorrer na etapa de recebimento, referenciada no item “2.1.4. Recebimento”, ao receber a carga na calandra, o operador irá selecionar o caminhão na lista presente no aplicativo (mostrado na Figura 37) e clicar para posicionar ele na linha, assim que for posicionado, todo processo no sistema irá iniciar e as tarefas do MES irão aparecer na tela.

Figura 37 – Aplicativo de registro de entradas nas calandras.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Este aplicativo utilizado não faz parte do aplicativo principal do MES, porém, assim como ele, este é interligado ao banco de dados, o que permite retirar o dado da carga que entra. Aqui já se sabe exatamente quando a carga inicia no processamento, os dados de cadastro dela e o tempo total do campo até a boca da calandra.

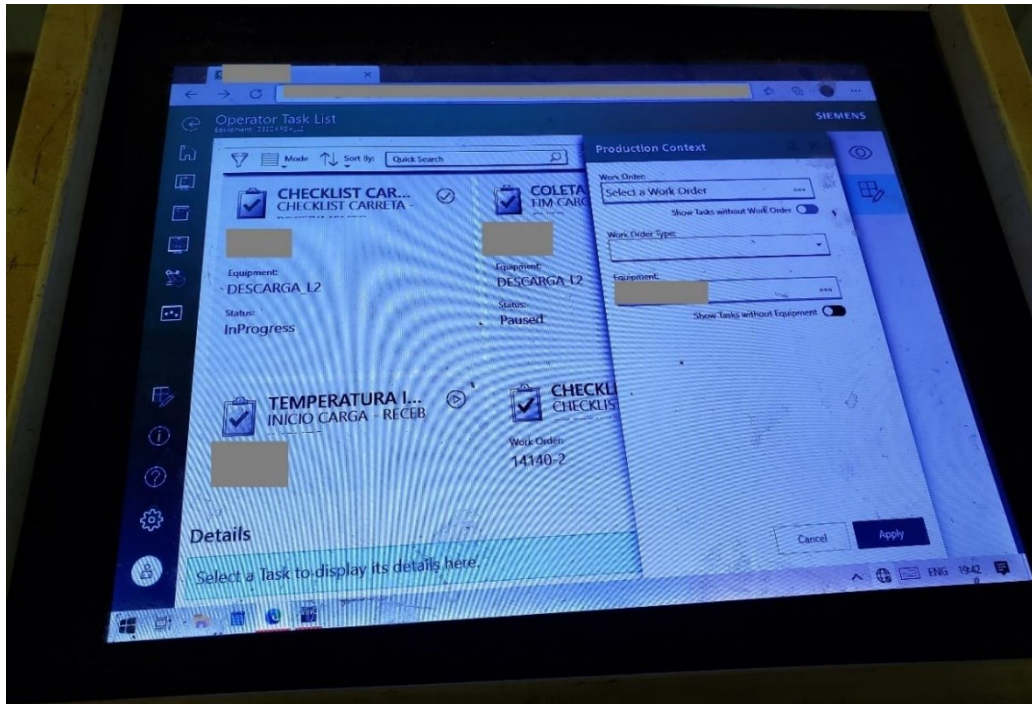
Após a seleção de cargas, o operador terá na tela o layout das tarefas, a tela consiste basicamente em opções para filtrar o equipamento que o operador está, filtros para procurar o número da carga e as tarefas na tela para serem clicadas e feitas.

Importante:

A pedido da Empresa A, não é possível divulgar a tela exata mostrando os dados imputados, nem os passos do fluxo do processo. São dados sensíveis aos clientes, sendo que dentro de cada tarefa ainda tem-se a instrução de trabalho com material próprio da empresa, logo todos os passos e coletas de dados serão devidamente referenciados, porém não podem

conter o detalhamento do processo, entenda-se que o layout é sempre similar ao mostrado na Figura 38, uma vez que a tela é padrão para facilitar o entendimento dos colaboradores. Mudará apenas o nome da tarefa e os números dos processos e equipamentos que estão escondidos na foto para seguir estas exigências.

Figura 38 – IHM do tipo *touchscreen*(toque em tela).



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

4.2.1 Análise sobre a entrada de cargas no sistema

Neste ponto o gestor já possui o acesso a:

- Dados de todas as cargas do dia com referência aos clientes a serem atendidos, quantos caminhões estão no pátio, quais materiais estão esperando na fila;
- Qual área de recebimento está disponível, que linha está ocupada, quais operadores estão em campo processando material;
- Se a operação está como planejada, se possui algum defeito em alguma linha ou mesmo atraso ou embuchamento na calandra que faça com que o processo atrase;
- Dados do processo bem como todos os dados anteriores da cadeia do material até este chegar à planta.

Logo no primeiro passo do processo já é possível planejar toda a cadeia de processamento do material. Cada definição a ser tomada iniciará a sua cadeia de decisões nesta parte do processo.

4.3 Limpeza inicial e separação do material

Nesta parte do processo está sendo referenciado os itens “2.1.5. Despalha” e “2.1.6. Análises na despalha”, constituindo uma das mais importantes fases do processo de limpeza, também considerada uma das mais agressivas, uma vez que o material que chega ainda está com todo tipo de impureza, tendo aqui um dos maiores locais de falhas em maquinário, sendo as despalhadeiras os equipamentos mais prejudicados por essa robustez do material.

Juntamente com toda sujeira que separa-se no local, ainda é necessário atentar-se em manter a qualidade do processo, evitando a perda de milho saudável.

Voltando alguns passos no conceito do MES, deve-se recordar que todos os processos são cadastrados como na Figura 39 e que o material é processado de acordo com a lógica cadastrada para este, logo ao identificar o híbrido o MES mostrará apenas as tarefas que são referentes a ele.

Figura 39 – Cadastros de Processos de Recebimento.

Nº Processo	Contrato	Cliente	Cooperante	Fazenda	Data
741	21	CO	IR	PER	31/05/2022
740	82	HE	LU	AGP	30/05/2022
738	19	LM	GA	RET	25/05/2022
737	10	LA	VR	FALZ	23/05/2022
736	34	CO	AL	TRU	19/05/2022
735	34	CO	AL	TRU	19/05/2022
734	34	CO	AL	TRU	19/05/2022
733	10	CO	AC	LM	19/05/2022
732	87	CO	GE	LAR	19/05/2022
731	21	CO	IR	FALZ	19/05/2022
730	21	CO	IR	FALZ	19/05/2022
729	87	CO	GE	LAR	19/05/2022
728	21	CO	IR	FALZ	19/05/2022
727	87	CO	GE	LAR	19/05/2022
725	88	CO	GR	LAR	19/05/2022
724	32	CO	AS	MU	19/05/2022
723	86	CO	BR	LOT	19/05/2022
722	32	CO	AS	MU	19/05/2022
721	86	CO	BR	LOT	19/05/2022
720	86	CO	DA	BLA	19/05/2022

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Compreendendo que cada material será analisado de uma forma e passará com um ajuste específico em cada despalhadeira, o que resta é entender melhor o ajuste de cada máquina, para isto avalia-se o milho retirando amostras e também analisando as perdas.

Como já citado em outro capítulo, um dos maiores destaques da Empresa A é a baixa perda na despalha, ou seja, baixo desperdício de material bom. Nesta fase tem-se um processo altamente rigoroso de controle.

As IHM's do MES ficam ao lado das bancadas de pesagem e análise, e ao realizar os testes em campo, bem como os testes em laboratório os dados são imputados e já podem, inclusive, ser emitidos relatórios com estes detalhes.

Algo importante a se mencionar é que a perda na despalha em si, bem como os outros dados já presentes nesta parte do processo podem ser consultados não apenas quando o relatório de fato é emitido, mas também ao ser visualizado em dashboards customizadas, uma opção que tem-se dentro da aplicação para consultar o processo.

Ao apresentar uma perda excessiva ou material muito fora do escopo da análise, tem-se a necessidade de uma intervenção.

As análises aqui citadas e referenciadas nos relatórios sintetizados na Figura 40 são de entendimento do controle de qualidade e não podem ser referenciadas neste material com detalhes e relatórios, mas incluem análise de contagem de grãos, peso de amostra, análises visuais e demais relacionadas a equipamentos laboratoriais do qual não é possível registro.

Figura 40 – Acesso aos relatórios do processo de recebimento.

Nº de Controle	Linha	Data
21010	LRMH_2	23/05/2022 00:06:14
21055	LRMH_2	23/05/2022 00:05:01
11554	LRMH_1	21/05/2022 21:18:31
20686	LRMH_4	18/04/2022 20:23:10
20883	LRMH_4	18/04/2022 17:14:58
20823	LRMH_4	13/04/2022 16:32:37
20624	LRMH_4	02/04/2022 22:47:53
20822	LRMH_3	02/04/2022 19:48:10
20620	LRMH_4	02/04/2022 17:17:58
20817	LRMH_4	02/04/2022 17:17:43
20897	LRMH_4	02/04/2022 12:16:51
20694	LRMH_3	02/04/2022 07:53:39
20693	LRMH_3	02/04/2022 07:52:21
20692	LRMH_4	02/04/2022 07:56:28
20597	LRMH_3	01/04/2022 19:16:36
20690	LRMH_4	01/04/2022 19:07:29
20590	LRMH_4	01/04/2022 19:06:33

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

4.3.1 Análise sobre a limpeza inicial e separação do material

Neste ponto é relatado para o gestor:

- Resultados de perdas na despalha, um dos fatores importantes;

- Análise laboratorial;
- Amostras feitas em campo, pesagem do material e perspectiva de quão “sujo” a carga chega, pode-se ter aqui por exemplo a decisão do gestor de comunicar o cliente que o material está vindo com necessidade de muito processamento, por vezes pode-se recomendar um ajuste na colheita ou transporte;
- Possibilidade de discutir com o cliente sobre o ajuste de rolos das despachadeiras, pois de fato aqui que conhece-se o material do cliente mais a fundo, testado em chão de fábrica, mesmo conhecendo-se os requisitos do cliente, cabe a beneficiadora sustentar um diálogo para que ambos ganhem com o bom andamento do processo;
- Adquirir dados sobre o funcionamento das máquinas e situações que necessitem intervenção, aqui o responsável pela gestão da manutenção pode entender quais máquinas precisam de intervenção e traçar um planejamento.

4.4 Processo de secagem e análise de umidade

Nesta parte do processo tem-se referido os itens “2.1.7. Secagem” e “2.1.8. Análises na secagem”, aqui consta o cerne do processo de controle de qualidade, aqui tem-se que seguir a risca a receita do cliente registrada na Figura 41 para a secagem, usualmente não se pode ter temperatura acima de 42°C para nenhum híbrido, logo a automação aqui também exerce um passo muito importante ao possuir o intertravamento de temperatura.

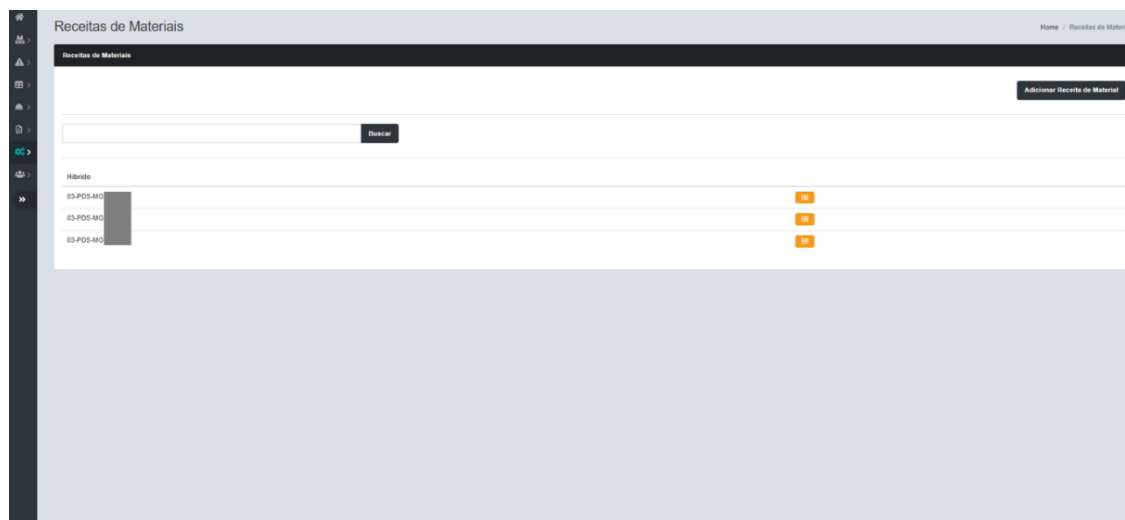
Figura 41 – Receitas de clientes.

Código	Cliente	CNPJ	Razão Social
03-00	CORTE	8100	DU
03-00	CORTE	8100	CO
05-00	CORTE	8100	CO
06-00	CORTE	8100	CO
06-00	CORTE	8100	CO
07-00	CORTE	8100	CO
03-00	GENEZ	8426	GE
05-00	GENOT	3200	GE
03-00	HELIX C	0430	HE
07-00	HELIX C	0430	HE
03-00	HELIX S	0544	HE
05-00	KIVE SE	0394	KIV
07-00	KIVE SE	0394	KIV
03-00	LIMAJS	1277	LI
03-00	LIMAJS	1277	LI
05-00	LONGP	0860	LO
03-00	LONGP	0860	LO

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Tais dados fazem jus aos dados que foram cadastrados previamente no MES, como já referenciado, exemplificado na Figura 42.

Figura 42 – Receitas de materiais.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

No secador os operadores farão o controle da entrada de cargas dentro da câmara, já despilhado, aqui está presente o milho em espiga, o papel do MES nesta parte do processo é assegurar que o produto esteja nas condições que o cliente solicita, desde controles de análises por hora, relatórios de umidade, até controle de altura de câmara, registros de tipos de secagem, fluxo de ar, tempo de amostragem.

Para esta atividade as IHM's ficam situadas em dois locais, tanto no prédio da secagem do material, quanto no laboratório, existem dados retirados em campo e existem dados laboratoriais.

Nesta parte do processo é necessário atentar-se, o MES pode auxiliar a entender dados como porque o material está demorando a secar na câmara. Caso as outras partes do processo tenham sido negligenciadas, como por exemplo, alta umidade ao entrar nas calandras, material com alta perda e processo indevido na despalha. Pode-se consultar também a temperatura e umidade ambiente daquele horário analisado. O MES é capaz de puxar todos esses dados da automação em tempo real e salvar no banco de dados daquele processo.

Neste passo ocorre a troca de número de processo, pois o número de controle de entrada para cada carga e caminhão já não tem sentido aqui, uma vez que cada câmara agora pode comportar até mais de um caminhão. Daqui pra frente terá-se outra numeração em cada câmara, sendo assim, os relatórios irão mudar o formato, porém ainda continuam identificando o

material, apenas com numeração diferente devido a forma de armazenagem ser outra nesta parte do processo como evidenciado na Figura 43.

Figura 43 – Acompanhamento de ordem.

Processo Recebimento	Contrato	Cliente	Número
713		03	
332		03	
425		03	
426		03	
421		03	
422		03	

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

4.4.1 Análise sobre o processo de secagem e análise de umidade

Neste ponto tem-se para o gestor:

- Resultados de umidade e temperatura do material da última análise por câmara, tendo o último valor atualizado já em mãos assim que este entra no sistema;
- Possibilidade de decisão de qual câmara deverá ser processada primeiro, ou seja, qual material irá ser o próximo a ser debulhado;
- Detalhes sobre a condição do material, desde a entrada na câmara de secagem até os detalhes finais da secagem, que pode levar de 3 a 4 dias;
- Dados sobre o gasto com secagem, a fim de evidenciar formas mais eficazes de secar o material, como por exemplo o uso de vapor e transferidores de calor, ao invés de gás GLP na secagem.
- Permite entender o clima atual para planejar a entrada das próximas cargas bem como as rotas internas e câmaras a serem utilizadas;
- Permite ao gestor de manutenção fazer um plano de intervenção condizente com a operação dos secadores, usualmente tem-se câmaras trabalhando e câmaras paradas para manutenção, se necessário. Como se trata de um processo sem interrupção deve-se sempre

proporcionar uma tomada de decisões inteligentes ao decidir quando se deve parar a linha sem interferir na produção;

- Gera dados sensíveis aos clientes, uma vez que pode-se ter aqui, assim como na despalha, dados que ajudem o cliente a entender como estão enviando o material, tendo estas condições em mãos pode-se analisar e ditar ao cliente soluções e sugestões inerentes ao material mesmo antes dele estar na UBS;

4.5 Processo de debulha e armazenagem

Nesta parte do processo é referenciado os itens “2.1.9. Debulha” e “2.1.10. Silos intermediários”, nesta parte o milho será debulhado e armazenado nos silos, o prédio da debulha em si funciona de forma simples, tem-se o material entrando, sendo debulhado, durante essa debulha tem-se uma balança de fluxo que mede quanto de material está saindo, daqui tem-se a coleta do sabugo para queima na caldeira, assim o material bom passa para os silos, ou seja, o milho propriamente dito.

Durante o processo, assim como na despalha e no secador também evidencia-se as análises de material, aqui o MES é focado nestas análises, sendo uma IHM dentro do laboratório apenas, os processos são simples, mas operados com cautela, pois aqui, antes dos silos é necessário ter a plena certeza de que o material vai ser armazenado na rota correta.

É inadmissível que o material se misture, logo existe um controle de qualidade rigoroso quanto à rotas e limpeza de maquinário. Este local sofre também com a grande presença de pó proveniente do processo da debulha, logo um dos motivos do MES estar situado dentro da sala do laboratório é que este esteja protegido de tal fator.

4.5.1 Análise sobre o processo de debulha e armazenagem

Neste ponto tem-se para o gestor:

- Fluxo de material e quantidade de rejeito por total de material processado, com relação ao grão e espiga;
- Análises feitas nesta parte do processo com os dados já filtrados e relacionados com os requisitos da atividade;
- Dados gerais sobre a qualidade do material;
- Endereço do silo e numeração que permite ao gestor determinar quais os próximos materiais a serem processados;

4.6 Torre de classificação e tratamento

Nesta parte do processo referenciam-se os itens “2.1.11. Classificação”, “2.1.12. Tratamento” e “2.1.13. Ensaque”.

Neste passo não foram obtidos dados de campo reais como nos outros itens, na Empresa A tem-se a implementação do sistema comissionada apenas até a fase de recebimento e estocagem nos silos intermediários até este momento, logo para a fase 2 englobando classificação, tratamento e ensaque serão tratados os possíveis aspectos deste projeto. A partir das observações feitas nas outras áreas pode-se concluir os dados passíveis de análise na torre e a partir da descrição do processo nos itens citados acima, ter-se conhecimento o bastante para entender quais são as possibilidades de implementação na atividade realizada no local.

4.6.1 Implementação na torre

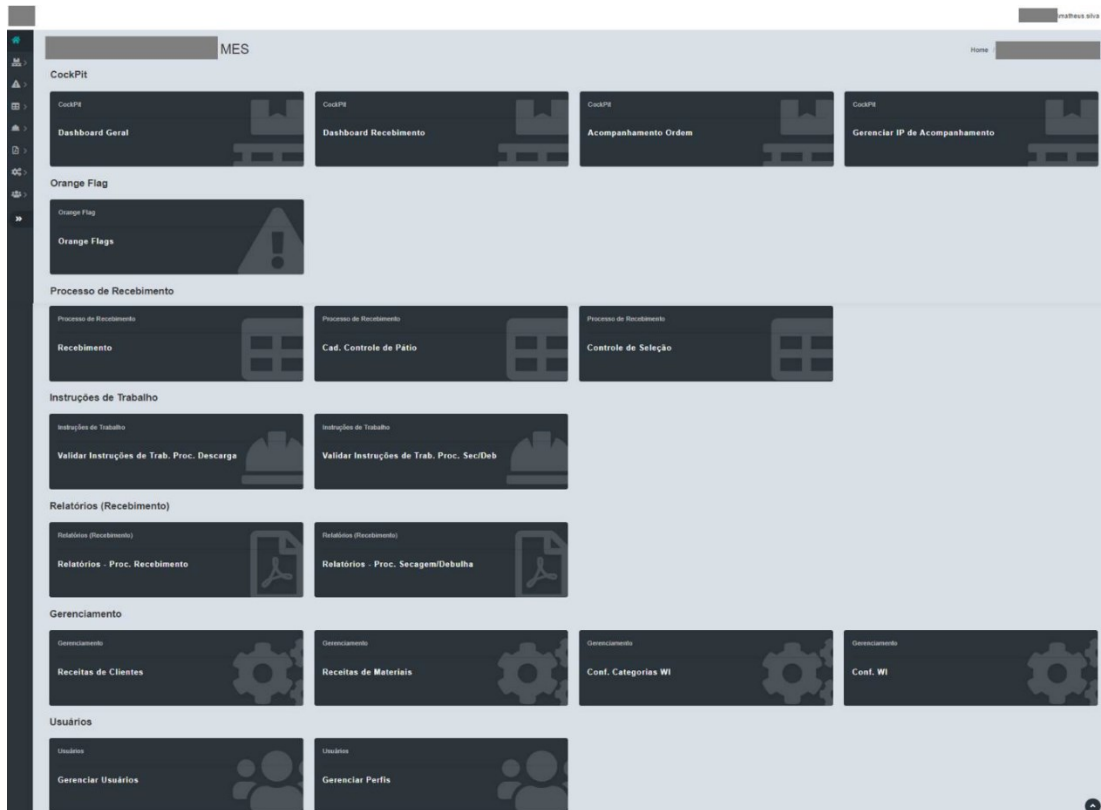
A partir deste ponto o milho está estocado em semente, o número de impurezas com o material está extremamente reduzido, espera-se que apenas os rejeitos do próprio sabugo ou mesmo o pé esteja nesta parte do processo, porém considerando as impurezas logo no início deste processo tem-se a pré-limpeza, para só então o material ser categorizado e tratado.

Dentro da torre de tratamento evidencia-se também outros sistemas de silos e moegas intermediários, onde está presente a estocagem e rotas do material, entre os processos de classificação e tratamento, trabalhando assim com várias opções de rotas.

Neste ponto é importantíssimo para o gestor entender os dados do processo, o que cada híbrido apresentou durante seu beneficiamento e o tempo que este está sujeito às condições de armazenagem.

O sistema MES possui uma interface geral de acesso que apresenta diferentes ferramentas que ajudam a avaliar cada passo do processo, por exemplo, o gestor neste ponto pode entrar no sistema e entender por meio dos dados presentes no sistema qual material pode ser processado com os insumos presentes na tratadeira, pode também compreender qual deve ser o prazo para entregar ao cliente aquela carga específica de tal silo, também tem-se a opção de saber se houve alguma alteração do material durante o processo ou algum “*orange flag*”(traduzido como bandeira laranja, é um termo utilizado para um item que necessita de atenção ou intervenção) que vá influenciar em sua decisão.

Figura 44 – Tela geral MES admin.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

A tela de *orange flag* no MES nos mostra situações de atenção encontradas no processo, como por exemplo, na Figura 45, alguns materiais registrados que ficaram com tempo excessivo de pátio, ou seja, ficaram esperando para serem processadas.

Não necessariamente isto será um problema, porém é um indicador de atenção, uma vez que definido um padrão de tempo pela empresa, essa carga deveria ter sido processada em menos tempo do que o ocorrido.

No caso de tempo de pátio, por exemplo, consegue-se entender que essa semente ficou muito tempo esperando, diga-se que o cliente precise entender porque tal lote do produto dele, mesmo depois de tratado, não obteve resultados satisfatórios em campo. Terá-se o controle destes produtos e pode-se repassar ao cliente que o tempo de espera desse produto, tanto o tempo de trânsito como o de pátio, poderiam ter sido otimizados à fim desse material não sofrer dano na sua capacidade de germinar.

Entender que o controle de qualidade é constituído por uma cadeia de requisitos é importantíssimo para este tipo de atividade.

Figura 45 – Orange flags.

Código	Número controle	Linha
Δ01_tempo_espera_silo	21805	LINH4_2
Δ01_tempo_espera_silo	20424	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	20420	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	20607	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	20602	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	20604	LINH4_3
Δ01_tempo_espera_silo	20600	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	19799	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	19792	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	19756	LINH4_1
Δ01_tempo_espera_silo	18091	LINH4_1
Δ01_tempo_espera_silo	18854	LINH4_4
Δ01_tempo_espera_silo	18759	LINH4_3

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Outra importante ferramenta do MES são as dashboards, elas são telas que possibilitam customizar com todos os dados do processo, diferente dos relatórios não precisa-se emitir para realizar a consulta, pode-se por exemplo colocar em uma tela na area de produção e mostrar em tempo real os dados.

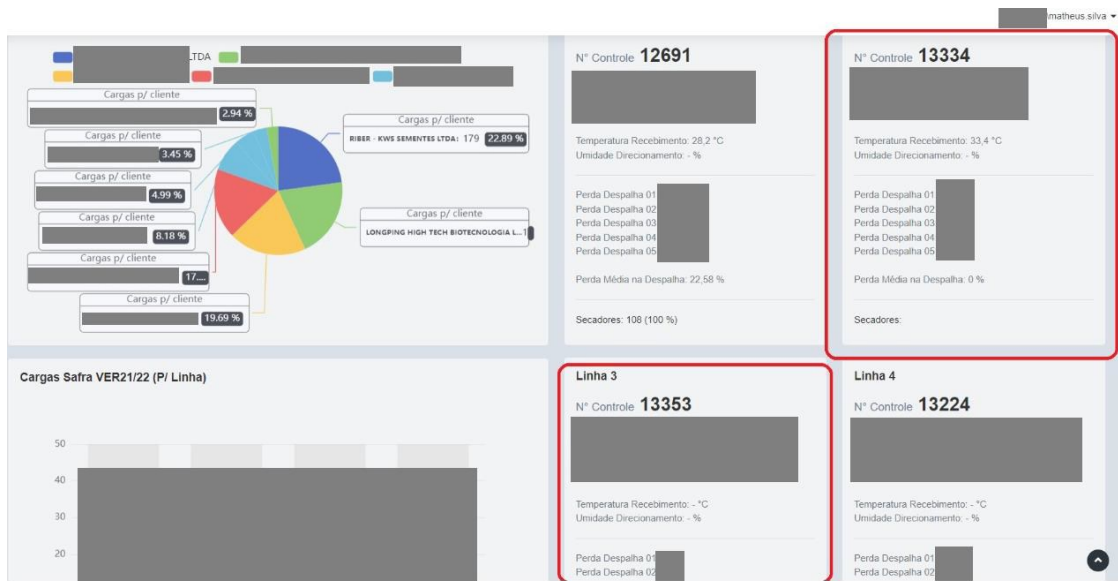
Na Figura 46 tem-se o exemplo da dashboard geral, que é uma das inúmeras possibilidades presentes dentro do sistema, nesta tem-se qual material está sendo processado em cada linha, sabe-se a porcentagem de qual cliente ocupa mais o pátio, sabe-se também o volume de cargas por cada linha.

Na torre pode-se utilizar o mesmo esquema, porém para cargas a serem processadas, material a serem classificados por silo, por cliente, fila de espera para cada híbrido, ou mesmo uma dashboard de manutenção, mostrando quais rotas não estão disponíveis, ou mesmo se é possível juntar mais de um lote de sementes para passar em uma mesma correia transportadora sem ter que realizar limpeza. Este último no caso de encontradas cargas de um mesmo híbrido de um mesmo cliente que chegou em diferentes horários e foi alocado em um silo à parte.

São inúmeras as possibilidades de dados dentro da torre, atentando-se apenas à entender quais dados podem ser mostrados nesta parte do processo e quem realmente poderá ver, no caso das dashboards deverá sempre ser questionado quem deve conhecer aqueles dados do processo, como mostrar esses dados e quais salas e quais departamentos consideram aquele material sensível a sua operação, logo pode-se criar uma dashboard para cada área, uma por linha, ou mesmo uma por cliente.

A dashboard por cliente, por exemplo, seria interessante pois este cliente teria acesso a todo processo do seu material rodando na planta, teria-se aqui um repasse de informações muito mais efetivo e com menos facilitadores necessários, permitindo-se focar no processo executado, enquanto a ferramenta do MES, com sua customização de regras já filtra todas estas informações de maneira ágil.

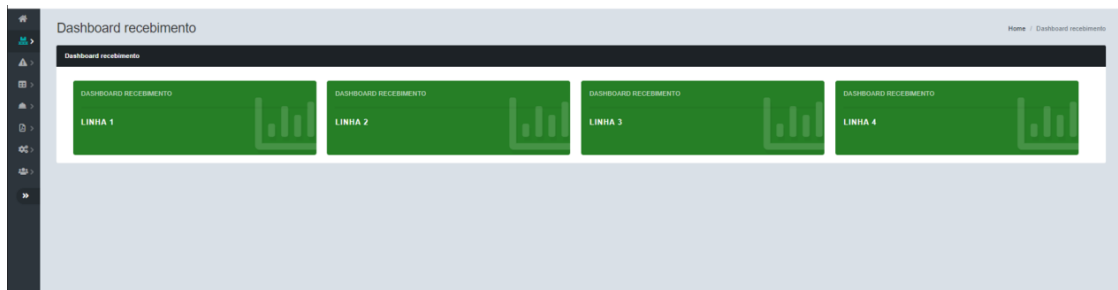
Figura 46 – Dashboard geral.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Tem-se dentro do próprio sistema um menu para acessar as diferentes dashboards, por ser customizável não se tem limite para as possibilidades.

Figura 47 – Menu com as dashboards do recebimento - opções.



Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

Outra ferramenta importante no processo são as instruções de trabalho, que consistem em tutoriais e apontamentos padrões da empresa aonde estão as tarefas a serem executadas em cada parte do processo, no caso do MES isto é útil em campo uma vez que cada tarefa realizada

já vem com sua instrução de trabalho realizada, facilitando a forma como o operador faz seu trabalho, ou mesmo sendo utilizado para treinar novos operadores no atividade, uma ferramenta a mais para aumentar ainda mais a qualidade do produto.

As instruções são editáveis e customizáveis e serão filtradas pela própria atividade, o operador da calandra verá a atividade descrevendo como pegar a temperatura da carga, por exemplo, outro operador da despalha, mais a frente do processo verá uma explicação de como realizar a amostragem e assim por diante, tornando o trabalho prático.

Figura 48 – Instruções de trabalho categorizadas.

Índice	Descrição		
1	Recebimento	✎	✖
2	Despaha	✎	✖
3	Secador	✎	✖
4	Debulha	✎	✖

Fonte: Registro local na Empresa (julho de 2022).

4.6.2 Análise sobre o processo de classificação e tratamento

Neste ponto é apresentado ao gestor:

- Dados sobre a classificação do material, material rejeitado, tipo da semente, formato e presença de agentes externos;
- Análise de plantabilidade, importante para entender como o material pode ser plantado e qual equipamento é condizente com tal operação, informando ao cliente como deve proceder no plantio;
- Dados sobre o tratamento, análise de insumos utilizados na calda, tempos relacionados ao tratamento e armazenagem final antes do ensaque;
- Dados sobre o ensaque, dados sobre embalagens, sacos preenchidos, peso, paletes fechados e dados gerais sobre o carregamento por lote tratado;

- Dados gerais sobre armazenagem, logística e quantidade de produto à pronta entrega. O cliente já poderá buscar, para de fato vender, utilizar em campo ou qualquer que seja seu objetivo com as sementes beneficiadas.

5 CONCLUSÕES

Fica evidente com estes estudos a grande quantidade de informações geradas sobre o controle do processo. A análise executada foi embasada no processo e a ênfase foi em como a tecnologia do sistema interage com o meio, sensores, lógicas de fluxo do processo e demais ferramentas disponíveis para obtenção de dados pelos colaboradores.

Iniciando o fluxo tem-se a discussão sobre a colheita do material, um componente que, mesmo alheio ao processo da beneficiadora de milho, consegue-se avaliar. Aqui já se nota a agilidade na obtenção dos dados, deste ponto em diante este apontamento passa a ser um indicador importante de qualidade, possibilitando o cálculo do tempo de ociosidade do material.

No recebimento de material na linha e separação do descarte já é possível também avaliar o quanto de material sujo chega, há aqui uma tomada de decisão que influencia não só as ações da UBS, mas também externamente toda cadeia de decisão do cliente. Ter estas informações em mãos é algo significativo, tanto em ponto de vista de produção quanto de manutenção, ou seja, o MES atende as diferentes áreas dentro da empresa.

Uma das ressalvas a se apresentar sobre o sistema é que neste tipo de atividade há um grande fluxo de pessoas em cada safra, o que caracteriza a falta de pessoas fixas nos cargos pois trabalham em modo ‘safrista’ ou seja, de safra em safra, sendo uma preocupação para a empresa. Neste escopo é requerido maior ênfase em preparação e treinamento, sendo isto uma das dificuldades durante o acompanhamento do projeto, uma vez que o sistema avaliado ainda não é totalmente automatizado necessita-se ainda de dados registrados por operadores em muitas etapas.

Um exemplo comum da dependência de entrada de dados é a despalha, onde tem-se o peso do material sendo aferido pelo operador e gravado pela plataforma, uma tomada de ação inteligente seria conectar esta balança ao sistema para que o operador apenas confirmasse aquela medida com o apertar de um botão ou lógica.

Nos primeiros dias de uso e treinamento, a troca de turnos e a aceitação das pessoas com a nova gama de tarefas se mostra um desafio, a maioria das pessoas já acostumadas com o fluxo tiveram dificuldades para popular o sistema com as informações. Aqui há um problema pois uma área necessita de outra para adquirir dados. O recebimento segue o fluxo inicial, seguido de despalha, secadores e assim por diante, se houver uma interrupção em uma área, aquele fluxo da informação é prejudicado.

Deve-se considerar a implementação de um sistema do tipo MES sempre aliado à presença do máximo de sensores possíveis aliados a um treinamento acessível a todos. Esta

questão deve ser um dos cerne da empresa, entender que o sistema visa melhorar o processo, a execução em si e jamais deve ser visto como uma tecnologia substituta à mão de obra, mas sim uma aliada a ela.

As análises deste projeto foram sintetizadas nos itens "4.2.1. Análise sobre a entrada de cargas no sistema", "4.3.1. Análise sobre a limpeza inicial e separação do material", "4.4.1. Análise sobre o processo de secagem e análise de umidade", "4.5.1. Análise sobre o processo de debulha e armazenagem", "4.6.1. Implementação na torre", "4.6.2. Análise sobre o processo de classificação e tratamento".

O foco das contribuições deste consiste de itens importantes para a atividade definidos com o acompanhamento em chão de fábrica. Destaca-se aqui primeiramente perdas minimizadas no transporte devido ao planejamento de rotas e colheita. Na separação inicial temos menor perda na despilha com um fluxo de dados mais rápido. Sendo este o fator que possibilita o gestor ver o efeito na configuração de rolos com muito mais clareza e agilidade.

Sobre a secagem do material é previsto menos ocorrências de falha no processo devido a erro humano, uma vez que as lógicas do sistema automatizam a tomada de decisões, na debulha e armazenagem acompanha-se o fluxo do material de forma ágil, evitando assim mistura e perdas de produto.

Nos demais processos de tratamento da torre e entrega de produto final há um controle mais robusto para o setor de controle de qualidade. O gestor aqui é munido de relatórios, *orange flags*, opções de visão do processo por dashboards, permitindo-se aqui a avaliação de todo fluxo do material até o processo de tratamento, dentro outros fatores.

Com as análises e pontos ressaltados neste trabalho conclui-se a versatilidade do sistema, bem como sua ampla possibilidade de customização. Deste ponto em diante, munidos de tais informações, cabe ao gestor e ao departamento de qualidade os papéis de intermediadores, entendendo-se a ferramenta, as necessidades e peculiaridades de seus colaboradores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, JUNICO. “Sistemas de Produção”. São Paulo: Bookman, 2008. SASHKIN, MARSHAL e KISER, KENNETH J. “Gestão da Qualidade Total na Prática.” Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6024: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6027: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6028: informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- BALLESTERO-ALVAREZ, MARIA ESMERALDA; “Gestão de qualidade, produção e operações.” São Paulo: Atlas, 2010.
- CAMPOS, V. F. “Gerenciamento da Rotina do trabalho do dia a dia” 9ª. Ed. Nova Lima: FALCONI Editora, 2013.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A., “Administração de Produção e Operações - Planejamento estratégico.” 3ª edição, São Paulo, editora Atlas, 2012.
- COUTINHO, THIAGO. “Ciclo PDCA e sua relação com o método DMAIC”, 2017. Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/ciclo-pdca> > Acesso em: 20 dez. 2022.
- EQUIPE TOTVS. “O que é ERP?”. Disponível em: < <https://www.totvs.com/blog/erp/o-que-e-erp/> > Acesso em: 13 jan. 2023.
- GRAN MILHO. “Safras anuais de milho”. Disponível em: < <https://granmilho.com.br/quantas-safras-de-milho-o-brasil-tem-por-ano/> > Acesso em: 18 jan. 2023.
- IBGE. Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1994.
- INDUCTIVE AUTOMATION. “What is SCADA?”. Disponível em: < <https://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-scada> > Acesso em: 15 jan. 2023.
- KRIECK, ROBERTO. “Gestão Informatizada da Manufatura e a Indústria 4.0”. Disponível em: < <https://www.revistaferramental.com.br/artigo/sistema-mes-o-que-e-como-funciona/> > Acesso em: 12 jan. 2023.
- MESA INTERNATIONAL, “The Benefits of MES: A Report from the Field”, White Paper Num 1, maio 1997.

NOMUS INDUSTRIAL. “Sistema MES: o que é, quais seus benefícios e como implantar na fábrica”, 2019. Disponível em: < <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/sistema-mes/>> Acesso em: 13 nov. 2022.

REVISTA FERRAMENTAL. “Sistema MES: O que é e como funciona?”, 2021. Disponível em: < <https://www.revistaferramental.com.br/artigo/sistema-mes-o-que-e-como-funciona/> > Acesso em: 12 nov. 2022.

SLC AGRÍCOLA. “Milho”. Disponível em: < <https://www.slcagrícola.com.br/produtos/milho/> > Acesso em: 22 dez. 2022.

VEDOIS TECNOLOGIA. “O que é e como funciona o MES (Manufacturing Execution Systems)”, 2020. Disponível em: < <https://vedois.com.br/site/o-que-e-e-como-funciona-o-mes-manufacturing-execution-systems/> > Acesso em: 13 nov. 2022.