

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE GOIÁS - CAMPUS ITUMBIARA
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**



ADRYELE CRISTINA DE MORAIS SANTOS

**ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UMA
FERRAMENTA MES – *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM*
EM LINHAS DE ENVASE DE UMA INDÚSTRIA DE
PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS**

**ITUMBIARA/GO
2023**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Adryele Cristina de Moraes Santos

Matrícula: 20171040100205

Título do Trabalho: Estudo sobre a implantação de ferramenta MES - *Manufacturing Execution System* em linhas de envase de uma indústria de processamento de óleos e gorduras.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

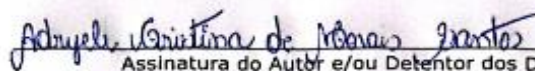
- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 12 / 12 / 23.
Local Data


Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

ADRYELE CRISTINA DE MORAIS SANTOS

**ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UMA
FERRAMENTA MES –*MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM*
EM LINHAS DE ENVASE DE UMA INDÚSTRIA DE
PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara.

Orientador: Prof. Me. Wellington do Prado.

ITUMBIARA/GO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237e Santos, Adryele Cristina de Moraes
Estudo sobre a implantação de uma ferramenta MES -
Manufacturing Execution System em linhas de envase de uma
indústria de processamento de óleos e gorduras. / Adryele
Cristina de Moraes Santos -- Itumbiara, 2023.
63p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia
de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2023.

Orientador: Prof. Me. Wellington do Prado.

1. Óleo - Indústria. 2. Manufacturing empresarial. 3.
Método de estudo de casos. I. Título. II. Prado, Wellington do.
III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás.

CDD 658.51

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecária: Rosiane Gonçalves de Lima CRB1/1684

Termo de aprovação

ADRYELE CRISTINA DE MORAIS SANTOS

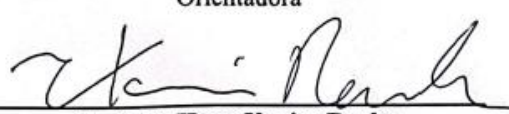
Estudo sobre a implantação de uma ferramenta MES-*manufacturing Execution System* em uma linha de envase de uma indústria de processamento de óleos e gorduras

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca avaliadora, parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Controle e Automação junto ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara.

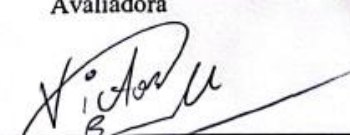
Aprovado em 06 de dezembro de 2023.



Prof. Me. WELLINGTON DO PRADO
IFG – Câmpus Itumbiara
Orientadora



Prof. Dr. Hugo Xavier Rocha
IFG – Câmpus Itumbiara
Avaliadora



Prof. Dr. Victor Régis Bernadeli,
IFG – Câmpus Itumbiara
Avaliador

Itumbiara/GO
2023

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia a minha mãe, meu pai e ao meu irmão, os quais sempre me apoiaram em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pois sem Ele nada seria possível. A minha mãe Ediley Maria, pelo apoio durante toda a minha jornada no curso, e principalmente pela paciência durante os períodos difíceis, me incentivando a não desistir. Ao meu pai Jovacir Carlos pelo suporte.

A minha avó Ana Maria e meu avó João Paulo (*in memorian*) que também sempre me apoiaram e cuidaram de mim, meu avô sempre um exemplo de ser humano.

Ao meu irmão Eduardo Moraes, por estar ao meu lado durante toda a vida.

Ao meu namorado Nicky Maylon, pelo apoio, paciência, pelo empréstimo de notebook durante trabalhos em que o meu não funcionava.

Aos meus familiares que sabem da minha luta, e sempre me apoiaram.

Aos meus colegas Pedro Henrique, Élyda, João Victor, Eduardo Moraes e entre outros, que estiveram comigo durante essa jornada ou parte dela, e que me incentivaram a continuar.

Agradeço a empresa por me proporcionar inúmeros aprendizados durante o período de estágio, aos meus gestores, aos meus colegas de trabalho, aos gerentes de fábrica e produção, ao supervisor de envase, e aos meus mentores dentro da empresa que tiveram um papel fundamental no meu desempenho profissional.

A todos colaboradores do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Itumbiara, foram muitos anos de aprendizado e conquistas, no qual, tive o prazer de fazer inúmeras amizades.

Ao corpo docente do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Itumbiara, que ajudaram no meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao coordenador de curso Hugo Rocha pelo apoio.

Ao professor Dr. Bruno Zambolini Vicente, pela ajuda em algumas correções, um excelente profissional do qual tive o prazer de ser aluna.

Ao meu orientador Me. Wellington do Prado pela orientação, correções até aos finais de semana e pela paciência.

*“Consagre ao Senhor tudo o que
você faz, e os seus planos serão
bem-sucedidos.*

Provérbios 16:3

RESUMO

Santos, Adryele Cristina de Moraes. “**Estudo sobre a implantação de uma ferramenta MES – *Manufacturing Execution System* em linhas de envase de uma indústria de processamento de óleos e gorduras**”. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia de Controle Automação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Itumbiara, 2023.

O presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre a implantação de uma ferramenta MES (*Manufacturing Execution System*) em uma indústria de processamento de óleos e gorduras. O projeto foi desenvolvido na cidade de Itumbiara, a fábrica já contava com CLP's (Controladores lógico-programáveis) em funcionamento, observou-se que haviam algumas informações perdidas durante o processo de envase, no qual impactavam diretamente nos indicadores da empresa. Com alguns estudos e *benchmarkings* realizados, decidiu-se então pela contratação de uma empresa especializada para implantação da ferramenta, na qual houve total participação de gestores, e supervisores das áreas, analistas de processos e time de *Smart Manufacturing* para a coleta de informações para compor as listas de requisitos de dados para a ferramenta. A equipe de projetos trabalhou para fornecer a infra-estrutura necessária para implantação, bem como configurações no CLP e inserção de TAGs via OPC Server. Através dessas configurações e com intuito de analisar os benefícios e mudanças geradas no setor de envase, este trabalho contribuiu demonstrando as melhorias no processos de produção através da coleta e análise de dados em tempo real, eliminação de planilhas eletrônicas e uso de papel, garantindo maior confiabilidade na tomada de decisões por parte de gestores comprovou-se a capacidade da aplicação desse tipo de ferramenta, evidenciando o potencial dessa linha de estudo.

Palavras-chave: MES, indústria, smart manufacturing, TAG, OPC Server, benchmarking.

ABSTRACT

Santos, Adryele Cristina de Moraes. “**Study on the implementation of a MES tool – Manufacturing Execution System on filling lines in an oil and fat processing industry**”. Course Completion Work (Bachelor's Degree in Automation Control Engineering) – Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás – IFG, Itumbiara, 2023.

This work presents a case study on the implementation of a MES (Manufacturing Execution System) tool in an oil and fat processing industry. The project was developed in the city of Itumbiara, the factory already had PLCs (programmable logic controllers) in operation, and it was observed that there was some information lost during the process. With some studies and benchmarking carried out, it was then decided to hire a specialized company to implement the tool, in which there was full participation of managers, area supervisors, process analysts and the Smart Manufacturing team to collect information to compose the lists of data requirements for the tool. The project team worked to provide the necessary infrastructure for implementation, as well as configurations in the PLC and insertion of TAGs in the OPC Server.

Through these configurations and with the aim of analyzing the benefits and changes generated in the packaging sector, this work contributed by demonstrating improvements in production processes through the collection and analysis of data in real time, elimination of electronic spreadsheets and use of paper, ensuring greater reliability in decision-making by managers, the ability to apply this type of tool was proven, highlighting the potential of this line of study.

Keywords: *MES, industry, smart manufacturing, TAG, OPC Server, benchmarking.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo e classificação dos indicadores de desempenho	25
Figura 2 - Mapa de tempos.....	27
Figura 3 - Ciclos de atividade de produção	31
Figura 5 - Degomagem do óleo bruto com água	37
Figura 6 - Neutralização do óleo degomado.....	39
Figura 7 - Branqueamento o óleo	41
Figura 8 - Dados de inventário de linhas.....	45
Figura 9 - Esquema de sensoriamento Linha 1	46
Figura 10 - Esquema de sensoriamento Linha 2	47
Figura 11 - Regras para coleta de dados.....	47
Figura 12 - Cadastro de usuários	49
Figura 13 - Agenda de turnos	51
Figura 14 - Motivos de paradas	52
Figura 15 - Cores de identificação de paradas.....	53
Figura 16 - Exemplo de lançamento na ferramenta.....	53
Figura 17 - Gráfico de quantidade de paradas não justificadas Linha 1	55
Figura 18 - Gráfico de paradas não justificadas Linha 2.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MES	<i>Manufacturing Execution System</i> (Sistema de Execução de Manufatura)
PLC	<i>Programmable Logic Controllers</i> (Controladores Lógico Programáveis)
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i> (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Planejamento de Recursos Empresariais)
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficácia Global do Equipamento)
IOT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
ISA	<i>Internal Society of Automation</i> (Sociedade Internacional de Automação)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização)
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> (Sistemas de Controle Supervisório e Aquisição de Dados)
IHM	Interface Homem Máquina
OPC	<i>Open Platform Communication</i> (Comunicação de Plataforma Aberta)
IT	<i>Information Technology</i> (Tecnologia da Informação)
LPP	Lição Ponto a Ponto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	13
INTRODUÇÃO	13
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	15
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
CAPÍTULO 2.....	18
HISTÓRIA DA EMPRESA.....	18
2.1 HISTÓRICO	18
CAPÍTULO 3.....	21
INDÚSTRIA 4.0 E IoT.....	21
3.1 HISTÓRICO	21
3.2 A INDÚSTRIA 4.0.....	21
3.2 MANUFATURA INTELIGENTE	22
CAPÍTULO 4.....	23
MEDIDORES DE DESEMPENHO NAS INDÚSTRIAS.....	23
4.1 DEFINIÇÃO	23
4.2 HISTÓRICO E CONCEITOS	23
4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS MEDIDORES DE DESEMPENHO	24
4.4 INDICADORES DE QUALIDADE.....	25
4.5 OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	26
CAPÍTULO 5.....	30
NORMAS PARA APLICAÇÃO DE FERRAMENTA MES (Manufacturing Execution System)	30
5.1 ISA (<i>INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION</i>).....	30
5.2 HISTÓRICO E DEFINIÇÃO	33
CAPÍTULO 6.....	35
PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS.....	35
6.1 OBTENÇÃO DE ÓLEOS POR PRENSAGEM MECÂNICA	35
6.2 OBTENÇÃO DE ÓLEOS POR EXTRAÇÃO À SOLVENTE.....	35
6.3 PROCESSO DE REFINAÇÃO	36
6.3.1 DEGOMAGEM	36
6.3.2 NEUTRALIZAÇÃO.....	37
6.3.3 DESODORIZAÇÃO	39
6.3.4 CLARIFICAÇÃO OU BRANQUEAMENTO.....	39
6.4 PROCESSO DE HIDROGENAÇÃO	41

6.5 PROCESSOS ALTERNATIVOS A HIDROGENAÇÃO	42
6.5.1 PROCESSOS ALTERNATIVOS A HIDROGENAÇÃO	42
6.5.2 INTERESTERIFICAÇÃO	42
6.6 ENVASE	43
CAPÍTULO 7.....	44
IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA MES	44
7.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	44
7.2 CADASTROS	48
7.3 CADASTROS INICIAIS	48
7.4 CADASTROS DE RECURSOS	48
7.5 CADASTROS DE USUÁRIOS	49
7.6 AGENDA DE TURNOS.....	51
7.7 METAS.....	51
7.8 SKU's	51
7.9 LISTA DE PARADAS	52
7.10 TREINAMENTOS	54
CAPÍTULO 8.....	55
RESULTADOS	55
CAPÍTULO 9.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
REFERÊNCIAS	59
ANEXOS	62
Anexo A – Dados de inventário de linhas.....	62

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil tem se destacado na produção de óleo de soja, que também é o principal óleo vegetal consumido no país. A safra do óleo de soja teve um alcance de cerca de 120 milhões de toneladas no início de 2020, porém, devido a pandemia de COVID-19 vieram diversos reflexos, onde houve um aumento do valor do produto no mercado interno (O mercado de óleos comestíveis, EDITORA STILO, 2021).

Os óleos vegetais desempenham um papel crucial entre os derivados agrícolas mais significativos. Dependendo do processo de obtenção, esses óleos podem ser classificados como brutos que são destinados a usos industriais, ou refinados que são amplamente empregados na alimentação humana. Além disso, eles fornecem gorduras solidificadas que têm ampla aplicação na indústria alimentícia. As principais fontes globais de matérias-primas para óleos vegetais incluem amendoim, azeitona (azeite de oliva), caroço de algodão, coco, colza (óleo de canola), girassol, palma (azeite de dendê), palmiste e soja. Segundo o *United States Department of Agriculture* (USDA), os óleos de palma ou azeite de dendê, soja, colza ou canola e girassol, em ordem de importância, representarão 87,7% da produção mundial na temporada 2022/23 (ZEFERINO, M; RAMOS, S. de F, 2023).

Com o aumento da demanda, mantendo o mercado cada vez mais desafiador, os avanços da indústria 4.0, também chamada de 4ª revolução industrial, está mais presente na realidade das indústrias brasileiras. Esses desafios também geram empregos nas áreas de tecnologias, aumentam a competitividade e isso acaba exigindo que as organizações se adaptem rapidamente e invistam em ferramentas e tecnologias para enfrentarem esses novos desafios, tendo como consequência o aumento as oportunidades de crescimento.

Diante desses fatos, os avanços tecnológicos contribuem para que as indústrias se adaptem as novas tendências de mercado para atenderem os seus consumidores, que estão cada vez mais exigentes na busca de qualidade e melhores preços de mercado. Para que isso ocorra, é necessário investir em técnicas e ferramentas para reduzir custos e aumentar a produtividade através de melhoria contínua e otimização de processos.

Segundo Slack et al., (2009), o desempenho de uma empresa está relacionado ao gerenciamento de seus recursos. Portanto, se houver essa integração de controle de sistema, também terá melhores resultados na produção. O desempenho do processo é medido através de indicadores, que são disponibilizados através de softwares e ferramentas que fazem o apontamento de alterações ou paradas não programadas, que afetam a produtividade e também a qualidade de produtos. A utilização dos dados coletados são de extrema importância na tomada de decisão por parte de gestores do processo, bem como na manutenção de equipamentos que apresentem falhas constantes com a mesma duração, com as informações em qualquer momento usando as ferramentas de monitoramento remoto torna-se o mercado mais competitivo.

Para que os gestores das empresas consigam as informações sobre produtividade com agilidade, precisão de dados e praticidade, é imprescindível a implantação de um sistema capaz de realizar o gerenciamento das informações e atualizá-las em tempo real.

Na empresa em questão, os relatórios de processo produtivo e lançamentos de paradas não programadas são preenchidos manualmente. Embora exista um sistema de monitoramento, o mesmo não apresenta todas as informações necessárias, além de não ser totalmente automatizado, no que diz respeito ao seu uso, pois, é necessário monitorar por tags de equipamentos selecionando-os através de *software*, o que faz com que os gestores percam muito tempo na análise para tomada de decisões.

Dessa forma, para que se tenha um controle de produção mais eficiente, torna-se necessária a presença de um sistema de informações e indicadores que estejam alinhados com a realidade da indústria, e que seja de fácil entendimento dos gestores, para que a empresa atinja excelentes resultados (RAMOS; BITENCOURT, 2017). Nessas linhas de envase, o sistema MES - *Manufacturing Execution System* pode oferecer apoio no controle de execução da manufatura (VARGAS; SELLITTO, 2016), e se for integrado ao sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) pode preencher lacunas nos demais recursos e práticas da manufatura, contribuindo ainda mais para o gerenciamento fabril e melhoria contínua com foco em resultados (NEVES, 2011; MATSUBARA, 2015).

O monitoramento de indicadores é fundamental para as indústrias, ele auxilia na tomada de decisões mais estratégicas e assertivas, e é considerado como um diferencial competitivo. A partir disto, a motivação para o presente trabalho surgiu da importância da utilização de um sistema de gestão para acompanhar os resultados das linhas de envase de uma indústria de óleos e gorduras, com o intuito de fornecer informações sobre a

produção em tempo real do OEE - *Overall Equipment Effectiveness* que é uma ferramenta muito utilizada para análise de equipamentos.

Com base no cenário descrito, o presente trabalho tem como objetivo detalhar o processo de implantação de um sistema MES em linhas de envase de óleos e gorduras, e com base nos resultados obtidos através da análise dos resultados de produção mensurar o OEE antes e depois da utilização do software. A importância da sua utilização se justifica por meio do reconhecimento de que monitorar esses indicadores é fundamental na tomada de decisões mais estratégicas e assertivas pela gerência.

Contudo, não se trata apenas do monitoramento de indicadores, mas também de quais ações serão tomadas a partir das informações obtidas pela ferramenta. Dessa forma, a implementação desse tipo de *software* torna-se uma excelente opção quando se trata de equilibrar, monitorar e automatizar aspectos importantes como qualidade dos produtos e produtividade.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho tem como objetivo geral descrever as etapas de um processo de implantação de um sistema de gestão online em linhas de envase de uma indústria de óleos e gorduras, observando sua funcionalidade, e comparando-as entre antes e depois de sua utilização. Durante a aplicação dessa ferramenta, será possível a inclusão de uma fase de testes e treinamentos que serão realizados por alguns funcionários da organização.

- Com a implantação dessa ferramenta, planeja-se descrever o processo de implantação de um sistema de gestão online em linhas de envase de uma indústria de óleos e gorduras;
- Levantar os principais conceitos com base na bibliografia dos sistemas MES;
- Treinar operadores e gestores de produção quanto ao uso e acompanhamento dos resultados obtidos;
- Validar os resultados obtidos com o *software*;
- Criar *dashboards* para auxiliar na visualização dos resultados;
- Realizar uma comparação da eficiência global das máquinas com um antes e depois da implantação do sistema de gestão.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado conforme descrito abaixo:

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – História da empresa
- Capítulo 3 – Indústria 4.0 e *IoT*
- Capítulo 4 – Medidores de desempenho nas indústrias
- Capítulo 5 – Ferramenta MES (*Manufacturing Execution System*)
- Capítulo 6 – Descrição do processo
- Capítulo 7 – Implantação da ferramenta
- Capítulo 8 – Resultados
- Capítulo 9 – Considerações Finais e Sugestões para Trabalhos Futuros
- Referências Bibliográficas

O **Capítulo 2** refere-se ao histórico da empresa na qual ocorre o estudo da implantação da ferramenta, desde a sua fundação até os novos negócios para continuar atendendo ao mercado.

O **Capítulo 3** introduz os aspectos gerais sobre indústria 4.0, Internet das coisas e seus avanços tecnológicos, nesse tópico também são abordados aspectos sobre *Smart Manufacturing* que é uma área que está cada vez mais crescente nas indústrias, realizando estudos e implantando ferramentas para contribuir nas tomadas de decisões através de análise de dados em tempo real e manter o mercado cada vez mais competitivo.

O **Capítulo 4** aborda os conceitos dos medidores de desempenho nas indústrias, suas classificações, sua importância para a gestão de produção e a sua evolução ao longo do tempo.

O **Capítulo 5** apresenta as normas da ISA (*International Society of Automation*), quando foi fundada e relata a ISA95, que regulamenta sobre a implantação de ferramentas MES e integração de sistemas de automação e controle em operações de manufatura e processos, e incluem padronização de terminologias, integração e modelagem de sistemas e melhorias na eficiência operacional.

O **Capítulo 6** descreve as etapas de processamento de óleos e gorduras em uma indústria desde a extração até a etapa de envase, que é o foco do estudo da implantação da ferramenta.

O **Capítulo 7** relata cada etapa para unir dados necessários para o funcionamento da ferramenta, os estudos realizados antes da implantação, os cadastros de recursos e usuários, as modificações e adequações realizadas junto ao time do projeto.

O **Capítulo 8** descreve os resultados obtidos após a implantação da ferramenta até o momento em que esse relatório foi realizado.

O **Capítulo 9** apresenta as considerações finais sobre o trabalho e sugestões de trabalhos futuros, com algumas adequações para otimização das ferramentas.

CAPÍTULO 2

HISTÓRIA DA EMPRESA

2.1 HISTÓRICO

Em 1865 William Wallace (W. W.) torna-se o proprietário de um armazém de grãos na cidade de Conover, estado de Iowa, no final da linha férrea de McGregor & Western. Por volta de 1870 W. W. a indústria fixa seus negócios na cidade de Albert Lea, no Minnesota, aproveitando a expansão ferroviária que acontece no sul do estado. Em 1870 o fundador W. W. fixa seus negócios na cidade de Albert Lea, no Minnesota, aproveitando a expansão ferroviária que acontece no sul do estado.

Em 1912, após a morte de W. W. em 1909, John MacMillan seu genro assume a liderança da empresa de seu sogro. Transferida para Minneapolis, no Minnesota, a empresa consolida suas operações com um novo nome. No ano de 1930 a empresa incorpora e assume seu nome atual. A corporação começa a focar sua atenção na expansão global, estabelecendo pequenos escritórios em Winnipeg, no Canadá, Rotterdam, na Holanda e em Buenos Aires, na Argentina. Este último seria fechado alguns anos depois devido à Segunda guerra mundial. Em 1945 Após a Segunda guerra mundial, a companhia se diversifica, crescendo no setor de rações com a aquisição da Nutrena Mills, e também compra nessa época uma fábrica de processamento de farinha e óleo de soja.

Após transferir suas operações para a cidade de La Crosse, no estado do Wisconsin, em 1875, a empresa começou a expandir seus negócios, passando a negociar commodities como carvão, farinha, rações, lenha e sementes, além de investir em ferrovias, terras, irrigação de plantações e propriedades rurais. Uma década depois, a empresa passa a controlar mais de 100 instalações de armazenamento de grãos nos estados do Minnesota, Dakota do Sul e Dakota do Norte, e agora possui uma capacidade de armazenamento total para 1.6 milhões de alqueires. Durante a Primeira Guerra Mundial os preços dos grãos dispararam e a empresa se beneficiou deste momento para obter lucros altíssimos. Em 1923, a organização comprou a Taylor & Bournique, uma empresa

de promoção de grãos com escritórios na costa leste do país e um sistema próprio de comunicação por fios. A aquisição da nova tecnologia deu à companhia uma importante vantagem competitiva. Em 1929 surgiu o departamento de exportações, dando início à comercialização de grãos no exterior, onde o preço final já incluía financiamento, embarque e carregamento. A criação deste departamento foi seguida da inauguração de pequenos escritórios em Winnipeg, no Canadá, Rotterdam, na Holanda e em Buenos Aires, na Argentina. Em meados da década de 1930, a empresa, já sob o comando de John MacMillan Jr., começou a vender grãos manufaturados. Foi também nesta época que a empresa adquiriu seus primeiros navios próprios para o transporte de grãos. Nas décadas seguintes a empresa cresceu através de inúmeras aquisições, além de ingressar em outros segmentos de mercado, como por exemplo, o comércio de café na década de 1980; e no processamento de carne suína e de peru. Com isso, o portfólio de produtos e serviços aumentou significativamente. Além de grãos, rações, sementes, óleos e milho, os negócios passam a abranger produtos químicos, cacau, café, algodão, ovos, fertilizante, serviços financeiros, farinha, sucos, malte, carne, melaço, amendoim, petróleo, porcos, aves, borracha, sal, aço, perus e lã. A companhia criou a Mosaic em 2004, uma das maiores produtoras mundiais de fertilizantes, expandindo ainda mais suas atividades. Pouco depois, em 2008, apresentou o produto Truvia™, um adoçante natural atraente e sem calorias feito a partir da rebiana, que é a parte mais saborosa da folha de estêvia. Em 2011 a empresa inaugurou dois dos centros mais avançados de tecnologia e inovação na área de alimentos, localizados em Wichita (Kansas) e Campinas (São Paulo). Além disso, expandiu significativamente seu negócio global de nutrição animal com a aquisição da empresa holandesa Provimi, adicionando premixes e aditivos ao seu portfólio de produtos.

Considerada a maior empresa de capital fechado dos Estados Unidos em relação ao faturamento, tem operações que vão da venda de milho e trigo à contratação de navios cargueiros e estruturação de complexos derivativos para fundos de hedge. Sua lista de clientes vai desde as redes de *fastfoods* conhecidas mundialmente até o ministério da agricultura do Egito. Além disso, desenvolvendo rações para animais e soluções de nutrição personalizadas, a empresa está presente na vida de mais de 500 milhões de pessoas todos os anos. Com mais de 1.950 patentes no mundo inteiro, a empresa está sempre apresentando inovações e soluções criativas para a alimentação e a agricultura. Hoje em dia, apesar de atuar sobre um grande leque de atividades (de matadouros de suínos nos Estados Unidos à exportação de produtos agrícolas para a China e o

beneficiamento de algodão na África), a principal área de atuação da empresa é o comércio internacional de grãos. Em mais de 150 anos de história, a empresa acompanhou o desenvolvimento do mundo criando novos mercados e ajudando os mercados existentes a funcionar melhor, promovendo inovações que alimentam pessoas em todo o mundo.

Em 2005 instalou-se uma unidade da fábrica em Itumbiara, para processamento de óleos e gorduras a fim de continuar atendendo o mercado, visando uma distribuição estratégica de localidade.

CAPÍTULO 3

INDÚSTRIA 4.0 E IoT

3.1 HISTÓRICO

Os avanços tecnológicos das últimas décadas permitiram a introdução de conceitos de Internet das Coisas (*IoT*) em diversos cenários de aplicação industrial, trazendo a chamada Indústria 4.0, também chamada de 4ª Revolução Industrial. Essa revolução tem como objetivo de modernizar a gestão da indústria e os seus processos envolvidos utilizando ferramentas digitais, trazendo assim, o aumentando da produtividade com o uso das tecnologias de manufatura, por meio da coleta e análise de dados.

Segundo Coutinho (2017), a internet das coisas deve ocorrer em ondas sucessivas de sensorização ou de distribuição em objetos, equipamentos, bens de consumo e, no limite, pessoas, que estarão enfim equipadas com um pequeno chip emissor de radiofrequência e de identidade, ou com pequeno sistema que, além de emitir identidade, localização etc., será capaz de acumular e processar dados ou de realizar pequenas operações micro eletromecânicas.

O cenário das indústrias de hoje está mudando em uma taxa de grande proporção, as primeiras mudanças fundamentais nos modos de produção e comunicação que antecedem a esta, seguiram um índice mais vagaroso do que o contexto atual vivenciado.

3.2 A INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 traz consigo uma série de tecnologias avançadas como: Inteligência artificial, automação, robótica, internet das coisas e computação em nuvem, que são ferramentas que estão mudando as formas de produção e os modelos de negócios em todo o mundo.

A crescente utilização dessas tecnologias está mudando, os modelos de produção, a automação, troca de dados, os modelos de negócios, e principalmente a análise de dados por meio do uso de máquinas e computadores. Quando se fala em Indústria 4.0 pensamos na era da digitalização, onde tudo é digital desde os modelos de negócios, ambientes, sistemas de produção, máquinas, produtos e serviços; onde tudo é interligado dentro de um cenário digital com uma representação virtual correspondente. Fluxos de produção

são mapeados para plataformas digitais de forma contínua, trazendo a ideia de “gêmeo virtual”, onde é possível criar uma simulação virtual idêntica a real para tratar dados e levar melhorias e um processo industrial. Essas ferramentas permitem que haja um nível mais alto de automação, levando muitos sistemas e *softwares* a realizar comunicações de fábrica com as informações mais recentes, inclusive de monitoramento de forma remota, exigindo que as indústrias individualizem a produção, criando redes focadas unicamente na produção, automatizando inclusive partes de planejamento e pedidos. Em suma, neste novo paradigma de processo industrial tudo é inteligente (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).

3.2 MANUFATURA INTELIGENTE

A Manufatura Inteligente (*Smart Manufacturing*) é a base principal dos avanços da Indústria 4.0 no mundo moderno. Historicamente, a manufatura inteligente foi inicialmente estudada como uma parte para iniciar a introdução da Internet das Coisas nas indústrias, e com o passar dos tempos tornou-se uma parte fundamental da Indústria 4.0. Também, na mesma medida surgem diversos outros modelos relacionados, como a manufatura em nuvem, e manufatura proativa que faz uma introdução de computação em nuvem social rede e big data, respectivamente (Yao et al., 2019).

As transformações tecnológicas que estão acontecendo nas indústrias são conhecidas principalmente por avanços na comunicação, nas redes e na automação. Além das transformações mencionadas, destaca-se também a área de tecnologia da informação, que devem trabalhar junto com os demais departamentos para que se contrua a ideia de “fábrica inteligente”. Dessas reorganizações industriais, surgem profissões como analistas de dados e analistas de informações, tendo em vista que diversos outros departamentos precisam da rapidez desses dados para tomada de decisões em um ambiente estratégico.

CAPÍTULO 4

MEDIDORES DE DESEMPENHO NAS INDÚSTRIAS

4.1 DEFINIÇÃO

Uma das várias definições de indicador de desempenho afirma que eles são métricas que quantificam a eficácia ou eficiência de um processo de acordo com os objetivos organizacionais do negócio (NEELY, 1996). Os indicadores de desempenho são fundamentais para a gestão de uma empresa, trazendo grandes resultados focados em melhoria contínua para o negócio em todos os pilares e também operam como meios de comunicação nesse sentido, quando a gestão tem acesso as informações em tempo real podem traçar planos de ações que permitem monitorar perdas de performance e desempenho.

4.2 HISTÓRICO E CONCEITOS

Os medidores de desempenho são usados desde o século passado nas indústrias automobilísticas (NEELY, 1999). Naquela época não havia o nível de complexidade e de tecnologias que existem atualmente, onde as análises eram feitas com base somente em informações financeiras, e com o passar dos tempos percebeu-se que para competitividade da empresa esses dados eram insuficientes (JOHNSON, 1990).

Com o aumento da competitividade no mercado os indicadores de desempenho se tornaram uma ferramenta de grande impacto para as organizações, colaborando para a entrega de seus produtos ou serviços com qualidade, tempo hábil e satisfazendo os índices de custos. Existem diversos motivos para que as indústrias invistam em sistemas robustos de medição de produtividade e custos, logo, pode-se citar que eles permitem o monitoramento das operações da empresa; rastreabilidade de produção; criar e adaptar estratégias; controlar o planejamento; descobrir problemas graves; estabelecer prioridades e verificar se a missão da empresa está sendo alcançada (HOLANDA, 2007). Esses sistemas de monitoramento permitem que haja um acompanhamento durante a produção, e para que sejam implementados é preciso que os envolvidos sejam receptivos as mudanças e as atualizações, para que não haja desperdício de recursos e tradução de soluções erradas dentro do processo. Uma característica fundamental para a composição

de um indicador é que este não pode ser implementado sem uma estruturação lógica bem definida, existem cálculos que devem ser claros e objetivos para que não dê margens à mútuas interpretações (PALADINI,2005).

Existem elementos que são muito importantes para sua construção, eles devem possuir unidade, que é a quantidade específica de determinada grandeza física usada como padrão para as demais, também deve haver uma equação matemática explicando como os valores são obtidos, chamada de fórmula. Há também a meta, que são pontos ou valores a serem alcançados nos momentos que os indicadores são calculados e são elementos importantes na gestão de uma empresa, visto que gerenciar consiste em propor ações que possam atingir essas metas. A frequência também é importante, ela dá clareza em relação ao intervalo de tempo que aquele indicador está sendo medido. Também é importante o resultado, que é o valor numérico do indicador em determinado momento e por fim, a série histórica que mostra o conjunto de resultados ao longo do tempo (DIAS, 2008).

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS MEDIDORES DE DESEMPENHO

Dentro das organizações os indicadores podem ser separados de acordo com suas classificações para facilitar a sua gestão. Nessa metodologia, existem três níveis de indicadores: estratégicos, táticos e operacionais (MARTINS e NETO 1998).

Os indicadores estratégicos são diretamente ligados ao planejamento estratégico da empresa e retratam o que se espera para o futuro da empresa. Desse modo, remetem à missão e à visão do negócio. Quando esses são definidos, baseia-se em análises do cenário da empresa, sua capacidade de inovação e entre outros.

Já os indicadores táticos estão ligados a visão de médio prazo da organização, o seu planejamento ocorre a partir de ações que devem ser realizadas no prazo menor do que 5 anos. A partir do momento em que as metas dos indicadores vão sendo atingidas, torna-se maiores as chances de se atingir os objetivos estratégicos da organização.

Os indicadores operacionais estão relacionados aos processos operações da empresa. Esses indicadores ligados ao dia a dia dos colaboradores da organização, e mostram como eles contribuem no atingimento das metas com seu trabalho (MARTINS e NETO 1998). Na figura 1 é possível ver o modelo e classificação desses medidores de desempenho.

Figura 1 - Modelo e classificação dos indicadores de desempenho



Fonte: MARTINS e COSTA NETO (1998).

4.4 INDICADORES DE QUALIDADE

A qualidade pode ser definida como sendo o nível de satisfação de um cliente com um determinado produto (CAMPOS,1999). A evolução da sociedade e da tecnologia fazem com que ocorram mudanças no que os consumidores consideram como ótimo. Mesmo passando por diversas mudanças em seu conceito com o passar do tempo, se tem como principal objetivo o foco em atender as necessidades de clientes, dessa forma, a satisfação do consumidor está fortemente ligada com a qualidade.

Quando uma empresa foca em reduzir os fatores que desagradam os consumidores, ela está agindo defensivamente, enquanto que o modo ofensivo se traduz em antecipar as exigências dos clientes e assimilar essas informações nos novos produtos desenvolvidos (FALCONI ,1989).

Os sistemas de gestão das empresas permitem que se gerencie todas as etapas dos seus processos, na qualidade, esses sistemas regem procedimentos operacionais, recursos, responsabilidades e garantem que os colaboradores estejam comprometidos para alcançar resultados excelentes (OLIVERA, 2013). Porém, o processo de desenvolvimento e

implementação de um sistema de gestão pode não ser simples para muitas empresas, então, para colaborar com as empresas foram estabelecidas normas de gestão da qualidade, com base na *International Organization for Standardization* (ISO), uma organização fundada em meados do século passado, a ISO promove a normatização de empresas e produtos para manter a qualidade permanente.

A série de normas que envolve os sistemas de gestão utilizados pelas organizações foi publicada em 1987, a chamada de ISO 9000, detalha sobre as orientações de gestão da qualidade suportando os sistemas dos negócios. A primeira delas trata de uma introdução sobre os fundamentos do sistema de gerenciamento da qualidade e especificações. Já a Norma NBR ISO 9000:2015 tem como base princípios que, podem contribuir para que as organizações alcancem níveis cada vez mais altos de eficiência e eficácia. O primeiro princípio baseia-se no foco ao cliente, que recomenda-se que as organizações do consumidor, seus requisitos e que procurem superar as suas expectativas. Já o segundo princípio é o de liderança, pois são os líderes que estabelecem o propósito e estimulem que as pessoas sejam cada vez mais engajadas para atingirem os objetivos traçados.

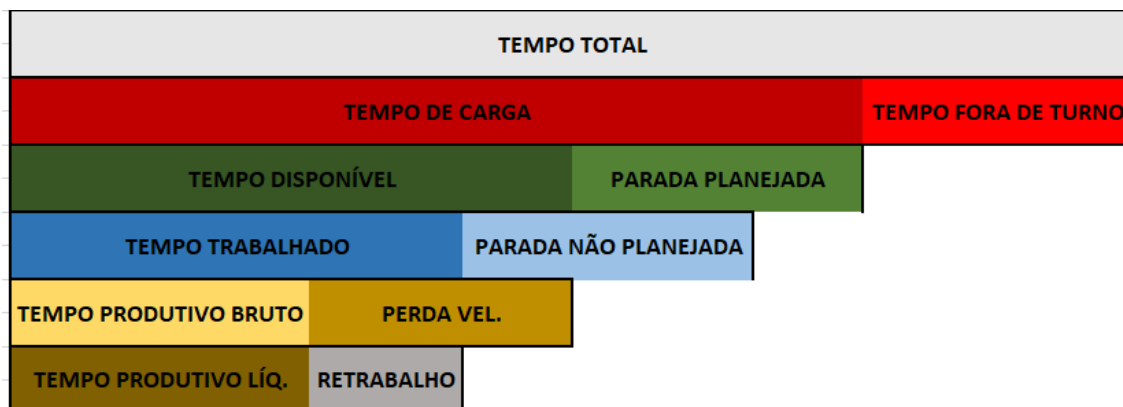
4.5 OEE (Overall Equipment Effectiveness)

O OEE é uma ferramenta muito utilizada no setor de manufatura, os seus indicadores permitem que haja maximização da eficiência dos equipamentos. O OEE foi introduzido por Seiichi Nakajima, que também foi um dos criadores da *TPM (Total Productive Maintenance)*, que é usada para avaliar a performance de um equipamento.

Com o OEE é possível ver quanto tempo um equipamento produziu em relação ao tempo disponível, e desse tempo que produziu, quão rápido foi esse tempo em produção. E também dos itens que foram produzidos quantos atenderam as especificações do cliente. Logo esse indicador não mostra apenas a quantidade de perdas de um processo, mostra também onde estão essas perdas, facilitando para a gestão na tomada de decisão durante um processo.

A seguir na figura 2 é apresentado um mapa de como o tempo é utilizado pelo equipamento dentro da empresa em questão:

Figura 2 - Mapa de tempos



Fonte: Autor

Tempo Total – Como o próprio nome diz, é o total de tempo cheio 24 horas por dia, 365 dias por anos.

Tempo Fora de Turno - É o tempo em que a fábrica não está funcionando. Exemplos: Finais de semana, entressafas, ou quando a empresa só trabalha em alguns turnos.

Tempo de Carga - É o **Tempo Total** menos o **Tempo Fora de Turno**. Sendo o tempo máximo de utilização do equipamento para produção.

Tempo Disponível – Tempo total disponível para produzir, desconta-se as paradas planejadas.

Parada não planejada - É o tempo em que a equipe de processo não pode utilizar o equipamento por razões alheias às suas responsabilidades. Exemplo: Equipamento parado por não haver demanda ou para realização de testes ou adequações de engenharia.

Tempo Trabalhado - É o **Tempo Operacional** menos **Parada não Planejada**, tempo que a máquina está disponível para a equipe produzir, essa equipe é responsável por este tempo. Este é o tempo base utilizado para cálculo do OEE.

Tempo Produtivo Bruto - É quando está havendo produção no equipamento, independentemente de sua qualidade, podendo ser peça boa ou ruim, o que se desconta são as perdas de velocidade das máquinas.

Tempo Produtivo Líquido - O tempo produtivo líquido em um indicador refere-se ao tempo efetivamente gasto em atividades ou processos de produção, descontando-se qualquer tempo de inatividade, desperdício, retrabalho ou interrupção que não contribua diretamente para a produção final.

Utiliza-se também os seguintes indicadores:

Tempo de Equipamento Parado - É quando não havendo produção devido algum problema ou falha no equipamento ou setup do equipamento. Exemplos: Parada para troca de produto, motor queimou.

Velocidade Padrão de Produção – É a máxima velocidade com que o produto pode ser

Tempo Ciclo Padrão - É o tempo de um ciclo de máquina quando a máquina está rodando na Velocidade Padrão.

Quantidade Produção Teórica - É a quantidade a ser produzida se a máquina estivesse operando na velocidade padrão do produto.

Quantidade Produção Total - É a quantidade produzida real, não depende de sua qualidade.

Tempo de Máquina Parada devido Pequenas Parada - É quando não há produção na máquina devido interrupções de produção de pequena duração.

Perdas por Velocidade Reduzida - São perdas decorrentes da operação da máquina em velocidade inferior à velocidade padrão para o produto em produção.

Peças boas - São as peças que seguem as especificações necessárias produzidas na primeira vez. A peça que não seguiu a especificação na primeira vez, e foi retrabalhada pode ser considerada boa, esta peça também deve ser considerada como ruim mas não em termos de OEE. Isso também se aplica para peças que não atenderam as especificações

iniciais e serão vendidos como um produto de segunda linha. Para o OEE estas peças são consideradas ruins.

Peças ruins - São as peças que não seguiram os padrões das especificações na primeira vez em que foram produzidas. Elas podem ser divididas em dois grandes grupos: peças ruins geradas durante preparação do equipamento e peças ruins geradas durante a produção, observando que as causas que levam à estas perdas podem ser bem diferentes.

CAPÍTULO 5

NORMAS PARA APLICAÇÃO DE FERRAMENTA MES (Manufacturing Execution System)

5.1 ISA (*INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION*)

A ISA (*Insternational Society of Automation*) foi criada em 28 de abril de 1945, em Pittsburgh, Pensilvânia, EUA. Foi ideia trazida por Richard Rimbach da Instruments Publishing Company e surgiu através do desejo de 18 sociedades de instrumentistas locais que queriam formar uma organização nacional. Os instrumentos industriais, se tornaram fundamentais durante a Segunda Guerra Mundial, continuaram a ser cada vez cada vez mais importantes para a expansão da tecnologia no pós a, logo, Rimbach e outros envolvidos na indústria de instrumentação perceberam que havia necessidade de compartilharem informações sobre padrões para que houvesse mais uniformidade sobre alguns instrumentos em nível nacional.

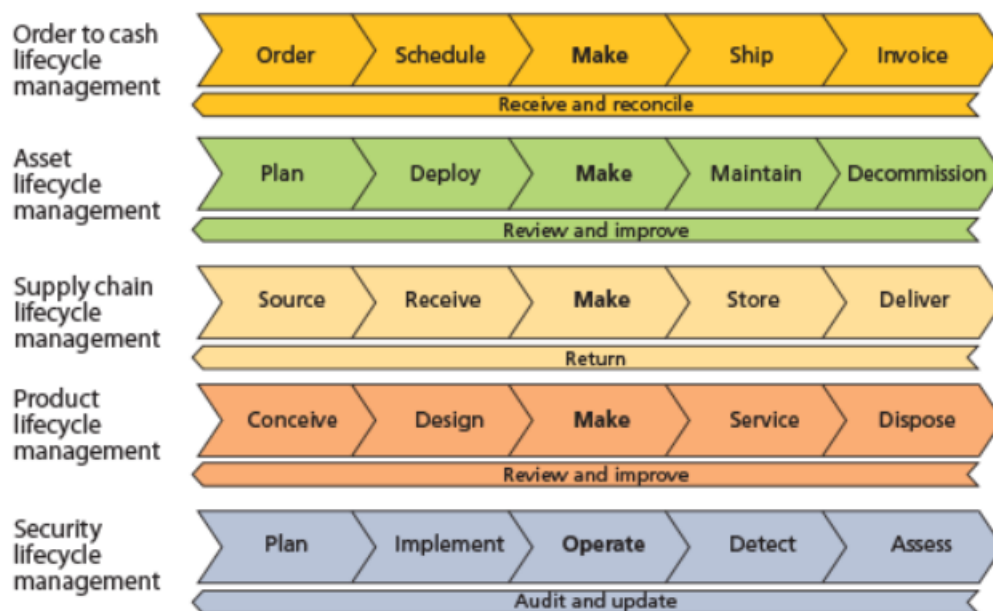
Albert F. Sperry, presidente da empresa Panelit Corporation, foi o primeiro presidente da ISA no ano de 1946. Ano em que a Sociedade realizou a sua primeira conferência e exposição, em Pittsburgh. O primeiro padrão para instrumentos, RP 5.1 *Instrument Flow Plan Symbols*, foi lançado em 1949, e o primeiro periódico foi publicado em 1954. Com o passar dos anos, a ISA continuou expandindo os seus produtos e serviços, aumentando o tamanho e o alcance da conferência e exposição da ISA, desenvolvendo simpósios, ofereceu desenvolvimento profissional e formação, acrescentando divisões técnicas e até produzindo filmes sobre medição e controle.

Em 1946 até 1953 o número de membros cresceu de 900 para 6.900, e hoje a ISA tem milhares de membros em todo o mundo. Reconhecendo o alcance internacional da ISA e o fato de suas normas técnicas terem crescido para além dos instrumentos, no outono de 2000, o Conselho de Delegados da Sociedade da ISA aprovou uma mudança de nome legal para ISA – *The Instrumentation, Systems, and Automation Society*.

Já em Outubro de 2008, houve uma votação em Conselho para mudar o nome da Sociedade para Sociedade Internacional de Automação, nome em que se reflete uma forma global e com base de membros inclusiva.

A norma ANSI/ISA-S95, conhecida internacionalmente como IEC 62264 prevaleceu globalmente desde a sua origem em 1990 e foi reconhecida como o modelo de referência para sistemas de controle de plantas na integração de sistemas de negócios. Essa norma trata-se principalmente de trocas de dados entre sistemas de gestão de negócios e sistema de gestão de operações de manufatura. As atividades dentro do setor de produção podem ser separadas em vários ciclos e no seu centro conta com uma etapa de “Fazer” ou “Operar” (figura 3). Esses ciclos incluem cadeia de suprimentos, produtos, ativos, pedidos, pagamentos e gerenciamento de segurança nas operações.

Figura 3 - Ciclos de atividade de produção



Fonte: Dennis Brandl, Charlotta Johnsson (2021)

O modelo funcional ISA95 (figura 4) divide as de produção em cinco níveis, porém, algumas funções são críticas em termos de tempo, como o controle em tempo real com ciclos em micro ou milissegundos, e outras são menos críticas em termos de tempo, com resolução em semanas ou dias.

Figura 4 - Modelo funcional ISA95



Fonte: Dennis Brandl, Charlotta Johnsson (2021)

Esse modelo possui 5 níveis, descritos da base até o topo da pirâmide:

Nível zero: É composto pela planta ou processo, normalmente o processo físico de fabricação ou de produção.

Nível um: Trata-se de uma ampla variedade de dispositivos e tecnologias de sensores, atuadores para coleta de dados de produção e execução de comandos e monitoramento de processos, como: Instrumentos como medidores de vazão, chaves de nível, chaves de proximidade, atuadores como válvulas, bombas e outros instrumentos que mantêm . Em suma, qualquer coisa que forneça entrada medindo variáveis no chão de fábrica. Os protocolos de comunicação também fazem parte desse nível, pois são eles que permitem que a camada se comunique com a camada acima, que é a de Controle.

Nível dois: Esse nível de controle usa dispositivos para controlar, monitorar e executar os dispositivos da camada 1, que realizam o trabalho físico. Eles recebem informações de todos os sensores, interruptores e outros dispositivos de entrada para que sejam tomadas decisões sobre quais saídas serão ativadas para realizar a tarefa na qual foi programada. Dependendo da estratégia adotada essa camada pode incluir CLPs (Controlador Lógico Programável), SDCDs (Sistema Digital de Controle Distribuído) e relés.

Nível três: Essa camada determina o fluxo de trabalho ou de controle de receitas (SKUs) para produção do que foi programado. Nela também são feitas a manutenções de registros e otimização dos processos produtivos. Este nível se assemelha ao de controle, com

exceção do uso de sistemas mais específicos para controle como os softwares do tipo SCADA (Sistemas de Controle Supervisório e Aquisição de Dados), que são capazes de coletar dados, supervisionar e controlar um determinado processo em tempo real, além Nessa camada também encontram-se as interfaces homem-máquina (IHM).

Nível quatro: Esse nível da pirâmide de automação também é chamado de nível de planejamento, pois estabelece cronogramas da planta de produção até o transporte de materiais. Este nível utiliza um sistema de gerenciamento de computador conhecido como MES ou sistema de execução de fabricação, essa ferramenta monitora todo o processo de fabricação de um indústria, das matérias-primas ao produto final, permitindo que a gerencia acompanhe o que está acontecendo e tome decisões com base nessas informações.

Nível cinco: Representado no topo da pirâmide, esse nível é mais gerencial e utiliza o sistema de gestão integrada das empresas (o *ERP*), que realiza o agrupamento de todos os dados coletados nas camadas anteriores. O *ERP* trata-se é um conjunto de diferentes aplicativos que permite acompanhar tudo o que está acontecendo dentro de uma empresa, ele utiliza toda a tecnologia já empregada nos outros níveis e conta com mais alguns softwares para realizar a integração. A transformação tecnológica da industrial exige a adoção de soluções de automação industrial com recursos que permitam cada vez mais a troca de dados e comandos entre diferentes dispositivos e máquinas. Assim, é possível colher benefícios como: Melhoria contínua, maior eficiência e rendimento, redução de custos e consequentemente mais segurança nos processos.

5.2 HISTÓRICO E DEFINIÇÃO

O conceito sobre os sistemas de execução da manufatura (*MES*) surgiu no final da década de 90, em um momento em que houve a necessidade de que indústrias precisariam dos sistemas de informação da produção mais confiáveis e velozes para que ajudassem em tomadas de decisões. O objetivo inicial na época era uma integração direta entre os sistemas de controle e os sistemas corporativos, chamados de *ERP* acreditava-se que seria o suficiente para a troca de informações, porém os sistemas corporativos não foram capazes de realizar o processamento das informações em tempo real da produção. Logo observou-se a necessidade de se criar uma nova camada independente para o

processamento das informações de produção e que realizasse a integração entre as camadas de sistemas de controle e sistemas corporativos.

Em 1997, a *MESA International* forneceu a primeira definição para sistemas MES, ainda aceita atualmente:

“Sistemas de Execução da Manufatura (*MES*) são sistemas de chão-de-fábrica orientados para a melhoria de desempenho, o qual complementa e aperfeiçoa os sistemas integrados de gestão (planejamento e controle) da produção.”

Até a chegada das ferramentas *MES* as informações de gerenciamento de processos de produção chegavam através de folhas de papéis anotadas durante um turno, ou em várias planilhas eletrônicas alimentadas por dados coletados manualmente durante a produção e lançadas ao final de cada turno pelos operadores ou auxiliares. Essas informações geravam desencontros, tornando fontes não tão confiáveis, pois, poderiam ser desatualizados, atrasados ou com informações que não geram impacto na produção.

O *MES* realiza uma programação detalhada das atividades de sistemas de produção, lançamento de ordens de processo, respostas a eventos aleatórios, adaptações dos planos e o acompanhamento das atividades (BLANC, 2008).

Os ganhos obtidos com a implantação dessa ferramenta são: redução do tempo de entrada de dados, melhorias em qualidade de produtos e processos, redução de tempo de ciclo, redução ou eliminação de uso de papéis e capacitação de equipe de funcionários no chão-de-fábrica. A *MESA* foi a responsável por realizar as recomendações para o desenvolvimento e implementação desse tipo de sistema, com 11 funcionalidades sugeridas. Logo, a *ISA* fez um papel de extensão sistêmica dessas recomendações através das normas internacionais para desenvolvimento da interfaces automáticas entre sistemas de controle e corporativos.

CAPÍTULO 6

PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS

De acordo com Shreve e Brink (1977), ao longo de eras distantes, têm ocorrido procedimentos de eliminação e modificação de óleos e gorduras com o objetivo de torná-los adequados para o consumo humano. Inicialmente, óleos e gorduras de origem animal foram consumidos como alimento, mas posteriormente se percebeu que a queima desses óleos gerava luz e calor. Já os óleos e gorduras de origem vegetal eram extraídos de várias sementes que haviam sido secas ao sol, com seu uso primariamente restrito a regiões tropicais do mundo.

As operações elementares envolvidas na extração de óleos e gorduras compreendem a prensagem mecânica, a extração por solvente ou autoclavagem. Normalmente, os óleos e gorduras obtidos passam por etapas subsequentes de purificação, visando a ajustar suas características físico-químicas (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

6.1 OBTENÇÃO DE ÓLEOS POR PRENSAGEM MECÂNICA

Conforme indicado por Carvalho (2011), a extração mecânica é o procedimento de separação de substâncias líquidas e sólidas por meio da aplicação de forças de compressão, um método frequentemente empregado nas indústrias de alimentos e bebidas.

Para a obtenção dos melhores resultados nesta operação, é fundamental realizar tratamentos preliminares como despulpamento, redução do tamanho das partículas e o aquecimento dos vegetais. Estes processos visam aprimorar o rendimento da extração. O principal objetivo da extração mecânica é obter a máxima separação de óleo, minimizando a quantidade de substância lipídica presente nos resíduos e reduzindo as perdas durante a fase subsequente de purificação. A extração mecânica é conduzida em prensas contínuas, nas quais os grãos ou frutos são inseridos e movidos adiante por meio de parafusos em forma de roscas sem fim, que os comprimem durante o processo.

6.2 OBTENÇÃO DE ÓLEOS POR EXTRAÇÃO À SOLVENTE

Após a prensagem mecânica, conforme mencionado anteriormente, a torta que sobra passa pelo processo de extração por solvente, no qual um solvente químico orgânico é utilizado para dissolver o óleo residual contido na torta, efetivamente eliminando-o (MANDARINO; ROESSING, 2001). Nesse procedimento, o material destinado à extração é primeiro fragmentado ou achatado, a fim de facilitar a penetração do solvente e a remoção do óleo. Isso ocorre porque o óleo presente nas partículas esmagadas ou laminadas é recuperado através do processo de dissolução, enquanto a camada de óleo interna das células intactas é removida por meio da difusão (MANDARINO; ROESSING, 2001; RAMALHO; SUAREZ, 2013; CARVALHO, 2011).

O óleo obtido como resultado do processo de extração por solvente é conhecido como óleo bruto. Para torná-lo adequado para o consumo, são necessárias etapas subsequentes de refino (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

6.3 PROCESSO DE REFINAÇÃO

Conforme Mandarino e Roessing (2001, p. 20), a refinação pode ser descrita como um conjunto de processos com o propósito de transformar os óleos brutos em óleos próprios para consumo humano. O processo de refinação tem como objetivo aprimorar a aparência, o sabor e o odor, realizando a remoção de impurezas como substâncias coloidais, proteínas, fosfolipídeos, ácidos graxos livres e substâncias coloridas, como clorofila e carotenoides, além de eliminar substâncias inorgânicas, como sais de cálcio e silicatos, e reduzir a umidade. Por exemplo, o tocoferol presente no óleo de soja pode conferir um odor e sabor extremamente desagradáveis, tornando necessária a refinamento para torná-lo adequado para consumo humano (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

As principais etapas do processo de refinação do óleo bruto incluem a degomagem, a neutralização, a desodorização e a clarificação (RAMALHO; SUAREZ, 2013; MANDARINO; ROESSING, 2001).

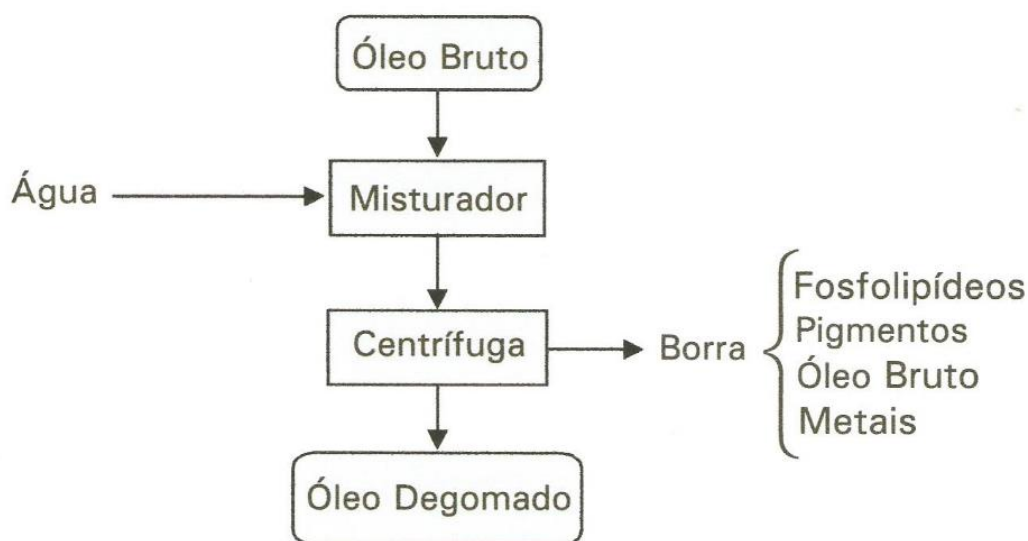
6.3.1 DEGOMAGEM

A etapa inicial do processo de refino, a degomagem, tem como objetivo eliminar do óleo bruto componentes como fosfatídeos, incluindo a lecitina, que possui valor comercial, bem como proteínas e outras substâncias coloidais. A degomagem visa reduzir

a quantidade de álcali necessária na fase seguinte, a neutralização. Para alcançar essa remoção, é introduzida água, o que possibilita a eliminação de fosfolipídeos e substâncias coloidais, comumente chamadas de "gomas". Essas substâncias tornam-se insolúveis no óleo na presença de água, tornando-as facilmente removíveis. No entanto, apenas as gomas hidratáveis podem ser extraídas com esse método, enquanto os fosfatídeos não hidratáveis são eliminados durante o processo de neutralização (MANDARINO; ROESSING, 2001; RAMALHO; SUAREZ, 2013; CARVALHO, 2011).

Na degomagem, é adicionada uma quantidade de água que varia de 1% a 3% ao óleo bruto, que é então aquecido levemente, em torno de 70°C, e submetido a agitação constante por aproximadamente 20 a 30 minutos. O material coloidal hidratado, chamado "gomas", é retirado do óleo por meio de centrifugação, resultando no óleo degomado (Figura 5).

Figura 5 - Degomagem do óleo bruto com água



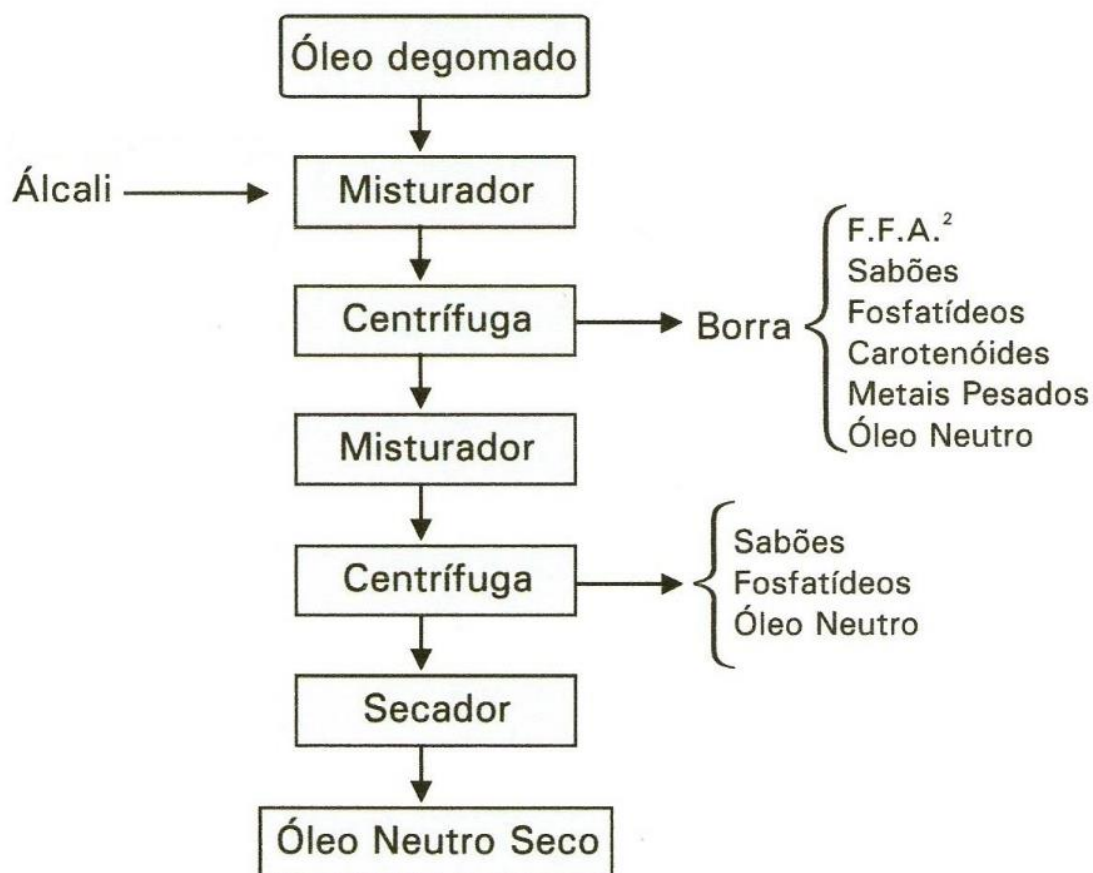
Fonte: Mandarino (2001).

6.3.2 NEUTRALIZAÇÃO

O óleo degomado passa para a etapa subsequente, a neutralização, na qual é adicionada ao óleo uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) com uma concentração de 5% (p/v). A adição dessa solução tem como finalidade eliminar os ácidos

graxos livres presentes no óleo degomado, uma vez que a solução alcalina reage com esses ácidos, formando sabões. Além disso, nessa fase, ocorre a remoção de outras "impurezas", como proteínas, ácidos graxos oxidados e produtos resultantes da decomposição de glicerídeos.

Dado que a neutralização acontece na interface entre o óleo e a solução alcalina, cujas fases não se misturam, é necessário dispersar a solução alcalina no óleo. Posteriormente, a mistura é submetida à centrifugação para separar os sabões formados (borra) do óleo. Após a neutralização, o óleo é submetido a uma ou duas lavagens com água aquecida, com concentração de 10% a 20% e temperatura entre 80°C e 90°C. O óleo é, então, novamente centrifugado para remover quaisquer resíduos de sabão. O óleo resultante, após a secagem, é denominado óleo neutralizado. A figura 6 apresenta um esquema resumido do processo de neutralização (MANDARINO; ROESSING, 2001; RAMALHO; SUAREZ, 2013).

Figura 6 - Neutralização do óleo degomado

Fonte: Mandarino (2001).

6.3.3 DESODORIZAÇÃO

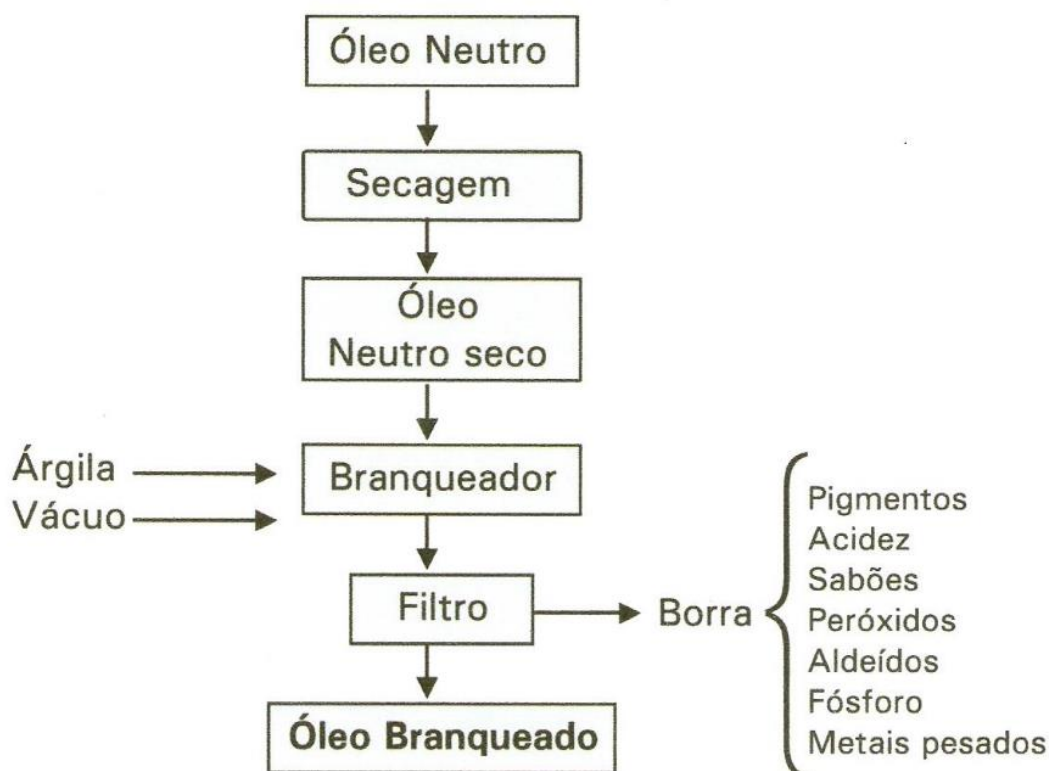
Na etapa de desodorização, são eliminadas do óleo bruto as substâncias responsáveis pelo mau cheiro, como aldeídos, cetonas, ácidos graxos oxidados e carotenoides, em especial o tocoferol (vitamina E). Nessa fase, também conhecida como "arraste a vapor", o óleo é colocado em contato contracorrente com vapor de água. Esse processo permite que o vapor de água entre em contato com o óleo e remova as substâncias que conferem odor desagradável ao óleo (RAMALHO; SUAREZ, 2013; CARVALHO, 2011).

6.3.4 CLARIFICAÇÃO OU BRANQUEAMENTO

Os processos anteriores, a degomagem e a neutralização, têm um efeito branqueador devido à remoção de pigmentos presentes no óleo. Na degomagem, uma

quantidade significativa de pigmentos é removida, enquanto na etapa de neutralização, o efeito branqueador ocorre devido à coagulação e ação química. No entanto, para atender à demanda dos consumidores por óleos praticamente sem cor, é necessário um processo adicional de adsorção de pigmentos na superfície de uma mistura de carvão ativado e terra clarificante (argilas naturais), em proporções variando de 1:10 a 1:20 (MANDARINO; ROESSING, 2001; CARVALHO, 2011).

As terras clarificantes são mais eficazes em condições anídricas, uma vez que pequenas quantidades de água podem bloquear a superfície da terra clarificante. No entanto, o óleo neutralizado e lavado ainda contém umidade após a centrifugação, o que requer uma etapa de secagem antes do processo de clarificação (RAMALHO; SUAREZ, 2013). Essa secagem às vezes é realizada continuamente, no processo de neutralização contínua. Como alternativa, o óleo pode ser seco no branqueador a temperaturas entre 80°C e 90°C, sob vácuo por cerca de 30 minutos. Em seguida, a terra clarificante é adicionada ao óleo seco, permitindo que a mistura descanse por 20 a 30 minutos a uma temperatura entre 80°C e 95°C. Após o resfriamento a 60°C a 70°C, o óleo é filtrado em um filtro-prensa. O bolo de filtração resultante contém cerca de 50% de óleo, teor que pode ser reduzido para 30% a 35% com a aplicação de ar comprimido (MANDARINO; ROESSING, 2001; RAMALHO; SUAREZ, 2013). A figura 7 ilustra um esquema simplificado do processo de branqueamento.

Figura 7 - Branqueamento o óleo

Fonte: Mandarino (2001).

6.4 PROCESSO DE HIDROGENAÇÃO

A hidrogenação de óleos e gorduras envolve a introdução de hidrogênio nas duplas ligações dos grupos acil insaturados (BRAGANTE, 2009; ADITIVOS E INGREDIENTES, 2014). Essa reação é amplamente utilizada na indústria de alimentos, com o objetivo de aumentar a vida útil dos óleos, reduzindo sua suscetibilidade à oxidação, ou para produzir gorduras vegetais hidrogenadas (PINHO; SUAREZ, 2013; ADITIVOS E INGREDIENTES, 2014). O grau de hidrogenação é o que diferencia os dois processos: a hidrogenação parcial é empregada para estabilizar os óleos, mantendo um certo nível de insaturação no produto final. Essa insaturação é mantida de forma que a fluidez do óleo não seja comprometida, permanecendo líquido à temperatura ambiente. Por outro lado, para a produção de gorduras vegetais hidrogenadas, amplamente utilizadas na fabricação de tortas e bolos, a hidrogenação é quase completa (PINHO; SUAREZ, 2013).

Conforme Ribeiro et al. (2007, p. 1296), "um óleo totalmente hidrogenado é obtido quando todas as ligações duplas são saturadas no processo. Caso contrário, tem-se a hidrogenação parcial, que é a prática comum".

6.5 PROCESSOS ALTERNATIVOS A HIDROGENAÇÃO

O processo de hidrogenação está sendo progressivamente substituído por outras tecnologias, especialmente a cristalização fracionada, que permite a obtenção de gorduras com um alto grau de saturação, e a interesterificação, que é amplamente empregada para produzir gorduras com níveis mais baixos de saturação (PINHO; SUAREZ, 2013).

6.5.1 PROCESSOS ALTERNATIVOS A HIDROGENAÇÃO

A cristalização é um processo no qual os triacilglicerídeos saturados são separados dos triacilglicerídeos insaturados com base na diferença de pontos de fusão. A primeira etapa do processo de cristalização fracionada, conhecida como winterização, começa com a gradual redução da temperatura do óleo em um trocador de calor (Figura 20a). Isso leva à cristalização parcial dos triacilglicerídeos mais saturados, que possuem pontos de fusão mais elevados (PINHO; SUAREZ, 2013).

Em seguida, a mistura heterogênea resultante é separada por centrifugação em uma fase sólida e uma fase líquida (Figura 20c). Isso resulta em duas frações: uma fração líquida chamada oleína e uma fração pastosa que passa por filtração em um filtro-prensa (Figura 20d) para isolar mais oleína, além de uma fração sólida chamada estearina. Esse processo pode ser realizado usando óleo puro ou com a adição de um solvente antes da entrada no trocador de calor. O hexano é o solvente mais comumente utilizado, e é necessária uma etapa subsequente para remover o solvente da oleína (BRAGANTE, 2009; PINHO; SUAREZ, 2013).

6.5.2 INTERESTERIFICAÇÃO

O processo de interesterificação é fundamental para a produção de óleos e gorduras com funções específicas, sendo o principal método para criar gorduras plásticas com baixos teores de isômeros trans ou até mesmo sem a presença deles. Diferentemente da hidrogenação, a interesterificação não induz a isomerização das duplas ligações dos ácidos graxos, não afetando o grau de saturação desses ácidos (RIBEIRO et al., 2007). A

interesterificação (Figura 21) envolve a reação entre uma gordura saturada e um óleo insaturado, como, por exemplo, o óleo de soja, na presença de metóxido de sódio (NaOCH_3). A gordura saturada pode ser obtida a partir de um óleo que foi completamente hidrogenado, que passou pelo processo de cristalização fracionada ou que é de fonte natural, como o sebo ou a gordura de dendê (PINHO; SUAREZ, 2013).

6.6 ENVASE

O processo de envase, na indústria de óleos e gorduras, é a etapa final que envolve o enchimento dos produtos processados em recipientes adequados para posterior distribuição e venda. Nessa etapa há a preparação do envase: Os recipientes a serem preenchidos, como garrafas, frascos ou tambores, são preparados e higienizados de acordo com as regulamentações sanitárias. O óleo ou gordura processado é transferido para uma máquina de enchimento que mede a quantidade precisa a ser colocada em cada recipiente, após isto é realizada a rotulagem de acordo com informações regulatórias, são feitas inspeções de qualidade, os produtos são colocados em embalagens finais e seguem para armazenamento e distribuição.

CAPÍTULO 7

IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA MES

Antes de se iniciar o processo de implantação da ferramenta, foram realizados estudos de viabilidade com gerentes, supervisão de envase e time de *Smart Manufacturing*. Essa ferramenta já havia sido implantada em outras fábricas da empresa, que atuam com a produção de diferentes tipos de produtos, por isso, foram feitas sessões remotas e presenciais de *benchmarking* com os times dessas outras plantas, o que possibilitou realizar comparações e análises das práticas, esse processo visa a melhoria contínua e o aprendizado, e permitem que as empresas identifiquem áreas onde podem melhorar suas operações e, assim, aumentar sua eficiência, qualidade e competitividade.

7.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Inicialmente foi realizado um acompanhamento do processo de envase com um foco maior na Linha 1, que é mais automatizada e também onde são envasados óleos e gorduras vegetais. Essa linha funciona em três turnos com 1 operador e 2 auxiliares de operador, juntamente com a paletização que possui um operador por turno. Durante as reuniões com o time responsável pelo projeto, optou-se por colocar a Linha 2 que é uma linha mais manual que envasa somente óleos em sachês, e a Linha 3 que entraria em funcionamento a tempo de ser beneficiada com o sistema.

Após esse processo, realizou-se um levantamento com operadores e analistas para compor os dados cadastrais e todas as causas de paradas de máquinas durante o processo de produção. Foi criada uma planilha com os motivos de paradas, e para cada motivo foi feita uma classificação do tipo, se é planejada ou corretiva; bem como qual é o setor da empresa responsável por atuar na solução de um problema, ou planejado a parada (Manutenção, utilidades, qualidade, etc). Essa classificação também tem cores para identificar os motivos, por exemplo: Uma parada de segurança utiliza-se a cor vermelha, essas cores são as mesmas que serão usadas no aplicativo para facilitar para o time da fábrica no lançamento de justificativas, que também poderão ser vistas em telas dispostas no setor, esse processo de classificação será detalhado posteriormente.

Para seguir com os cadastros, em uma das reuniões foi solicitado que se fizesse um inventário das linhas, com base nele é possível ter uma maior visibilidade sobre os ativos e recursos das linhas de produção, permitindo uma melhor gestão e tomada de decisões, esses dados podem ser vistos na figura 8.

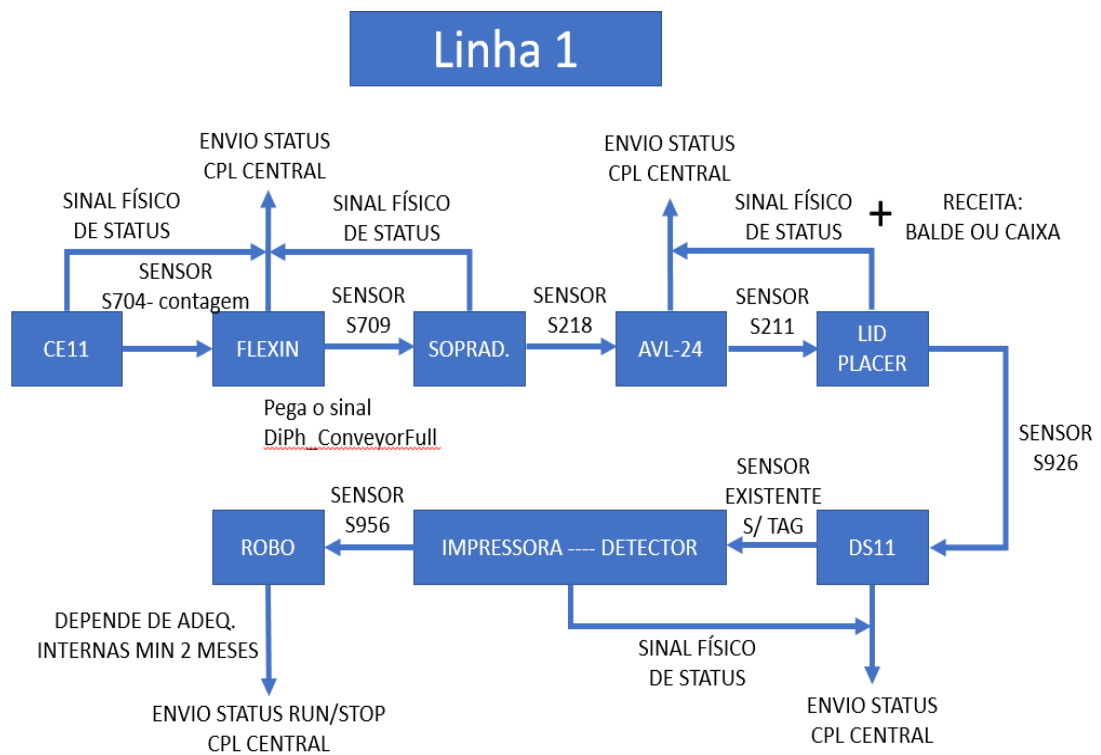
Figura 8 - Dados de inventário de linhas

SETOR	LINHA	MÁQUINA	DESCRIÇÃO / IDENTIFICAÇÃO MAQUINÁRIO	QUANTIDADE
▼	▼	▼	▼	▼
POSSUI CONTROLADOR/AUTOMAÇÃO EMBARCADA? (Ex: Rockwell Contrologix, Siemens S7 300)		HÁ INTERFACE COMUNICAÇÃO? (CARTÃO ETHERNET, PORTAS ETHERNET DISPONÍVEIS)	HÁ INTERLIGAÇÃO COM REDE DE AUTOMAÇÃO ? (SIM NÃO)	EXISTEM SENSORES DE CONTAGEM UNITÁRIAS (QUANTIDADES PRODUZIDAS)

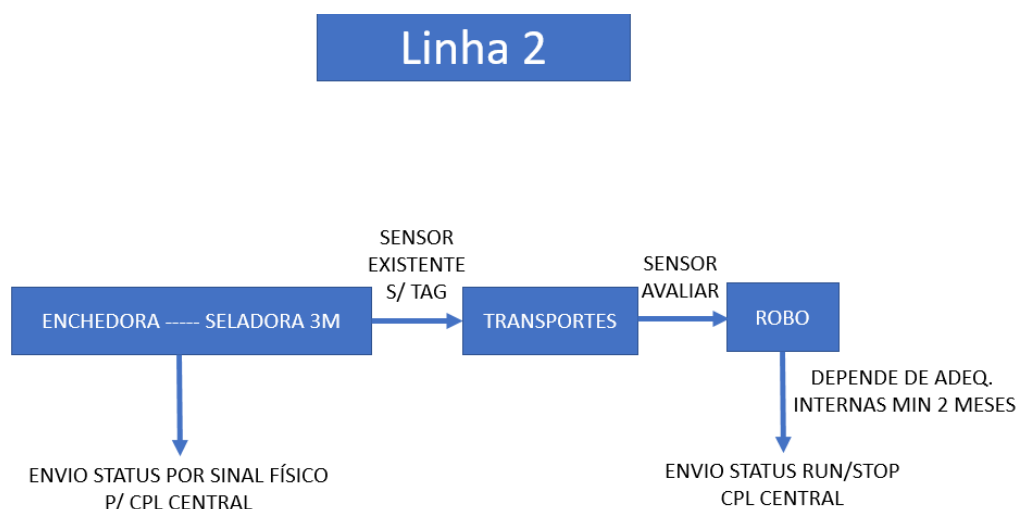
Fonte: Equipe de projetos

Também foi feita uma tabela com lista de requerimentos iniciais no anexo A para realizar um *check-list* de levantamentos, nessa planilha continha também as ações para cada integrante do projeto, e nas reuniões semanais eram repassados para que se cumprissem dentro do prazo estipulado.

Para entender melhor sobre a disposição de sensores já existentes nas linhas foi feito um esquema de sensoriamento pela equipe do projeto da empresa que pode ser vistos na figuras 9 e 10.

Figura 9 - Esquema de sensoriamento Linha 1

Fonte: Equipe de projetos

Figura 10 - Esquema de sensoriamento Linha 2

Fonte: Equipe de projetos

Através das informações sobre os sensores e suas *tags* já existentes, e seus respectivos endereços de *IPs* de cada recurso, percebeu-se que não haveria necessidade de colocar novos sensores, apenas posicioná-los de forma correta e realizar algumas configurações nos CLPs para contagem e status eram suficientes para que a aplicação funcionasse corretamente. Posteriormente foi feito cadastro das *tags* no *OPC Server*, que coleta dados de dispositivos de campo, como sensores e CLPs, e disponibiliza esses dados para aplicativos de software que precisam acessá-los. Isso permitiu uma ponte de comunicação entre o hardware de automação e os sistemas de controle e monitoramento. Foi nessa etapa que realizou-se um levantamento das informações para a coleta dos dados, as regras para *status* de máquina, contagem e refugo (Figura 11).

Figura 11 - Regras para coleta de dados

DESCRIÇÃO RECURSO	REGRA CONTAGEM	REGRA STATUS	REGRA REFUGO
FORMADORA DE CAIXAS	CONTAGEM PELO SENSOR JA CONECTADO NA REDE	SERA CAPTURADO PELA TORRE (0 = PARADA / 1 = PRODUZINDO)	SERA ENVIADA A DIFERENÇA (SAIDA - ENTRADA)

Fonte: Time de projeto

7.2 CADASTROS

Com base nas informações do técnico da empresa responsável por implantar a ferramenta e no manual que a empresa forneceu, iniciou-se mais uma etapa, para realização de cadastros do sistema, que são compostos por:

- Cadastros iniciais;
- Cadastros de recursos;

A partir dessas informações se torna possível organizar a base de dados sobre os ciclos das máquinas, paradas, refugos, produtos e entre outros. Essa é uma etapa fundamental para obtenção de informações precisas e bom funcionamento do sistema.

7.3 CADASTROS INICIAIS

A relação dos dados que compõem esse cadastros serão detalhados posteriormente, serão compostos por: Cadastros da empresa ou do setor, cadastros de usuários, agenda de turnos.

7.4 CADASTROS DE RECURSOS

Os recursos são os objetos de apontamento no sistema, onde todos os dados serão referenciados para posterior consolidação e consulta, eles podem ser uma máquina ou linha de produção. Nesses cadastros também contém dados como as metas de produção e eficiência, abertura e criação de ordem de produção. Esses dados seguem parâmetros para compor cálculos importantes para análise de dados dentro da plataforma. Esses recursos possuem status que mostram a situação deles em um período de tempo, podendo ser definido como produzindo ou parada por um determinado motivo. Eles podem ser classificados como: Tempo fora de turno, parada planejada, parada não planejada e produção.

Nessa etapa de cadastro foram incluídas informações sobre as máquinas, e sobre os *SKU's* produzidos em cada uma. Após adicionar os nomes de cada máquina, codificar e conectá-las com o servidor de internet por meio dos coletores, foi possível cadastrar as informações de acordo com a particularidade de cada máquina e linha de produção. A Linha 1, por exemplo quando estiver produzindo caixa na linha, os recursos “Inserora de tampas” ficará com o status Fora de Turno; e quando essa mesma Linha 1 estiver

produzindo balde, os recursos “formadora de caixas”, “formadora de saco plástico”, “seladora de saco plástico” e “seladora de caixas”, estarão com status Fora de Turno. Também foram cadastrados mais dados importantes para o sistema, como: Metas, listas de produtos (*SKU's*) e recursos que serão detalhados posteriormente.

Após essa etapa de cadastro foi feita a inserção das tag's do OPC Server (*Open Platform Communication*), que é um *software* de servidor que fornece informações de processo em tempo real, o que também permitiu que durante os testes fossem realizadas comparações com as leituras de ferramenta MES e OPC.

7.5 CADASTROS DE USUÁRIOS

Nessa etapa foi criado uma planilha contendo os dados cadastrais das pessoas que terão acesso a plataforma, cada usuário possui um *login* e senha. Nessa planilha, os tipos de acessos foram divididos por grupos como pode ser observado através da figura 12:

Figura 12 - Cadastro de usuários

[illegible]

Fonte: Autor

Lista de usuários: Contém e-mail e nome de todos os usuários a serem cadastrados.

Operadores: Responsáveis por realizar os apontamentos das paradas, geração de ordem de processo manual e visualização de resultados de produção;

Gestores funcionais ou administradores: Que podem adicionar ou remover usuários, editar cadastros e outras informações no sistema;

Dashboard: Permite apenas visualização de resultados na tela de performance;

Manutenção: O acesso de manutenção permite que o setor veja quais paradas foram por motivos de manutenção, quanto tempo foi necessário para ajuste. Essa visualização é muito importante para o setor de confiabilidade também, permitindo ver quais falhas estão ocorrendo com mais frequência, e sanar os motivos para que diminua a quantidade de paradas

Liderança: Esse acesso é muito parecido com o *Dashboard*, pois, permite visualização rápida de produção.

Qualidade: O acesso de qualidade foi criado para que seja usado posteriormente caso haja alguma investigação de 5 Porquês e Causa raiz, atualmente os usuários com esse acesso também terão permissão parecido com *Dashboard*, de somente visualização.

Após finalizar a planilha, foram criados os acessos na plataforma conforme foi mostrado via treinamento, um usuário com o perfil de administrador ficou responsável por criar os acessos e também por criar instruções de atividade para que a própria equipe pudesse ter um “manual” quando precisasse realizar alguma modificação. Depois dos usuários criados na plataforma, foram realizados os pedidos de acessos de acordo com o tipo de perfil, logo em seguida esses acessos foram liberados pelo time de *IT* (Tecnologia da informação) via site interno.

7.6 AGENDA DE TURNOS

Para o cadastro de agenda de turnos na plataforma, inseriu-se os dados e nomes dos turnos como Turno A, B e C, pois como já foi mencionado, a empresa trabalha em três turnos, no setor de envase a Linha 1 funciona nos 3 turnos, mas a linha 2 funciona somente no primeiro turno, mas conforme demandas de produtos pode trabalhar em outros turnos; Já a linha 3 é uma linha nova e funciona de acordo com a demanda de um cliente específico pois produz BIB's de cerca de 900 Kgs de produto. O turno C (Ou Turno 1) inicia-se as 00h:00 e finaliza às 7h:00, o turno A (turno 2) funciona das 07h:00 às 15h:00 e o turno B (turno3) das 15h:00 às 00h:00, conforme mostra a figura 13:

Figura 13 - Agenda de turnos

CÓDIGO	DESCRIÇÃO															
10	Linha 1 / Linha2 / Linha3															
TURNOS	Início	Fim	Semana 01							Semana 02						
			Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom
Turno C	T1 (00:00)	T1 (7:00)	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	
Turno A	T2 (7:00)	T2 (15:00)	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	
Turno B	T3 (15:00)	T3 (00:00)	B	B	B	B	B	B		B	B	B	B	B	B	

Fonte: Equipe de projetos

7.7 METAS

Nessa etapa foram determinadas metas referentes a indicadores que a empresa utiliza, como OEE, performance, disponibilidade, qualidade e entre outros. Os valores são informados em porcentagens através de *dashboards* online, também haverá alarme quando houver variação de velocidade e refugo, suportando a gestão para tomadas de decisões e iniciativas de melhoria contínua na fábrica. Para os ajustes dessas metas houve participação da gestão e dos analistas de produtividade para entender os valores aceitáveis e esperados para cada linha de produção e para cada tipo de produto a ser fabricado.

7.8 SKU's

O SKU é a abreviação de *Stock Keeping Unit* que, em português, significa Unidade de Manutenção de Estoque e é uma maneira das empresas identificarem os produtos de estoque ou que serão produzidos. Para cadastro dos produtos no sistema foi

feito um carregamento de um arquivo .csv contendo as variações dos produtos de cada linha por código, com suas respectivas embalagens e pesos, juntamente com a velocidade das máquinas para cada tipo de SKU. A principal informação que varia para cada tipo de máquina ou linha é o tempo do ciclo padrão ou seja, velocidade nominal da máquina, que mostra a quantidade de itens que podem ser produzidos em um certo período de tempo.

7.9 LISTA DE PARADAS

Os motivos de paradas foram levantados um a um, cadastrando código numérico, descrição (Figura 14).

Figura 14 - Motivos de paradas

[illegible]

Fonte: Equipe de projeto

Os códigos dos motivos de paradas são classificados por cores que foram cadastradas no sistema, no caso de manutenção (MT000) ficará com a cor vermelho escuro, conforme pode ser observado na figura 15.

Figura 15 - Cores de identificação de paradas

SEM PROGRAMAÇÃO	PRETO
SET UP	LARANJA
CAUSA EXTERNA	MARROM CLARO
OPERAÇÃO	AZUL ESCURO
MANUTENÇÃO	VERMELHO ESCURO
SEGURANÇA	VERMELHO CLARO

Fonte: Equipe de projeto

Utilizou-se um driver de pequenas paradas para justificativas automáticas nas linhas, esse driver deverá permite configurar um tempo para que software realize a reclassificação automática, ou seja, todas as paradas com tempo igual ou menor que 90 segundos serão reclassificadas como pequenas paradas, e não afetará os indicadores de produtividade. As paradas com o tempo superior a 90 segundos permitem que o PLC envie o status de parada não identificada para que possam ser justificadas pelos operadores. Foi adicionado um campo de comentários para que possa ser detalhado o que ocorreu durante a parada para complementar informações trazendo maior confiabilidade para justificar pendências em indicadores. Esses lançamentos ocorrem por meio de uma tela customizada que pode ser vista na figura 16.

Figura 16 - Exemplo de lançamento na ferramenta

The screenshot shows a software interface for recording stop events. It features a dark background with white text and input fields. The interface is organized into several sections: 'Recurso' (Resource) with fields for 'EMS' and 'SERAC'; 'Grupo de Status' (Status Group); 'Status de Recurso' (Resource Status); 'Detalhes do Status' (Status Details); 'Horário' (Time); and 'Comentário do Status de Recurso' (Resource Status Comment). On the right side, there are buttons for 'Fechar' (Close), 'Documentos' (Documents), and 'Enviar' (Send). The current time '11:36:51' is displayed at the bottom right.

Fonte: Equipe de projeto

Em “Recurso”, adiciona-se a linha na qual foi identificado a parada a ser justificada, podendo ser Linha1, 2 ou 3. Em “Grupo de status” de acordo com o motivo da parada, em “Status de recurso” e detalhe o motivo de parada, por exemplo: Falha na solda de sacos plásticos; em “Detalhe de status” defina uma categoria, exemplo: Barra de solda 1A. Em comentários aponta-se mais detalhes para justificar a parada, por exemplo: Queda de temperatura no PT-100. Após todos esses lançamentos o usuário clica em executar para que o programa salve as alterações.

7.10 TREINAMENTOS

A primeira etapa de treinamento dos colaboradores para uso do sistema iniciou-se com o treinamento dos usuários com acesso de administradores, foram realizados de forma presencial e via videoconferência, em um primeiro momento o consultor do sistema manuseou a parte de cadastros de equipamentos e de usuários e os participantes também puderam realizar cadastros por meio das planilhas que a fábrica enviou para o time de implantação do sistema.

Após o treinamento dos gestores funcionais, foi a vez do time de operadores e auxiliares das máquinas, foram dadas instruções teóricas dentro do setor e durante um período aproximado de duas semanas, houve o acompanhamento, onde cada operador foi assistido durante algumas horas durante o turno de trabalho, de forma que a primeira parte foi realizada in loco e as instruções de manuseio foram ensinadas individualmente de acordo com o turno de trabalho do operador. Durante esse período de acompanhamento, observou-se que com o costume com o preenchimento dos registros manuais e o baixo nível de instrução de alguns colaboradores com o uso de notebooks foram fatores que levaram alguns operadores a ter dificuldades no início do uso do sistema, porém, com o decorrer do tempo notou-se que pela simplicidade de utilização do sistema e a importância das informações em tempo real foram os fatores fizeram com que a ferramenta fosse bem aceita pela equipe de envase.

CAPÍTULO 8

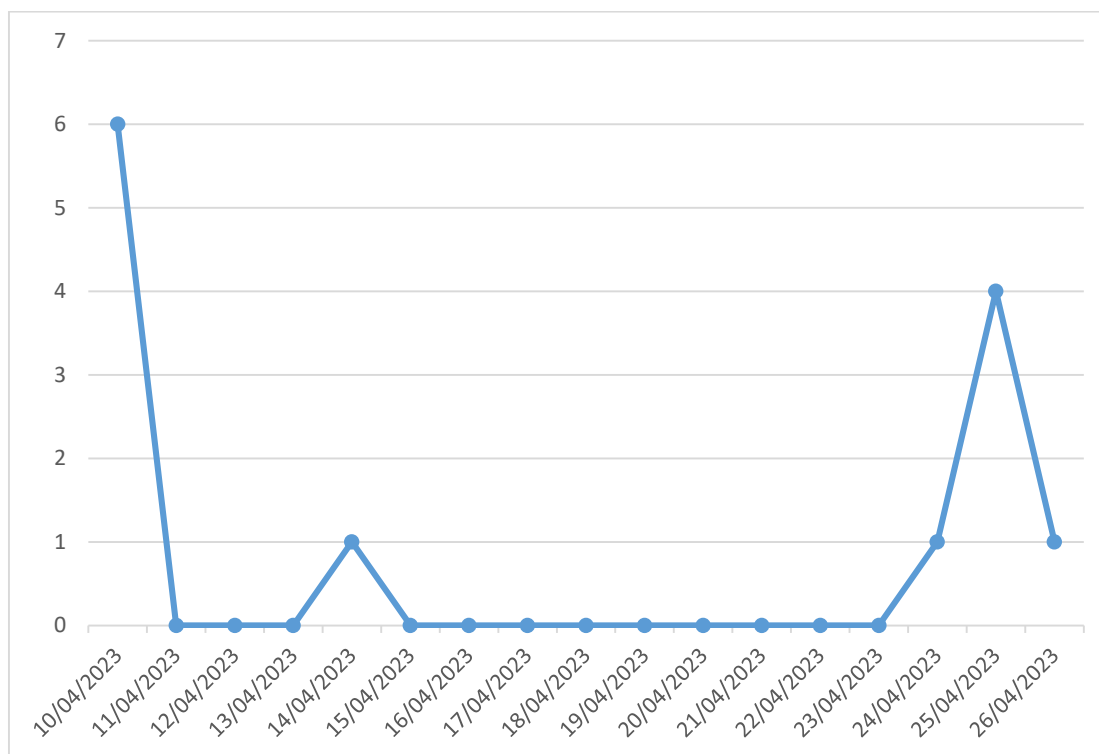
RESULTADOS

Após as primeiras semanas de acompanhamento foi realizado um monitoramento através do sistema para verificar a aceitabilidade e verificar a quantidade de paradas que não foram justificadas, entender os motivos e ajudar a solucionar as dúvidas que ocorreram durante esse processo, para que os colaboradores se familiarizassem com a ferramenta. Nas figuras 17 e 18 são mostrados os gráficos das Linhas 1 e 2:

Figura 17- Gráfico de quantidade de paradas não justificadas Linha 1



Fonte: Equipe de projeto

Figura 18 - Gráfico de paradas não justificadas Linha 2

Fonte: Equipe de projeto

Após o período de adaptação foi possível observar que houve uma aceitação maior, visto que os colaboradores se adaptaram ao uso da ferramenta e inclusive tiveram ideias de melhorias para encontrarem com maior facilidade os códigos dos equipamentos, logo foi disponibilizada a planilha com os códigos e suas respectivas cores. Os colaboradores também observaram que além da eliminação de papéis do processo, a coleta de dados de forma automática eliminou parte da planilha eletrônica em que lançavam as paradas no final de turno, trazendo mais confiabilidade para o processo.

Além disso, foram elaborados Lições Ponto a Ponto (LPP's), que são explicações de como executar uma atividade, contendo imagens explicativas e textos. Também foram elaboradas instruções de atividades ensinando todas as etapas de como utilizar a ferramenta de forma simples.

CAPÍTULO 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Conforme foi proposto, o estudo realizado sobre a implantação de ferramenta *MES* em linhas de envase na indústria de óleos e gorduras apresentou alguns comparativos entre antes e depois da implantação do sistema. Com isso, foi possível evidenciar a importância de novas tecnologias dentro das indústrias.

A metodologia para se implantar o *software* se fez por meio de *benchmarking* realizados dentro da própria companhia com profissionais de *smart manufacturing*, melhoria contínua, e produção. Todo o processo foi feito com orientação de engenheira regional de *smart manufacturing*, com orientação de gestor de melhoria contínua, gerente de planta e produção, e supervisores de produção.

Como desafio maior do projeto, acredito que seja na realização dos apontamentos por parte do time de operadores e auxiliares de produção, pois exigiu conhecimentos e habilidades, principalmente no uso de *notebooks* e no próprio *software*, o que inicialmente trouxe um pouco de receio e rejeição por parte de alguns responsáveis pelos apontamentos de paradas. Porém, em sua grande maioria houve uma boa aceitação, principalmente quando viram que tiveram benefícios como: Contagem do tempo exato de paradas, eficiência das linhas, não precisariam aguardar o final do turno para lançarem todas as paradas de uma vez só em uma planilha eletrônica- pois, relataram que às vezes poderiam esquecer algum dado, ou o tempo correto afetando indicadores que até o momento eram preenchidos manualmente em um quadro de indicadores, onde ocorrem reuniões diárias de turnos.

Dessa forma, é possível afirmar que a implantação da ferramenta foi um investimento benéfico para a empresa, porque além de atender as necessidades sobre indicadores de produtividade, garantir uma maior confiabilidade dos dados, permite que os gestores tomem decisões assertivas sobre ações estratégicas, contribuindo com o processo de melhoria contínua adotada pela empresa.

Para trabalhos futuros, sugere-se que hajam revisão dos dados no sistema e atualizações dos dados, pois podem surgir novos motivos de paradas e mudanças nas metas que foram definidas. Também pensando em mudanças no quadro de colaboradores, é importante que os novos funcionários sejam treinados para o uso da ferramenta, assim como também é importante que haja uma reciclagem do treinamento para os atuais

operadores, para que se assegurem do seu uso correto. Após a finalização do período de adaptação dos colaboradores à ferramenta, houve a troca de um CLP de uma máquina para outra marca, logo foi preciso realizar o recadastro das tag's no *OPC Server* e fazer novos testes para certificar que as contagens estavam corretas.

A ferramenta conta com um módulo de relatórios no qual o usuário seleciona a opção que deseja visualizar através de um recurso, nessa módulo há opções diagramas de Pareto e gráficos de barras para representar os indicadores.

Além disso, sugere-se um estudo para viabilidade de realizar a aquisição dos demais módulos disponibilizados pela empresa fornecedora e implantação do sistema MES junto a ERP já utilizada pela indústria.

REFERÊNCIAS

O Mercado de Oleos Comestíveis. Editora Stilo. Disponível em: <<https://www.editorastilo.com.br/oleos-e-gorduras/destaque-secundario-categoria-oleos-e-gorduras/o-mercado-de-oleos-comestiveis/>>. Acesso em 12 abr. 2023.

ZEFERINO, M; RAMOS, S. de F. **Mercado Mundial de Óleos Vegetais: panorama e perspectivas. Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 18, n. 5, p. 1-8, maio 2023. Disponível em:<<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=16138>>. Acesso em:14 abr. 2023.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3 ed. São Paulo, Editora Atlas, 2009.

RAMOS, Cesar Moser; BITENCOURT, Betina Magalhães. **Em busca da melhoria contínua: alto desempenho organizacional através de gestão de processos.** Revista Qualidade Emergente, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1-33, 8 nov. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/qualidade/article/view/35865/33840>. Acesso em: 06 mai.2023.

VARGAS, Elisandro João de; SELLITTO, Miguel Afonso. **Contribuição do manufacturing execution system na execução de prioridades competitivas em empresas de manufatura.** Revista Produção Online, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 875-894, 15 set. 2016. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2161/1433>. Acesso em: 14 mai. 2023.

NEVES, José Manoel Souza das. **Contribuições da implantação da tecnologia de informação MES – manufacturing execution system – para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura** – estudo de caso NOVELIS BRASIL LTDA. 2011. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, Guaratingueta, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106395/neves_jms_dr_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 mai.2023.

Nossa História. Cargill Brasil. Disponível em: <https://www.cargill.com.br/pt_BR/nossa-historia>. Acesso em: 22 nov. 2023.Acesso em: 10 mai. 2023.

COUTINHO, Luciano. **O futuro da indústria. Transcrição de Palestra. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (II ENEI).** Carta IEDI, 2017.

ALCÁCER, Vítor; CRUZ-MACHADO, Virgílio. **Analizando a Indústria 4.0: Uma Revisão da Literatura sobre Tecnologias para Sistemas de Fabricação.** 31 maio 2019. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/330780748_Scanning_the_Industry_40_A_Literature_Review_on_Technologies_for_Manufacturing_Systems>. Acesso em: 1 jun. 2023.

YAO, Xifan *et al.* **Fabricação inteligente baseada em sistemas ciberfísicos e mais.** 28 dez. 2017. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/322112340_Smart_manufacturing_based_on_cyber-physical_systems_and_beyond>. Acesso em: 6 jun. 2023.

NEELY, A. et al. “Developing and testing a process for performance measurement system design. In: “Manufacturing strategy: operations strategy in a global context”. London Business School, 1996. p. 471-476.

NEELY, A. “The performance measurement revolution: why now and what next?” *International Journal of Operation & Production Management*, v.20, n.2, p. 205 228,1999.

JOHNSON, H. T., “Performance measurement for competitive excellence”. In: KAPLAN, R. S. “Measures for manufacturing excellence”, Harvard Business School Press, Boston,1990.

HOLANDA, F. M. A. Indicadores de desempenho: uma análise nas empresas de construção civil do município de João Pessoa-PB. Dissertação de Mestrado, Programa Multiinstitucional e Interegional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

PALADINI, Edson Pacheco; BOUER, Gregório; FERREIRA, Joaquim José do Amaral; CARVALHO, Marly M. de; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; SAMOHYL, Robert Wayne; ROTONDARO, Roberto Gilioli. **GESTÃO DA QUALIDADE: teoria e casos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

DIAS, T. F. Avaliação de indicadores operacionais: Estudo de caso de uma empresa do setor ferroviário. 2008. 43f. Monografia – Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção, Juiz de Fora, 2008.

MARTINS, Roberto Antonio; DE OLIVEIRA COSTA NETO, Pedro Luiz. INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GESTÃO PELA QUALIDADE TOTAL: UMA PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO. **Gestão e Produção**, v. 5, n. 3, p. 298-311, dez. 1998. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/gp/a/8YKQWhKnMdmjGtd5bkBwj8L/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 14 jul. 2023.

CAMPOS, Vicente F. Controle da qualidade total (no estilo japonês). 9 ed. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

FALCONI, V.C. Gerência da Qualidade Total. Belo Horizonte. Fundação Christiano Ottoni. 1989.

OLIVEIRA, D.P.R. Sistemas, organizações e métodos: uma abordagem gerencial. 13.ed. São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000:2015: sistemas de gestão da qualidade — Fundamentos e vocabulário.** [S. l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. 59 p.

Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso. *In:* XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Foz do Iguaçu - PR. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. [S. l.]: UNIFEI, 2007. p. 10.

ANDREAZZA, Luan Michel; OTOBELLI BERTÉL, Michele. Estudo para implantação do manufacturing execution system (MES) em uma fábrica de injeção plástica. **Produção Online**, p. 25, 2020.

BOND, Emerson. **Medição de desempenho para gestão da produção em um cenário de cadeia de suprimentos.** 2002. 124 p. Dissertação de mestrado — Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-04022003-160321/publico/bond.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2023.

MARACCI GIMENEZ, Denis; DOS SANTOS, Anselmo Luís. Indústria 4.0, manufatura avançada e seus impactos sobre o trabalho. *In:* INSTITUTO DE ECONOMIA - TEXTO PARA DISCUSSÃO, 2019, Campinas. **Instituto de Economia - Texto para Discussão.** Campinas: Unicamp, 2019. p. 371. ISBN ISSN 0103-9466. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD371.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2023.

O QUE é OEE? | OEE.com.br. Disponível em: <<https://www.oee.com.br/o-que-e-oee/>>. Acesso em: 23 set. 2023.

THIS HISTORY Of ISA - ISA. Disponível em: <<https://www.isa.org/about-isa/history-of-isa>>. Acesso em: 23 set. 2023.

OHNSSON, Dennis Brandl Charlotta. **Beyond the Pyramid: Using ISA95 for Industry 4.0 and Smart Manufacturing.** 31 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.isa.org/intech-home/2021/october-2021/features/beyond-the-pyramid-using-isa95-for-industry-4-0-an>>. Acesso em: 25 set. 2023>.

D'ÁVILA BASSAN, Stéfano. **Desenvolvimento de um Sistema MES para uma Fábrica de Aços Longos:** Telas de Qualidade e Estoque. 2013. 79 p. Monografia — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169950/PFC_20131-StefanoDAvilaBassan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 set. 2023.

RODRIGUES, Robson. **Extração, refino e hidrogenação de óleos e gorduras.** 2014. 60 p. TCC — Fundação Educacional do Município de Assis - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - Campus "José Santilli Sobrinho", Assis, 2014. Disponível em: <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811290372.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2023.

ANEXOS

Anexo A – Dados de inventário de linhas

Sequência	Tópico (porque)	Descritivo (como)	Responsável	Data	Status
1	Instalação servidor para o software- Produção e Homologação	previsto para final de Jan/23		31/jan	OK
2	Instalação do software nos servidores de Produção e Homologação	Agendar data			Pendente
3	Redundância do servidor do software	Alinhar com equipe técnica da empresa responsável (Semana de 06/02)			Pendente
4	TAG integração de ordens	Informações das Tags para o processo de integração de ordens Savigent x software		06/fev	OK
5	OPC / Endereço IP / TAG referente a cada recurso	Lista com todos os recursos envolvidos no projeto Lista dos IPs (informação dos sensores) e sinais		06/fev	Pendente
6	Definições de Pequenas Paradas	Levantar o tempo que será considerado para considerar que a máquina está parada (para cada recurso)		06/fev	Pendente
8	Hierarquia - Grupo de Status, Status de paradas e detalhes			06/fev	Pendente
9	Hierarquia - Grupo de Refugo e Motivos de refugo			06/fev	Pendente
10	Hierarquia - Motivos justificativas baixa performance			06/fev	Pendente
11	Planilha - Lista de Produtos	Preenchimento da planilha de carga - Produto		10/fev	Pendente
12	Planilha - Cabeçalho Engenharia			10/fev	Pendente
13	Planilha - Operações Engenharia			10/fev	Pendente
14	Planilha - Lista de Insumos			10/fev	Pendente
15	Planilha - Lista de Usuários			10/fev	Pendente
16	Levantar a planta baixa de cada linha			10/fev	Pendente
17	Revisão Sumário Executivo			03/fev	Pendente

Fonte: Equipe de projeto.