



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ÉRICO VINÍCIUS CARNEIRO TEMÓTEO

**O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UM MES - *MANUFACTURING*
EXECUTION SYSTEM EM LINHAS DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE
LATICÍNIOS**

RUSSAS
2020

ÉRICO VINÍCIUS CARNEIRO TEMÓTEO

O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UM MES - *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* EM LINHAS DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará – *Campus Russas*, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^a Ms. Rochelly Sirremes Pinto.

RUSSAS
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- T278p Temóteo, Érico Vinicius Carneiro.
O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UM MES - MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM
EM LINHAS DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS / Érico Vinicius Carneiro Temóteo. –
2020.
80 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas,
Curso de Engenharia de Produção, Russas, 2020.
Orientação: Profa. Ma. Rochelly Sirremes Pinto.
1. MES (Manufacturing Execution System). 2. OEE (Overall Equipment Effectiveness). 3. Indústria
de laticínios. I. Título.

CDD 658.5

ÉRICO VINÍCIUS CARNEIRO TEMÓTEO

O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UM MES - *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* EM LINHAS DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará – *Campus Russas*, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Ms Rochelly Simerres Pinto

Prof^ª. Ms. Daiane de Oliveira Costa

Prof^ª. Dra. Josemeire Alves Gomes

Dedico este trabalho a minha mãe, Fátima Carneiro, meu maior exemplo de determinação e persistência, que está sempre me incentivando e não mediu esforços para a conclusão de mais uma etapa.

Ao meu pai, Virgílio Temóteo (*in memoriam*) que apesar das adversidades da vida, sinto sua presença me protegendo e dando forças todos os dias ao longo dessa caminhada.

Dedico às minhas irmãs, Ticianne e Elaine, que sempre me apoiam e estão ao meu lado nos melhores e piores momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meus caminhos e por todas as bênçãos concedidas até aqui. Sem Ele nada seria possível.

A minha mãe, minhas irmãs, meus avós Hilda Cunha e Raimundo Carneiro (*in memoriam*), meu padrasto e demais familiares e amigos que estão sempre presentes de alguma forma e acompanharam essa realização em minha vida.

A minha orientadora, Rochelly Sirremes, pela disponibilidade e incentivo ao longo deste estudo. A ela e demais professores, sou grato pelo conhecimento compartilhado durante o período de graduação.

Aos meus colegas de turma e grandes amigos que estiveram comigo durante todos os momentos, sempre me apoiando e fortalecendo, do início ao fim desta etapa. A eles minha gratidão por todos os momentos vividos juntos nessa caminhada.

RESUMO

O MES (*Manufacturing Execution System*) compreende um sistema de gestão que utilizado no chão-de-fábrica busca realizar o controle da produção, além da geração de indicadores de desempenho do processo, baseados na visualização e monitoramento do processo em tempo real, tendo em vista, o fornecimento de informações que levam a uma melhor eficiência operacional. Com base nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo detalhar o processo de implantação de um sistema MES em uma indústria do setor de laticínios, localizada no Estado do Ceará. Para isso, foi realizado um estudo de caso numa empresa do segmento com fins exploratórios, onde analisou-se os cenários antes e depois da utilização do referido *software*. Como resultados, foi possível mensurar o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dos dois cenários, e assim, analisar os valores reais de tal ferramenta, bem como as distorções geradas pela coleta manual das informações do processo.

Palavras-chave: MES (*Manufacturing Execution System*). OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Indústria de laticínios .

ABSTRACT

The MES (Manufacturing Execution System) comprises a management system that used on the shop floor seeks to control production, in addition to the generation of process performance indicators, based on the visualization and monitoring of the process in real time, taking into account view, providing information that leads to better operational efficiency. Based on this context, the present work aims to detail the process of implementing a MES system in a dairy industry, located in the State of Ceará. For this, a case study was carried out in a company in the segment for exploratory purposes, where the scenarios were analyzed before and after the use of that software. As a result, it was possible to measure the OEE indicator (Overall Equipment Effectiveness) of the two scenarios, and thus, to analyze the real values of such tool, as well as the distortions generated by the manual collection of the process information.

Keywords: MES (Manufacturing Execution System). OEE indicator (Overall Equipment Effectiveness). Dairy industry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo da evolução tecnológica de sistemas.....	20
Figura 2 - Pirâmide de automação industrial.....	23
Figura 3 - Modelo proposto pelo MESA.....	25
Figura 4 - Etapas da pesquisa.....	33
Figura 5 - Coletor de informações do sistema PW-1.....	37
Figura 6 - Cronograma realizado na implantação do sistema.....	39
Figura 7 - Passo-a-passo da implantação do sistema.....	40
Figura 8 - Cadastro dos primeiros dados gerais da empresa.....	42
Figura 9 - Lista de usuários.....	43
Figura 10 - Agenda de horários dos turnos de produção.....	44
Figura 11 - Lista de áreas responsáveis pelos motivos de paradas.....	44
Figura 12 - Cadastro dos níveis de eficiência por máquina.....	45
Figura 13 - Cadastro de Estrutura de Produto.....	46
Figura 14 - Cadastro de parada.....	48
Figura 15 - Lista de paradas cadastradas no sistema.....	49
Figura 16 - Lista de operadores cadastrados no sistema.....	50
Figura 17 - Lista de refugos cadastrados no sistema.....	51
Figura 18 - Menu Principal.....	52
Figura 19 - Monitor <i>Online</i>	53
Figura 20 - Visão geral dos índices de OEE na indústria.....	56
Figura 21 - Gráfico do índice de OEE por máquina.....	57
Figura 22 - Gráfico do tempo de parada pelo motivo.....	58
Figura 23 - <i>Dashboard</i> de acompanhamento de uma máquina.....	58
Figura 24 - <i>Timeline</i>	59

Figura 25 - Manômetros da linha do suco.....	59
Figura 26 - Disponibilidade, Performance e Qualidade - Antes e após a implantação do Pw-1.....	61
Figura 27 - Comparativo dos índices de OEE antes e após a implantação do Pw-1.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições do MÊS.....	22
Quadro 2 - Pilares e funcionalidades do MESA.....	26
Quadro 3 - Componentes do OEE.....	30
Quadro 4 - Tipos de produtos por setor.....	35
Quadro 5 - Ciclos padrão por produto.....	47
Quadro 6 - Descrição dos ícones disponíveis no Monitor <i>Online</i>	53
Quadro 7 - Funcionalidades do MES após a implantação do Pw-1.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- APS *Advanced Planning & Scheduling* (Planejamento Avançado de Produção)
- CAD *Computer aided design* (Desenho auxiliado por computador)
- CAM *Computer Aided Manufacturing* (Manufatura Auxiliada por Computador)
- CEP Controle Estatístico de Processo
- CIM *Computer-Integrated Manufacturing* (Manufatura integrada por computador)
- CLP *Programmable Logic Controller* (Controlador Lógico Programável)
- CNC *Computer Numeric Control* (Comando numérico computadorizado)
- ERP *Enterprise Resources Planning* (Planejamento de Recursos Empresariais)
- FMS *Flexible Manufacturing System* (Sistema flexível de manufatura)
- MES *Manufacturing Execution System* (Sistema de Execução da Manufatura)
- MRP *Material Requirement Planning* (Planejamento das Necessidades dos Materiais)
- MTBF *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas)
- MTTR *Mean Time To Repair* (Tempo Médio para Reparo)
- OEE *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global do Equipamento)
- OP Ordem de Produção
- OPT *Optimized Production Technology* (Tecnologia da produção otimizada)
- PCP Planejamento e Controle da Produção
- POP Procedimento Operacional Padrão
- SKU *Stock Keeping Unit* (Unidade de Manutenção de Estoque)
- TEEP *Total Effectiveness Equipment Performance* (Efetividade Global do Equipamento)
- TPM Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	17
<i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>17</i>
<i>1.1.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>17</i>
1.2 Justificativa	17
1.3 Estrutura do trabalho.....	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 Sistemas de informação	20
2.2 MES (<i>Manufacturing Execution System</i>)	22
2.3 Pilares do MES.....	26
<i>2.3.1 Capacidade produtiva</i>	<i>28</i>
<i>2.3.2 OEE - Overall Equipment Effectiveness (Eficiência Global do Equipamento).....</i>	<i>30</i>
2.4 Setor de Laticínios	32
3. METODOLOGIA.....	34
3.1 Caracterização da pesquisa.....	34
3.2 Etapas de realização da pesquisa	34
4. ESTUDO DE CASO	36
4.1 A empresa	36
4.2 Sistema Pw-1	38
4.3. Cenário 01: Antes da implantação do Pw- 1	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1 A implantação do sistema MES.....	41
5.2 Levantamento de dados.....	42
5.3 Cadastros	43
<i>5.3.1 Cadastros Iniciais.....</i>	<i>43</i>
<i>5.3.2 Cadastros de Engenharia</i>	<i>47</i>
<i>5.3.3 Cadastros Básicos</i>	<i>51</i>
5.4 Treinamentos.....	54
5.5 Monitoramento da fábrica com o sistema Pw-1.....	55

5.6 Cenário 02: Depois da implantação do Pw-1.....	63
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICE A - FLUXO DO PROCESSO PRODUTIVO DO SETOR DE FERMENTADOS	74
APÊNDICE B - MODELO DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) ELABORADO.....	75
ANEXO A - MODELO DO APONTAMENTO MANUAL DE EFICIÊNCIA DE MÁQUINA	76
ANEXO B - MODELO DA PLANILHA ELETRÔNICA DE APONTAMENTO DE EFICIÊNCIA DE MÁQUINA.....	78
ANEXO C - MODELOS DOS REGISTROS DE TREINAMENTOS COM OPERADORES DE MÁQUINAS E GESTORES	79

1. INTRODUÇÃO

As últimas estatísticas apresentadas pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura), no ano de 2017, mostram que a produção mundial de leite cresceu de 801,2 para 827,9 bilhões de litros, o que representa um aumento de 3,3% entre um ano e outro. Enquanto no Brasil a produção é feita por vacas de diferentes raças, cerca de 18,4% da produção mundial é oriunda da ordenha de búfalas, camelas, cabras e ovelhas.

Conforme apresentado no anuário do leite de 2019, a produção no Brasil atingiu a marca dos 33,5 bilhões de litros no ano de 2017, estado os produtores espalhados por todo o país. A região sul representa 35,7% do total produzido, seguido do Sudeste com 34,2%, do Centro-oeste com 11,9%, do Nordeste com 11,6% e do Norte com 6,5%.

Sendo considerado um dos segmentos mais dinâmicos da economia brasileira, o setor de laticínios é tido como pioneiro na realização da transformação digital, sendo esse mais um efeito da Revolução 4.0 na qual o mundo está passando. Por apresentar uma extensa e complexa cadeia de valor, além de estar presente em todo o território nacional, a transformação nesse mercado promete apresentar fortes impactos oriundos da maximização da utilização dos recursos.

Dessa forma, observa-se que o ambiente econômico está cada vez mais desafiador, o que impulsiona ainda mais a competitividade entre as organizações, as rápidas mudanças e os avanços tecnológicos. Esse cenário tem exigido que elas se adaptem de forma rápida, sendo o investimento em tecnologia e desenvolvimento de ferramentas fortes aliados no enfrentamento desses desafios, auxiliando na tomada de decisão e nas novas oportunidades de crescimento.

Diante dessa perspectiva, os avanços tecnológicos estão contribuindo para que as organizações se adaptem às tendências do mercado, visando atender os consumidores que estão cada vez mais exigentes e firmes na busca por qualidade e melhores preços. Para isso, uma das principais medidas adotadas diante desse cenário é a busca por técnicas que visam a redução de custos e o aumento da produtividade, por meio da otimização de recursos e melhorias dos processos.

Segundo Slack *et al.*, (2009), o desempenho de uma empresa está relacionado ao gerenciamento de seus recursos. Dessa forma, quanto mais esses estiverem integrados por intermédio do sistema, melhor será o controle e conseqüente resultado da produção.

Esse desempenho pode ser mensurado através de indicadores que consistem em ferramentas básicas capazes de aferir os processos organizacionais e apontar possíveis alterações no horizonte planejado. Essa afirmação é defendida por Tangen (2003) ao defender a importância dos indicadores para a medição de aspectos como a qualidade e a produtividade.

Nesse sentido, a utilização desses dados é de grande relevância para a tomada de decisão por parte dos gestores e a disponibilização da informação a qualquer momento e lugar tem se tornado um diferencial competitivo no âmbito das ferramentas de gestão. De acordo com Godoy (2009) os indicadores de desempenho buscam expressar a realidade e que junto a eles estão diferentes ferramentas de gestão, as quais estão sendo alvo de grandes investimentos por parte das empresas que buscam precisão e praticidade na coleta, apresentação e análise de dados.

Para tal, é imprescindível a existência de um sistema capaz de efetuar a gestão de operações dentro das empresas e gerar informações atualizadas em tempo real. Esses sistemas são chamados MES (*Manufacturing Execution System*). Por meio de medições e análise imediata das informações, essas ferramentas geram vários indicadores sobre o desempenho dos processos, tais como: tempos de ciclo das máquinas, índice de manutenção, tempos de *setup*, índice de refugo, produtividade de linhas de montagem, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), entre outros.

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é uma ferramenta indispensável adotada por empresas do mundo todo, a qual viabiliza a realização do acompanhamento de indicadores de desempenho, identificação e redução de perdas, além de contribuir para a adoção de práticas de flexibilização da produção e aumento da qualidade. Dessa forma, o processo produtivo passa a ser analisado com base na disponibilidade, qualidade e desempenho.

Com base nesse cenário, o presente trabalho tem como objetivo o de detalhar o processo de implantação de um sistema MES em linhas de produção de uma indústria de laticínio e com base nos resultados das operações, mensurar o OEE antes e depois da utilização do *software*. A sua importância é justificada a partir do reconhecimento de que o monitoramento de indicadores corretos é fundamental para auxiliar na tomada de decisões estratégicas e táticas de uma organização. Porém, a dificuldade para realizar ações como essa ainda é realidade em alguns lugares, impossibilitando na maioria dos casos informações confiáveis.

Ademais, não se trata apenas da necessidade de ter os indicadores, mas também de como eles são apresentados e as ações que são tomadas a partir disso. Dessa forma, a implementação de ferramentas como o OEE é uma excelente opção quando se tem uma real necessidade de equilibrar aspectos importantes como a produtividade dos equipamentos e qualidade das entregas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo descrever o processo de implantação de um sistema de gestão *online* em linhas de produção de uma indústria de laticínios, bem como algumas de suas funcionalidades, comparando-as entre o antes e depois da implantação.

1.1.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos deste trabalho foram definidos:

- Levantar os principais conceitos com base na bibliografia dos sistemas MES;
- Descrever o processo de implantação de um sistema de gestão online em linhas de produção de uma indústria de laticínios;
- Treinar os operadores de máquinas para a utilização do coletor de informações;
- Treinar os gestores de produção para acompanhar os resultados fornecidos pelo sistema;
- Validar os resultados obtidos com o uso do *software*;
- Realizar a comparação da eficiência global das máquinas antes e depois da implantação do sistema de gestão.

1.2 Justificativa

O monitoramento de indicadores é fundamental para auxiliar na tomada de decisões estratégicas e táticas de uma organização. Partindo desse princípio, a motivação para sustentar o presente trabalho surgiu da importância da utilização de um sistema de

gestão para o acompanhamento dos resultados de linhas de produção de uma indústria de laticínios, com o intuito de fornecer informações em tempo real do OEE - *Overall Equipment Effectiveness*, um indicador muito utilizado para a análise do desempenho global dos equipamentos.

Um sistema de gestão é um conjunto de ferramentas (*hardwares e softwares*) que tem como objetivo organizar os dados de uma empresa de forma automática, permitindo o gerenciamento e controle das informações. O MES é um tipo de sistema de gestão que auxilia no controle da produção por meio do monitoramento online das atividades realizadas no processo produtivo. Diversos fatores podem ser apontados como benefícios de um sistema MES quando bem utilizado, dentre eles estão: redução dos custos de mão de obra, diminuição dos tempos de produção, apoio a manufatura enxuta, apoio a melhoria contínua, maior confiabilidade dos índices produtivos e aumento do índice de OEE.

Essa afirmação é defendida por Salatiel (2008) ao dizer que em indústrias alimentícias é usual a utilização do monitoramento contínuo dos processos, de forma que a detecção e correção de não-conformidades seja realizado em poucos minutos. No entanto, o que se observa na maioria das vezes, é que embora essas ferramentas sejam largamente difundidas e utilizadas no chão fabril, em muitas empresas, ainda se faz uso de controle e monitoramento manual, distorcendo as informações dos processos.

Na empresa, foco do estudo, essa situação não é diferente. Os relatórios do processo produtivo são preenchidos manualmente. O alto número de linhas de produção faz com que os gestores percam muito tempo no processo de análise e tomada de decisão, além de possuir o risco de não tratar de dados apontados corretamente, gerando incerteza nos resultados obtidos.

Nesse caso, o uso de um sistema de gestão irá permitir a substituição de dados arquivados de forma manual, garantindo assim, respostas rápidas sobre os recursos aplicados no chão de fábrica e a confiabilidade nos dados apresentados. Dessa maneira, o estudo realizado poderá ainda contribuir na melhoria contínua da empresa em que foi aplicado e também no incentivo que pode auxiliar outras empresas a implantarem um sistema de gestão.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está segmentado em capítulos. O capítulo 1 compreende a introdução, contextualização do problema, os objetivos e a justificativa acerca da escolha do tema e as contribuições esperadas.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica acerca dos conceitos fundamentais sobre sistemas de informação, implantação e impactos gerados em uma organização. Também serão apresentados conceitos relevantes para escolha do sistema e para análise diária dos indicadores.

No capítulo 3 será detalhada a metodologia utilizada neste trabalho, estando dividida em duas partes: caracterização da pesquisa e etapas da realização do estudo. O capítulo 4 aborda o estudo de caso. Em seguida, no capítulo 5, serão apresentados os resultados e discussões, contemplando o desenvolvimento e detalhamento da implantação do sistema de gestão, além de um comparativo entre o antes e depois.

Por fim, no capítulo 6, serão apresentadas as considerações finais do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de informação

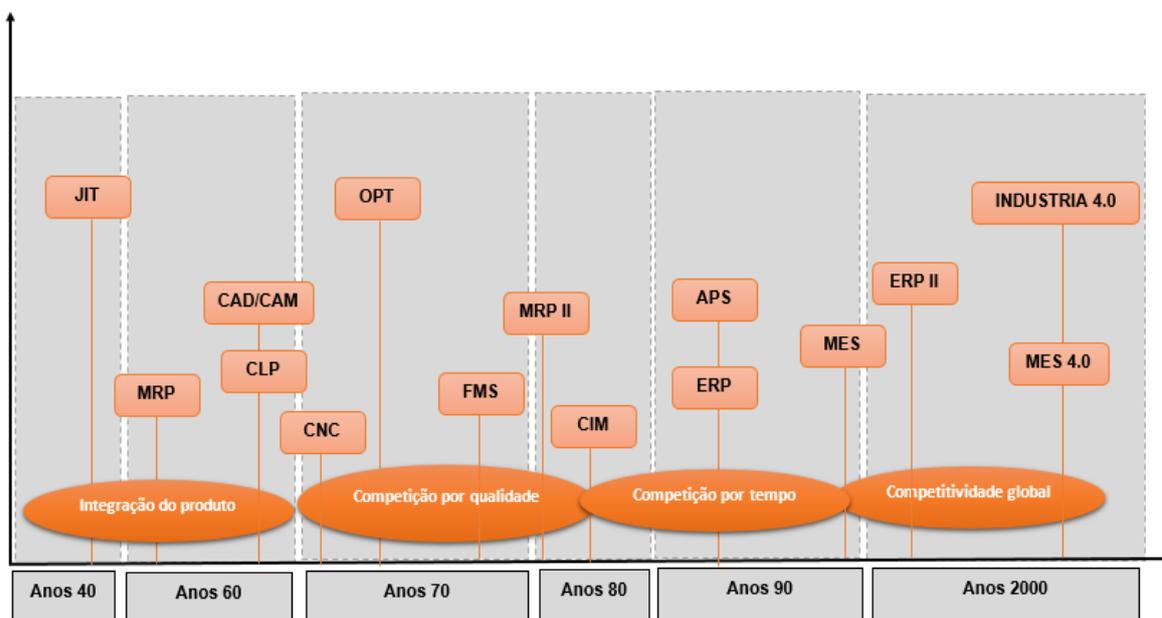
A tecnologia é uma forte aliada e indispensável da indústria, sendo esse fato justificado pela busca constante dos administradores por ferramentas que os ajudem a enfrentar os desafios diários. Conforme apresentado por Rezende e Abreu (2003), os sistemas são produtos de suma importância utilizados no meio empresarial, tendo como objetivo auxiliar em processos de decisão.

Eles podem ser definidos como partes que interagem entre si para alcançar um objetivo, ou ainda como “partes interagentes e interdependentes que conjuntamente formam um todo unitário com determinados objetivos e efetuam determinadas funções” (REZENDE; ABREU, 2003). Essa afirmação é defendida por Matsubara (2014) ao pontuar que esses sistemas procuram integrar os diversos setores da cadeia produtiva, visando um diferencial competitivo em meio ao mercado.

Nas organizações os gestores devem ter uma visão clara da abordagem do sistema, das pessoas, dos processos e das atividades, assim como de recursos financeiros, tecnológicos e de materiais, visto que tudo deverá estar integrado. Dessa forma, as empresas devem ter determinados os indicadores que precisam ser apresentados, sendo estes o retrato do desempenho e resultado das ações realizadas, servindo de apoio para a tomada de decisão.

Nesse sentido, as ferramentas tecnológicas e a utilização de sistemas sempre se mostraram como alternativas viáveis no gerenciamento e monitoramento dos processos. Sua utilização no âmbito da manufatura não é algo recente. Esses sistemas, receberam, ao longo do tempo, fortes influências e contribuições de várias outras técnicas já passadas, que foram imprescindíveis na formação e desenvolvimento dos sistemas atuais. A Figura 1, ilustra uma evolução tecnológica desses sistemas no decorrer do tempo.

Figura 1 - Linha do tempo da evolução tecnológica de sistemas.



Fonte: Adaptado de Matsubara (2014)

Onde

SIGLA	DO INGLÊS	TRADUÇÃO
JIT	<i>Just in time</i>	Na hora certa
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>	Planejamento das Necessidades dos Materiais
CAD	<i>Computer aided design</i>	Desenho auxiliado por computador
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>	Manufatura Auxiliada por Computador
CLP	<i>Programmable Logic Controller</i>	Controlador Lógico Programável
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>	Comando numérico computadorizado
OPT	<i>Optimized Production Tecnology</i>	Tecnologia da produção otimizada
FMS	<i>Flexible Manufacturing System</i>	sistema flexível de manufatura
CIM	<i>Computer-Integrated Manufacturing</i>	Manufatura integrada por computador
APS	<i>Advanced Planning & Scheduling</i>	Planejamento Avançado de Produção
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>	Planejamento de Recursos Empresariais
MES	<i>Manufacturing execution system</i>	sistemas de execução de fabricação
INDÚSTRIA 4.0	Quarta revolução industrial	

Fonte: Adaptado de Matsubara (2014)

A Figura acima mostra uma linha do tempo da evolução e desenvolvimento de várias técnicas usadas dentro dos sistemas de gestão de operações. Dentre eles, encontra-se o ERP criado na década de 90 com o intuito de auxiliar na tomada de decisões gerenciais e a troca de informações com outros sistemas dentro das organizações (GIACON, MESQUITA, 2011; CORRÊA, GIANESI, CAON, 2013).

No entanto, em suas pesquisas, Kleitti (2007) relatam algumas carências dentro desses sistemas. Carências essas que foram também abordadas por Hello *et al.*, (2014). Esses estudos observaram a necessidade de controle de ciclos produtivos mais rápidos,

sendo o oposto dos gerados, até então, pelos sistemas ERP. A busca por um sistema mais específico ocasionou o surgimento do MES nos anos 90.

Posteriormente, com o surgimento do conceito designado como indústria 4.0, popularmente conhecido como quarta revolução industrial, na qual engloba automação e novas tecnologias para as fábricas, deixando-as inteligentes, nasce com isso o MES 4.0. Esse sistema permite avaliar se o planejamento está sendo executado e detectar desajustes em tempo real. Dessa forma, é possível realizar correções antes que os problemas interfiram no resultado final, ou seja, na qualidade dos produtos e nos prazos de entrega.

2.2 MES (*Manufacturing Execution System*)

O MES é um sistema utilizado para realizar o monitoramento da linha de produção em tempo real, sendo este instalado no chão de fábrica. Para sua utilização, os dados podem ser coletados de forma manual ou automática. Em posse dessas informações, o gestor conseguirá tomar decisões diversas que poderão reduzir e até eliminar possíveis problemas que surjam na produção.

Esses sistemas têm como principal finalidade o aumento significativo da produtividade por meio da otimização de processos e melhoria no aproveitamento dos recursos disponíveis. Com relação às suas características, estas, relacionam-se com os tipos de produto produzidos, o volume de produção, o perfil dos clientes e fornecedores, bem como os padrões de qualidade e controle implementados.

Na literatura é comum encontrar diferentes conceitos e definições com relação a esses sistemas. Essa definição vem sendo trabalhada e difundida entre autores, empresas e organizações ao longo dos anos. O Quadro 1 mostra algumas das principais definições sobre esses sistemas na visão de diferentes autores.

Quadro 1 - Definições do MES

Definição	Autor
É um sistema que proporciona uma comunicação eficiente entre a produção e outras áreas como a contabilidade, o controle da produção, compras, pesquisa e desenvolvimento, qualidade e entre outros	Hwang (2006)
É um sistema de monitoramento de produção em tempo real aplicado no controle no chão-de-fábrica. A coleta de dados pode ser automática ou manual.	Vanderlei e Muniz (2008)
Ele é um sistema de controle para gerenciamento e monitoramento de estoque em processo em um chão-de-fábrica	Berti (2010)
É um sistema de tecnologia da informação usado para gerenciar e planejar recursos, equipamentos, operadores e inventários.	Sedano <i>et al.</i> (2011)
São tecnologias que podem auxiliar no aumento da produtividade nas plantas industriais	Zayati <i>et al.</i> , (2012)
É um sistema de alta performance, que atua no chão-de-fábrica, possibilitando ser customizado para atender as necessidades de uma empresa	Vargas (2016)
É um sistema intermediário entre os Sistemas de Controle Industrial (ICS) e aplicativos corporativos, tais como o Planejamento dos Recursos da Empresa (ERP).	Costa (2019)
É um sistema específico para o controle do chão-de-fábrica, incluindo todo o aparato de controladores lógicos e computadores que executam o processo de controle e supervisão da manufatura	Mesa (2020)

Fonte: Autor (2020)

Com base nos conceitos encontrados na literatura percebe-se uma certa convergência por parte dos autores ao retratar a definição de um sistema MES. Dentre os conceitos levantados percebe-se que alguns trazem consigo a ideia de que essa ferramenta auxilia diretamente na gestão de recursos produtivos (BERTI, 2010; SEDANO *et al.*, 2011). Essa ideia é reafirmada por Zayati *et al.*, (2012) ao mencionar que o mesmo proporciona o aumento da produtividade.

Outros autores compartilham da ideia de que esse sistema atua com base no compartilhamento de informações de outros setores da organização (HWANG, 2006) e que podem ser adaptados conforme a necessidade e realidade de qualquer empresa (ZAYATI *et al.*, 2012; VARGAS, 2019). No entanto, outros direcionam sua atuação ao chão-de-fábrica (VANDERLEI; MUNIZ, 2008; BERTI, 2010; VARGAS 2016; MESA; 2020).

Costa (2019) em seu conceito, relaciona o MES aos sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*), delimitando-o como um elo intermediário. Essa ideia também é defendida por Berti (2010) ao afirmar que eles surgiram para preencher a lacuna existente

entre os sistemas de planejamento de manufatura (ERP, MRP, MRPII etc.). Isso se deve ao fato de que o MES relaciona diversas atividades como: ordens de produção, fluxo de materiais, controle de qualidade, operações padronizadas, recursos humanos, entre outros, ao ERP utilizado pela empresa, para que ambos funcionem de forma integrada.

Ainda segundo Berti (2010) antigamente, a maioria das informações era trocada manualmente entre os níveis de automação e o nível de ERP. A resolução entre a troca de informações entre esses dois níveis chegava a dias. Com o desenvolvimento do MES, que se posicionou entre o nível de produção e o nível de gestão empresarial (ou corporativa), foi criado o nível de gestão da produção.

Segundo Jamil (2001), o ERP é um sistema que permite às organizações a realização da modelagem das informações que possui, integrando-as de acordo com as funções operacionais. Já o MES permite o fluxo de dados entre projeto, processos e sistemas de manufatura, conseqüentemente uma interface entre os dois sistemas deve existir. O tipo e a extensão da troca de dados dependem dos sistemas instalados na empresa.

É importante lembrar que esse sistema de gestão da produção não é autossuficiente e frequentemente é implementado para proporcionar a troca de informações com o sistema ERP. Dessa maneira, é possível diferenciar esses tipos de sistema de acordo com os níveis de visão que possuem. Enquanto que o primeiro tem uma visão micro que pode estar focada nas informações de produção de uma determinada unidade fabril. O segundo tem uma visão mais completa da organização por atuar em todas as áreas. Por outro lado, vale ressaltar que esses sistemas não são substituídos um pelo outro, mas que se complementam. A Figura 2 mostra a pirâmide da automação industrial, ilustrando a interface entre os sistemas.

Figura 2 - Pirâmide de automação industrial



Fonte: TGN Brasil (2020)

A Figura 2 apresenta a relação entre os sistemas, por meio da qual é possível entender suas funcionalidades e aplicações. No topo da pirâmide está o ERP, que atende o nível corporativo da organização. No meio encontra-se o MES, que atende o nível de gestão da produção. E logo abaixo, na base da pirâmide, temos a Supervisão e Controle, que atende o nível operacional e é amparado pelo controle de máquinas e recolhimento de dados. O ERP não consegue acompanhar o alto volume dos dados em tempo real, logo, o MES tem a função de suprir essa deficiência estrutural, acompanhando as informações geradas e atuando, com flexibilidade, para atender às necessidades das atividades operacionais.

Segundo Hwang (2006), a utilização do MES com outras metodologias, como o *Six Sigma*, podem proporcionar uma melhora nos resultados, gerando valor agregado a produção, aumentando as entregas e tornando a empresa ainda mais competitiva. Também podem ser citados como benefícios: Auxílio à melhoria contínua, ampliação da qualidade dos produtos finais e da visualização das atividades realizadas no chão de fábrica, redução de custos e da perda de materiais, auxílio na gestão de estoque e entre outros.

Dada a lista de funções do MES, Stano *et al.*, (2011) as separa em dois grupos: Principais e de suporte. No primeiro estão aquelas associadas ao gerenciamento da produção - Ordens de serviço, estações de trabalho, monitoramento do inventário e coleta de dados. Já no segundo estão atividades periféricas como gerenciamento da manutenção e de documentos, análise de dados, controle estatístico de processos e entre outros.

Em um artigo apresentado pela TOTVS, uma das principais empresas fornecedoras de sistemas de gestão, relata que a implementação de soluções como o MES promove a otimização de atividades e dão mais controle aos gestores. Essa necessidade de

modernização e automatização de processos surge como uma exigência da Indústria 4.0 para que as empresas se desenvolvam e se tornem mais competitivas.

A possibilidade de concentrar as informações e processos da empresa na ferramenta garantem que os gestores tenham um maior controle sobre essas atividades, além de que seu uso permite acesso rápido e em qualquer lugar. Assim, a tomada de decisão tende a ser mais assertiva, contribuindo para o desenvolvimento de toda a empresa.

Ademais, a possibilidade de automatização de alguns processos contribui para a redução de erros e falhas, além de permitir que seja feita uma realocação dos colaboradores para atividades mais importantes e que exijam mais atenção. Como resultados têm-se: processos otimizados e com a qualidade mantida, redução de retrabalhos e uma gestão eficaz.

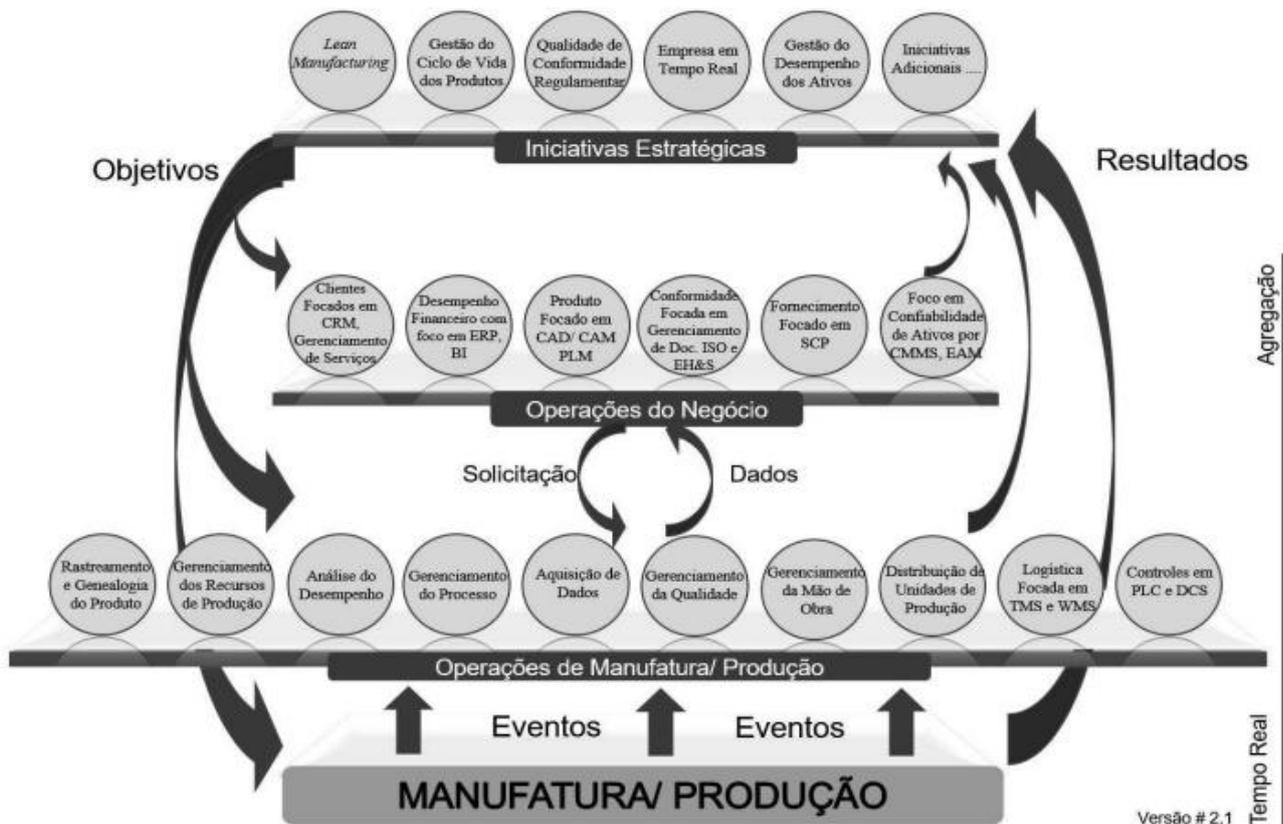
2.3 Pilares do MES

Os pilares do MES são constituídos por um conjunto de funcionalidades consideradas como importantes para servir de base para a gestão de operações no que se refere a um sistema de gestão. É importante ressaltar que todas essas funcionalidades podem se sobrepor dependendo do tipo de indústria, ambiente de produção e aplicação.

Na literatura existem algumas convergências entre alguns autores e organizações com relação a esses pilares. Entretanto, para este estudo, será utilizada a proposta feita pela MESA (2020). Essa entidade representa os principais desenvolvedores de softwares e possui amplitude global, assessorando consultores, analistas, editores, acadêmicos e empresas parceiras que comercializam e implantam esses sistemas.

A Figura 3 mostra o modelo MESA, compreendendo seus objetivos e os pilares. Dentre os pilares propostos por tal modelo estão: gerenciar os recursos produtivos; os recursos do processo; a mão-de-obra; a manutenção; a executar a programação e sequenciamento das operações; distribuir as unidades de produção; efetuar a análise do desempenho; controlar os documentos; a rastreabilidade e genealogia do produto. Já o Quadro 2 mostra um detalhamento desses pilares com relação as funcionalidades desse tipo de sistema.

Figura 3 - Modelo proposto pelo MESA



Fonte: Adaptado do MESA (2020)

Quadro 2 - Pilares e funcionalidades do MESA

Pilares do MES	Funcionalidades
Gerenciamento do processo	Gerenciar os fluxos do produto e trabalho com relação ao planejado Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para execução da tarefa
Gerenciamento da mão-de-obra	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores) Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão-de-obra utilizada nas operações
Rastreabilidade e genealogia do produto	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos
Gerenciamentos dos recursos de produção	Gerenciar equipamento, os status/ anomalias e informações críticas Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais
Coleta de dados	Reduzir o tempo e os erros nas coletas de dados Possibilitar as transferências de dados e informações dos processos
Gerenciamento da manutenção	Gerenciar as quebras, falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviços
Programação e sequenciamento das operações	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações Facilitar e agilizar a programação/reprogramação da produção e retorno de informações acerca dos produtos
Análise do desempenho das operações	Gerenciar os índices OEE e TEEP Gerenciar a aderência ao plano de produção Gerenciar os tempos de engenharia
Gerenciamento da qualidade	Disponibilizar fácil acesso às informações de indicadores a operadores, analistas e gestores Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade

Fonte: Adaptado de Vargas (2016)

O quadro acima mostra as inúmeras funcionalidades de um sistema MES dentro de uma organização, através dos pilares que compõem a base do modelo. Entretanto, apesar de proporcionar todas essas funções, o presente estudo irá focar na análise de desempenho das organizações. Este pilar, de forma geral permite analisar resultados provenientes de vários outros pilares, como por exemplo: disponibilidade de recursos, a qualidade, os ciclos de produção, a performance dos processos, entre outros. Todos esses resultados contribuem com a análise da aderência ao plano de produção definido previamente.

Afora isso, todos esses aspectos permitem mensurar o índice OEE (Eficiência Global do Equipamento). Esse indicador permite confrontar os tempos de engenharia com o real ocorrido durante a realização de determinada atividade. Para tal, o *software* escolhido se baseia nos percentuais de qualidade, disponibilidade e performance das máquinas.

Esse indicador possibilita melhorias significativas, ao identificar os gargalos produtivos, as restrições do processo, e sua eficiência. De posse desses valores a empresa contará com um conjunto de informações para a tomada de decisão, de forma melhorar seu processo e aumentar sua produtividade, principalmente, no que diz respeito ao aumento da capacidade produtiva das máquinas e da empresa como um todo.

2.3.1 Capacidade produtiva

A partir das previsões de demanda é possível calcular quanto se deve produzir e em quanto tempo, de acordo com os insumos disponíveis pela indústria. Essas previsões podem ser feitas por métodos quantitativos e/ou qualitativos, afim de se obter dados assertivos baseados em registros anteriores e situações do mercado atual. A capacidade produtiva está diretamente relacionada com a previsão de demanda, podendo identificar se os insumos existentes, se combinados da melhor maneira e operando da forma mais eficiente é capaz de atender as demandas futuras.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2007), a capacidade de produção pode ser entendida como o maior resultado de atividades que agregam valor ao produto em um determinado período de produção, operando em suas condições normais. Logo, todo o processo de transformação da matéria-prima em determinado produto deve ser considerado para o cálculo da capacidade produtiva.

Influenciando diretamente na lucratividade e na eficiência do processo, esse indicador, segundo Corrêa Corrêa (2007), pode ser definido como “o volume máximo de potencial de atividade de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação”.

Slack; Chambers; Johnston (2009) apontam alguns aspectos que são impactados pelas decisões tomadas pela gerência acerca da capacidade e planejamento e dentre eles estão: os custos de produção, capital de giro, confiabilidade, flexibilidade no atendimento a demanda e qualidade dos bens ou serviços.

Os custos são contabilizados de acordo com a demanda ou nível de produção, a qual deve estar equilibrada com a capacidade produtiva, de modo que a subutilização da capacidade pode gerar um alto custo unitário (SLACK *et al.*, 2009). De modo semelhante está a geração de receitas, a qual poderá ser comprometida caso não seja atendida a demanda apresentada.

Outro aspecto de desempenho a ser afetado pela capacidade produtiva é o capital de giro, o qual poderá ser utilizado, a partir de uma tomada de decisão estratégica, para produzir bens acabados como uma forma de antecipar a demanda e assegurar que a demanda será atendida a qualquer momento. Porém, é importante ressaltar o cuidado que se deve ter com os níveis de estoque para que esse não gere um custo excessivo (SLACK *et al.*, 2009).

O referido autor ainda cita a qualidade como mais um aspecto de desempenho a ser afetado pelo planejamento e controle da capacidade produtiva, ademais quando observado a partir de uma ótica em que é a contratação de novos colaboradores, mediante necessidade de ampliação da produção, podem aumentar a probabilidade de erros. Portanto, é necessário se ter um treinamento e acompanhamento que garante que a qualidade seja mantida, independente do operador que esteja trabalhando.

A velocidade de resposta a solicitação do cliente é mais um importante fator que pode variar com o controle da capacidade produtiva, visto que se tem duas situações: uma em que o aumento do estoque garantirá a entrega a qualquer momento e outra em que o cliente terá que esperar um tempo até a entrega do produto final. Slack *et al.*, (2009) cita também a confiabilidade do fornecimento, aspecto importante a ser visto especialmente quando a demanda está próxima à capacidade máxima da produção, momento em que se torna mais difícil lidar com interrupções.

Por fim, Slack *et al.*, (2009) cita a flexibilidade, especialmente em relação ao volume de produção. Especialmente em que se tem um equilíbrio entre a demanda e a capacidade produtiva, o sistema deve estar preparado para receber um inesperado aumento do volume de produção. Como forma de tentar minimizar os efeitos sobre esses aspectos, podem ser utilizadas diferentes técnicas de previsão de demanda que consideram a capacidade produtiva do sistema, evitando que se tenham problemas que venham a prejudicar o atendimento a demanda.

2.3.2 OEE - Overall Equipment Effectiveness (Eficiência Global do Equipamento)

Sendo apresentada a primeira vez por Nakajima, a ferramenta OEE é fundamental do processo de maximização da eficiência dos equipamentos, sendo essa feita pela geração de indicadores e relatórios que permitam a realização de uma análise detalhada. Conforme dito por Santos e Santos (2007), por meio dela é possível medir melhorias alcançadas a partir da utilização da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total).

Moraes (2004) afirma que durante os procedimentos realizados pelas máquinas, surgem inúmeras falhas que afetam diretamente na eficiência das mesmas. Essas falhas devem ser consideradas no momento de programar a metodologia TPM. Também amplamente utilizada no *lean manufacturing*, a OEE é utilizada para quantificar o grau de eficiência do desempenho dos equipamentos, considerando a capacidade e o tempo de execução planejada (ZUASHKIANI *et al.*, 2011).

Além disso, a OEE é trabalhada de acordo com princípios abordados pela teoria das restrições, troca rápida de ferramentas, manutenções programadas e pequenas paradas na linha de produção, equilíbrio entre capacidade produtiva e produção, entre outras ferramentas que visam o aumento da produtividade (HANSEN, 2006).

A busca pela eficácia e baixo custo de produção com qualidade garantida, é algo pelo qual as empresas estão se esforçando a cada dia mais, ainda mais em um cenário como o atual em que as mudanças acontecem a todo momento e de forma rápida. Além disso, o perfil do cliente tem mudado e com ele surge um olhar crítico na qual são escolhidos produtos e serviços que ofereçam um maior valor agregado.

Segundo Hansen (2006), a OEE surge como uma ferramenta muito importante ser utilizada por equipes que buscam identificar e eliminar a raiz de problemas,

contribuindo assim para a implantação de melhorias. Além disso, seu uso viabiliza o acompanhamento de indicadores como disponibilidade, velocidade e qualidade.

O índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE) é, portanto, o método capaz de quantificar determinado processo, mensurando e monitorando as atividades realizadas por uma máquina em sua velocidade nominal, sem paradas e atendendo os quesitos de qualidade, com o objetivo de melhorar a eficiência e eficácia do equipamento. Através desse cálculo, é possível fazer um comparativo entre a eficiência desejável e a eficiência real.

Para cada produto, as áreas da empresa devem ser capazes de resolver questões como: Quantidade de unidades produzidas conforme as especificações determinadas, quantidade que está seguindo para a fase seguinte, quanto tempo foi programado para a produção do item e qual o tempo ideal ou tempo de ciclo teórico. Hansen (2006) diz que com base nos dados obtidos e na análise dos principais processo e equipamentos, os resultados de eficiência devem ser classificados, por exemplo, em: Inaceitável (<65%), Aceitável (65-75%) ou Muito bom (75-85%).

Logo, com a utilização das medidas de eficiência e do acompanhamento de relatórios de desempenho, tem-se uma visão melhor do todo e com isso é possível focar em situações críticas, podendo até serem traçadas estratégias para prever e evitar o agravamento de problemas. As ações de melhorias partem de ajustes em processos básicos que irão contribuir para a redução de gargalos e, conseqüentemente, maior disponibilidade das máquinas.

Ademais, a OEE pode ser utilizada no combate dos desperdícios da linha de produção, o que irá contribuir para a base das práticas de melhoria contínua. Dentre as perdas combatidas estão: avarias e quebra, tempo de setup, troca de ferramentas e defeitos no processamento. Essa técnica pode ser dividida em três partes: disponibilidade, performance e qualidade (LIMA, 2014). No Quadro 3 será apresentado um detalhamento desses conceitos e a fórmula de cálculo.

Quadro 3 - Componentes do OEE

COMPONENTE	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
Disponibilidade (D)	Representa o tempo que o equipamento estará disponível para para produzir;	$D = \frac{\text{Tempo de trabalho efetivo}}{\text{Tempo de trabalho planejado}}$
Performance (P)	Capacidade em produzir na velocidade programada;	$P = \frac{\text{Produção efetiva}}{\text{Produção esperada no período}}$
Qualidade (Q)	Medição da capacidade de produção dos itens sem defeitos.	$Q = \frac{\text{Peças aprovadas}}{\text{Peças produzidas}}$

Fonte: Adaptado de Lima (2014)

Portanto, ao realizar o cálculo da OEE e verificar uma não conformidade no processo produtivo de um produto, são tratados aspectos como a disponibilidade da máquina que será afetada mediante necessidade de parada para ajuste, sendo esse tempo considerado um desperdício. Porém, em casos que se tem um controle, essa perda, que poderá ser nomeada de “perda de qualidade”, poderá ter seus efeitos minimizados pela identificação rápida das causas e realização de uma ação corretiva (SANTOS, 2009).

2.4 Setor de Laticínios

A industrialização de alimentos foi das primeiras durante o processo de revolução industrial no Brasil, redefinindo assim, ao longo dos anos, as relações com a agricultura. Segundo dados do Censo Industrial de 1920, a indústria de alimentos representava mais de 20% do total de empresas cadastradas. Nesse período, o setor de laticínios já se destacava, ocupando uma parcela de quase 12% do total de estabelecimentos industriais alimentícios. Daí para a frente, os números de produção no setor de laticínios obtiveram aumentos significativos, sendo a relação das indústrias com os produtores de leite o principal elo dessa cadeia.

O relatório anual apresentado pela Associação Brasileira da Indústria de Lácteos Longa Vida (ABLV) no ano de 2019, mostrou que a produção de leite por vacas corresponde a 64% do total estimado de 522 bilhões/kg/ano. Somando o volume de produção de 35 países com a participação da China (33 bilhões) e da Índia (91 bilhões), atinge-se um total de 88% da produção. Porém, é importante ressaltar que a China está passando por um processo de solidificação da produção de leite, sendo ela uma das maiores compradoras de lácteos. Já a Índia, com uma produção de 180 bilhões de quilos/ano, é uma das maiores produtoras de leite do mundo quando se inclui a produção

da raça bubalina.

Com um aumento estimado de 658 milhões de quilos de leite, o Brasil encontra-se em vantagem, assim como a Irlanda que registrou um aumento de 417 milhões de quilos. Esse cenário não se repetiu para 28 países da União Europeia, os quais não tiveram um crescimento expressivo em 2019 quando comparado ao ano de 2018.

O leite é produzido em 99% dos municípios do Brasil, estando presente em centena de produtos, entre eles xampus, sorvetes, queijos e iogurtes. Esse mercado gerou uma expansão de cerca de 78% nos últimos 5 anos, o que resultou em mais de 2000 indústrias legalizadas, empregando cerca de 4 milhões de trabalhadores, 1,3 milhão de produtores de leite, chegando a atingir um faturamento de 67 bilhões no ano de 2016.

Esse crescimento tem gerado uma produtividade acelerada e em grandes quantidades, o que impulsiona essas organizações a buscarem, cada vez mais, ferramentas que possam ajudar na eficiência produtiva, aumento da qualidade e oportunidades de melhorias de seus produtos e processos. No entanto, o que se percebe é que mesmo com todo esse avanço, a sua grande maioria ainda carece de sistemas de gestão que proporcionem melhoria e alto desempenho nos seus processos.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para elaboração do presente trabalho foi dividida em duas partes com base em dois aspectos diferentes. O primeiro retrata a caracterização da pesquisa, onde ela é classificada quanto a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos. Já a segunda parte apresenta as etapas que foram seguidas durante todo o estudo.

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa científica é definida como um conjunto de atividades que visa obter, de forma sistematizada, diversos conhecimentos acerca do tema estudado (RÚDIO, 2007). Sendo assim, ela caracteriza-se pela utilização de um método próprio e técnicas específicas, podendo ser classificada quanto à natureza, objetivos, abordagem e procedimentos.

Com relação ao objetivo, o presente trabalho classifica-se como exploratório, visto que busca, por meio de entrevista e observação *in loco*, uma aproximação do problema, de modo a torná-lo mais explícito e contribuir para o desenvolvimento de hipóteses. Portanto, conforme informado por Lakatos e Marconi (2007), a pesquisa exploratória tem como finalidade obter as correlações entre as variáveis.

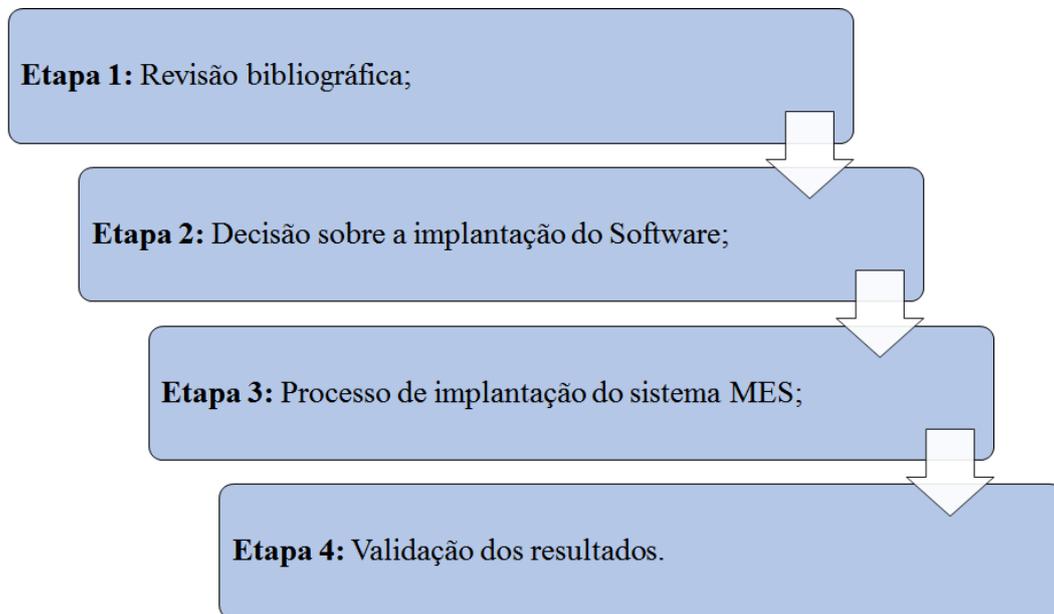
Em relação aos procedimentos utilizados, classifica-se como estudo de caso que, segundo Yin (2001, p.32), pode ser entendido como uma investigação empírica de um determinado fenômeno. Porém, não se consegue diferenciar os limites entre o fenômeno e o contexto da vida real em que está sendo realizado.

Quanto à abordagem, classifica-se como uma pesquisa quantitativa, de maneira que busca solucionar determinado problema por meio de informações numéricas que serão levantadas. E ainda, pode também ser classificada como qualitativa, uma vez que tais informações coletadas servirão como base para tomar decisões a partir dos resultados numéricos obtidos.

3.2 Etapas de realização da pesquisa

Conforme mencionado anteriormente, a segunda parte compreende o procedimento de pesquisa por meio do passo-a-passo de realização da mesma, ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autor (2020)

Na primeira etapa foi feita a realização de uma revisão dos conceitos e ferramentas presentes no processo de implantação de um sistema, utilizando como base livros e artigos. Já na segunda etapa, foram levantadas as necessidades e os pontos positivos obtidos com o uso do *software*, de modo a justificar a aquisição e a realização da implantação do sistema.

No processo de implantação do MES, correspondente a terceira etapa, foram realizados todos os procedimentos que levaram o sistema a fazer parte das ferramentas utilizadas no processo operacional da empresa foco do estudo. E por fim, foi feita a validação dos resultados, apresentando as ferramentas que o sistema disponibiliza e o comparativo dos números antes e após a utilização do *software*.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 A empresa

A empresa foco do estudo está no mercado há 49 anos e atua no setor de laticínios. Fundada no interior do Ceará, em 1979 se tornou a primeira empresa do estado a transportar leite cru em caminhão isotérmico de um estado para outro. Em parceria com uma multinacional, lançou no ano de 1993 o primeiro iogurte de saquinho do Brasil, se tornando referência na categoria. De lá para cá, a empresa passou por vários momentos marcantes, por meio da ampliação no número de produtos, colaboradores, espaço físico e aumento significativo em sua demanda.

Atualmente, possui 05 unidades fabris localizadas nos estados do Ceará, Pernambuco, Sergipe e Bahia. Com 850 pontos de coleta de leite, mobiliza 3,5 mil famílias produtoras de leite em cerca de 130 municípios nordestinos. Suas unidades fabris possuem mais de 2.000 colaboradores diretos, distribuindo renda e fortalecendo a economia local nas cidades em que está inserida.

Contando com o investimento financeiro de norte-americanos, a empresa é líder na venda de leite UHT na região Nordeste e, vem cada dia mais, ganhando espaço no mercado com os demais produtos pertencentes no seu portfólio.

O presente trabalho foi realizado na unidade de Morada Nova – CE, local onde são fabricados a maior parte dos produtos de marca própria da empresa e alguns produtos de empresas parceiras no mesmo segmento. Com aproximadamente 600 colaboradores, essa é a principal unidade fabril, contando com equipamentos modernos e de alta tecnologia. O Quadro 4 abaixo apresenta os setores, categorias de produtos e os tipos de produtos fabricados pela empresa atualmente, enquanto que no apêndice A se tem uma representação do fluxo produtivo de um dos setores da empresa.

Quadro 4 - Tipos de produtos por setor

SETOR	CATEGORIA	PRODUTOS
UHT	UHT 1000	Leite integral 1l
		Leite desnatado 1l
		Leite semidesnatado 1l
	UHT 200	Creme de leite 200g
		Achocolatado 200g
		Iogurte ambiente 200g
	UHT 80	Leite fermentado 80g
FERMENTADO	BL SACHET	Iogurte sachê 450g
		Iogurte sachê 500g
		Iogurte sachê 900g
		Iogurte sachê 1000g
	BL VITAMINADOS	Vitaminados de fruta 900g
	COPOS	Iogurte bicamada 150g
		Iogurte natural 150g
		Iogurte natural integral 170g
		Iogurte natural desnatado 170g
	COALHADA	Coalhada integral 140g
		Coalhada <i>light</i> 140g
	GREGO	Iogurte grego 100g
	BANDEJAS I	Bebida láctea bandeja 540g
	BANDEJAS II	Bebida láctea bandeja 540g
	BANDEJAS III	Iogurte grego 400g
		Iogurte bandeja <i>kids</i> 540g
	PETIT	Iogurte <i>petit suisse</i> kids 360g
	GARRAFAS	Iogurte garrafa 170g
		Iogurte garrafa 180g
		Iogurte garrafa 1800g
Iogurte garrafa 850g		
Iogurte garrafa 900g		
Iogurte garrafa 1350g		
GARRAFINHAS	Iogurte garrafa 100g	
MERENDINHA	Iogurte kids merendinha 100g	
QRM	QUEIJOS	Queijo coalho
		Queijo minas frescal
		Queijo mussarela
		Queijo ricota
	REQUEIJÃO	Requeijão cremoso 200g
		Requeijão cremoso light
		Requeijão cheddar 200g
		Requeijão culinário 400g
		Requeijão food service 3,5kg
		Requeijão bisnaga 1,8kg

	MANTEIGA	Manteiga 200g
		Manteiga 500g
		Manteiga <i>food service</i> 3kg
OUTROS	PASTEURIZADO	Leite pasteurizado 1l
	LEITE EM PÓ/RALADO	Queijo parmesão ralado 1kg
		Leite em pó 200g
		Leite em pó 800g
	SUCOS	Bebida de fruta 330ml
		Bebida de fruta 2l

Fonte: Autor (2020)

4.2 Sistema Pw-1

O Pw-1 é um sistema MES que permite o acompanhamento e controle da produção em tempo real levando em consideração os indicadores de disponibilidade, performance e qualidade. Esse acompanhamento é feito por meio do apontamento automático da produção, onde as informações são obtidas através de coletores inteligentes ligados a um ou mais sensores fotoelétricos que registram a leitura dos produtos no final de linha. No presente trabalho foi aplicado somente a implantação do módulo de produção, mas além dele, o sistema dispõe dos módulos de suporte que permitem o acompanhamento e controle de outras áreas da empresa, como o Controle Estatístico de Processos (CEP), Planejamento e Controle da Produção (PCP), Manutenção, entre outros.

O referido sistema é fornecido pela empresa Prodwin Tecnologias, que está no mercado a mais de 20 anos com o compromisso de desenvolver soluções para a gestão da produção e do chão de fábrica. Essa empresa conta com um portfólio de mais de 500 clientes espalhados pela América Latina e pela Europa.

No que se refere a operacionalização do sistema, o coletor normalmente fica instalado próximo ao painel de comando da máquina e faz a contagem unitária dos itens produzidos, de maneira que, sempre que a produção é interrompida, o coletor sinaliza de forma automática e solicita o motivo da parada, que deve ser imputado por meio de um código já cadastrado no banco de dados do sistema. Na Figura 5 está apresentado o coletor inteligente mencionado.

Figura 5 - Coletor de informações do sistema PW-1



Fonte: Prodwin Tecnologias (2020)

É possível também que o operador insira outras informações no coletor, como o registro e a troca das ordens de produção, os refugos, a correção ou troca do motivo de parada e o *login* do operador responsável. As informações apontadas pelos operadores no coletor estão diretamente ligadas ao sistema na *web* por meio de conexão *wi-fi*, permitindo o gerenciamento da produção em tempo real.

4.3. Cenário 01: Antes da implantação do Pw- 1

Conforme mencionado anteriormente, a empresa em questão trabalha com diversos produtos diferentes. Com um consumo médio de 16 milhões de litros de leite, a produção mensal gira em torno de 20 mil toneladas de produtos acabados. Apesar desse número expressivo, os registros, dados e informações do processo, tais como: motivos de paradas, volume de produção, perdas de embalagens, entre outros, eram feitos de forma manual na maior parte das linhas, de modo que, cada operador preenchia as informações referentes ao seu período de trabalho (12 horas), conforme apresentado no anexo A.

Em seguida, no dia posterior, os líderes e supervisores do setor produtivo eram responsáveis por analisar e inserir os dados com o fechamento do dia anterior (D-1) nas planilhas eletrônicas, onde, automaticamente, eram emitidas as informações correspondentes a indicadores relacionados à disponibilidade, performance e qualidade, compondo assim o percentual da eficiência global da linha, de acordo com o modelo da planilha no anexo B.

As inúmeras folhas de papel impresso, alimentadas por dados coletados manualmente no chão-de-fábrica, geram um excesso de informações, por muitas vezes

desencontradas, tornando-as não confiáveis, pois os dados eram normalmente desatualizados, volumosos e difíceis de assimilar. Além disso, parte da informação gerada era necessária somente a outros departamentos da empresa, que não o chão-de-fábrica.

Nesse sentido, surgiu a necessidade pela utilização de um sistema de gestão da produção que pudesse gerar respostas rápidas sobre os recursos aplicados na operação e obter essas informações de forma mais precisas para auxiliar no processo de tomada de decisões. Portanto, dentre os motivos que levaram à aquisição do referido *software*, destaca-se o custo-benefício do investimento, a praticidade de instalação e sua interface, que possui uma gestão à vista de fácil e rápido acesso e entendimento.

Diante disso, optou-se por adquirir e implantar o sistema para nove linhas de produção, inicialmente. Essas linhas são distribuídas em diferentes setores dentro da empresa. A escolha dessas linhas, específico, deu-se em virtude do alto volume já produzido e o aumento nos números de vendas, demandados pelo mercado consumidor. Dessa maneira, a implantação do sistema se fez necessária para medir os indicadores produtivos e enxergar oportunidades para as melhorias do processo.

Com relação a implantação, a empresa fornecedora do sistema disponibilizou, de imediato, um técnico que acompanhou a instalação das primeiras linhas e repassou as instruções necessárias para o uso e operacionalização do *software*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 A implantação do sistema MES

O processo de implantação do sistema MES na empresa passou por várias etapas ao longo do período de aproximadamente 6 meses, com início na terceira semana de setembro de 2019 e fim na terceira semana de março de 2020. Na Figura 6 é apresentado um cronograma com a separação das etapas pelos meses.

Figura 6 - Cronograma realizado na implantação do sistema.

	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR
Levantamento de dados	■						
Cadastros no sistema			■				
Treinamentos				■			
Monitoramento					■		

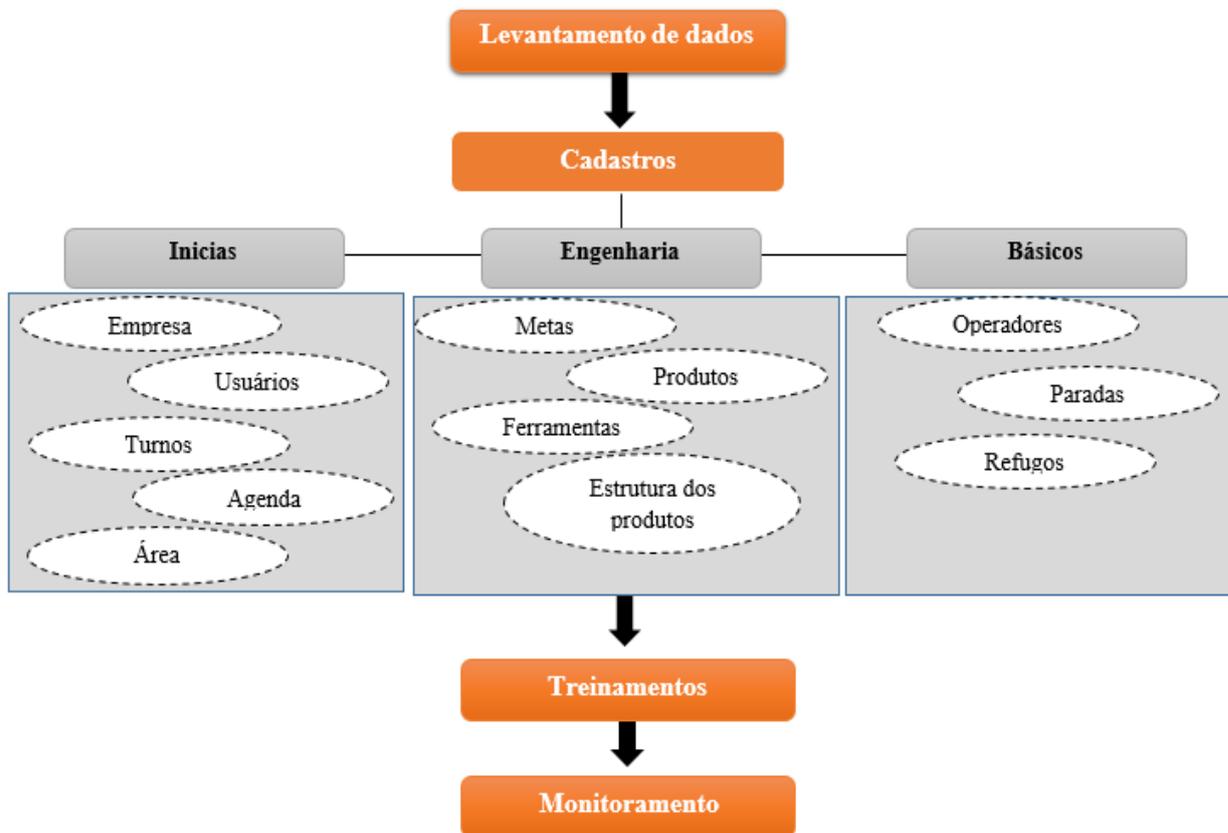
Fonte: Autor (2020)

Com base nas considerações apresentadas acima foi construído um passo-a-passo de implantação do MES, esse processo está ilustrado na Figura 7. Inicialmente foram levantadas todas as informações necessárias para alimentação do sistema dentro da organização. Em seguida realizou-se os cadastros iniciais, de engenharia e o básico.

O primeiro compreende informações referentes a empresa, usuários, turnos de produção, agenda e da área responsável. O segundo aborda informações importantes com relação às metas, produtos, ferramentas e estruturas de produtos. E por fim, o cadastro básico aborda os operadores, as paradas e os refugos.

A etapa seguinte foi realizar os treinamentos com toda a equipe envolvida. Essa foi uma etapa de grande importância para a funcionalidade e a disposição de informações reais do processo. Por último, a etapa de monitoramento, onde são dispostas as informações e com base nelas a tomada de decisão.

Figura 7 - Passo-a-passo da implantação do sistema.



Fonte: Autor (2020)

A seguir serão detalhadas todas essas etapas.

5.2 Levantamento de dados

Inicialmente, foi realizado um acompanhamento *in loco* nas linhas de produção. Como a empresa funciona 24h por dia, a maior parte delas contam com uma equipe operacional durante todo o período. Das linhas escolhidas para a instalação do sistema, sete delas funcionam 24h do dia e possuem 4 operadores cada, enquanto as outras duas linhas operam durante 12h e possuem 2 operadores. Estes, se revezam em turnos de produção, ou seja, trabalham 12h consecutivas e tem direito a folga nas próximas 36h, configurando o regime de trabalho de 12 X 36.

Em seguida, realizou-se um levantamento com os operadores dos dados cadastrais e todas as causas de paradas das máquinas em seus respectivos turnos de trabalho. Afora isso, foram registrados também, com base na experiência dos operadores, aquelas causas que não aconteceram, especificamente, durante o período de observação,

mas que de acordo com o histórico, eram frequentes. Essas causas relacionam-se a diversos fatores, sejam eles diretamente relativos ao equipamento em análise ou a outras etapas do processo de fabricação do produto.

Após a listagem, reuniram-se pelo menos um operador de cada linha de produção, um encarregado e um supervisor responsável por setor, com o intuito de reduzir a quantidade de motivos levantados por meio da eliminação ou agrupamento dos motivos redundantes. O objetivo dessa redução foi facilitar para os operadores a seleção da causa da parada, além da análise e obtenção dos resultados do sistema, na forma de relatórios e gráficos. Para cada motivo listado, foi feita a classificação quanto ao seu tipo de parada (corretiva ou planejada) e qual a área da empresa responsável por atuar na solução do problema (operação, manutenção, utilidades, materiais, etc).

5.3 Cadastros

Baseando-se nas instruções do técnico especializado e no manual do Pw-1, disponibilizado pela empresa fornecedora do sistema, iniciou-se mais uma etapa, na qual foram realizados os seguintes cadastros no sistema:

- Cadastros iniciais;
- Cadastros de engenharia;
- Cadastros básicos.

É a partir dessas informações que o sistema organiza a base de dados sobre máquinas, produtos, paradas, ciclos, moldes, refugos, entre outros. Essa foi mais uma etapa importante e que requereu a precisão das informações para um bom funcionamento do sistema. A seguir será explicado quais foram os cadastros realizados.

5.3.1 Cadastros Iniciais

A relação de dados inseridos na aba de cadastros iniciais será detalhada posteriormente. Serão abordados: o cadastro da empresa, dos usuários, dos turnos, da agenda e da área responsável.

- *Cadastro da empresa*

Nessa etapa foram incluídas as informações gerais da empresa, como a logo, o tipo de abertura de Ordem de Produção (OP) e as metas de eficiência, as quais devem

seguir como parâmetro para o cálculo do conjunto das linhas que possuem o sistema instalado. A figura 8 mostra como estão preenchidas essas informações.

Figura 8 - Cadastro dos primeiros dados gerais da empresa.

The screenshot shows a web form titled "Editar dados gerais da empresa" with a "Geral" tab. The form contains several sections for setting performance metrics:

- Idioma padrão:** A dropdown menu set to "Português".
- Logo:** A button labeled "Escolher arquivo" and a text field showing "Nenhum arquivo seleccionado".
- Meta OEE:** Three input fields for "Nível Amarelo acima de" (70%), "Nível Verde acima de" (85%), and "Nível Azul acima de" (105%).
- Meta Disponibilidade:** Three input fields for "Nível Amarelo acima de", "Nível Verde acima de", and "Nível Azul acima de", all set to 0%.
- Meta de Eficiência de Ciclo:** Three input fields for "Nível Amarelo acima de" (90%), "Nível Verde acima de" (98%), and "Nível Azul acima de" (102%).
- Meta Eficiência Linha:** Three input fields for "Nível Amarelo acima de", "Nível Verde acima de", and "Nível Azul acima de", all set to 0%.
- Meta de Índice de Parada:** Three input fields for "Nível Azul abaixo de" (0%), "Nível Verde abaixo de" (5%), and "Nível Amarelo abaixo de" (10%).
- Meta Indisp. Externa:** Three input fields for "Nível Azul abaixo de", "Nível Verde abaixo de", and "Nível Amarelo abaixo de", all set to 0%.
- Meta de Índice de Refugo:** Three input fields for "Nível Azul abaixo de" (0%), "Nível Verde abaixo de" (3%), and "Nível Amarelo abaixo de" (6%).
- Meta TEEP:** Three input fields for "Nível Amarelo acima de", "Nível Verde acima de", and "Nível Azul acima de", all set to 0%.

Fonte: Sistema Pw-1(2020)

- *Usuários*

Foram inseridos os dados cadastrais das pessoas que podem acessar o sistema *online*, de maneira que cada usuário possui *login* e senha. É nessa opção que também se escolhe o tipo de usuário que estará disponível para acesso, levando em consideração os seguintes perfis que foram criados:

- **Administrador:** Responsável por cadastrar e editar todas as informações do sistema;
- **Encarregado:** Além de visualizar os resultados apresentados pelas linhas de produção, consegue criar uma OP, fazer correções nos apontamentos dos operadores, emitir relatórios e criar gráficos;
- **Visualização:** Perfil que só permite a visualização dos dados apresentados no Monitor *Online*.

Na Figura 9 é possível verificar o modelo de como estão cadastrados os usuários e as suas respectivas classificações.

Figura 9 - Lista de usuários

Lista de Usuários				
Login	Nome	Perfil Usuário	Ativado	
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		ENCARREGADO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		ADM	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		ENCARREGADO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  
		VISUALIZAÇÃO	Ativado	  

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

- *Turno e Agenda*

No que se refere ao turno, foram inseridos os nomes dos turnos em que existem turmas de trabalho nas linhas de produção. Já com relação a agenda, foram incluídos as datas e os horários relacionados aos turnos cadastrados. No caso da empresa em estudo, cadastrou-se dois turnos de trabalho de 12h, pois as linhas de produção funcionam 24h por dia. O 1º turno funciona das 06h45 às 18h45 e o segundo turno com início às 18h45 e término às 06h45 do dia seguinte, conforme mostrado na Figura 10, apresentada abaixo.

Figura 10 - Agenda de horários dos turnos de produção

Editar dados de agenda

Descrição:

Ativar:

Selecione abaixo o turno que marca o início de cada dia da semana

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
10. TURNO						
20. TURNO						
06:45	06:45	06:45	06:45	06:45	06:45	06:45
10. TURNO						
18:45	18:45	18:45	18:45	18:45	18:45	18:45
20. TURNO						

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

- *Área Responsável*

Esse é o espaço onde foram abordados os setores da empresa. Essa informação é útil para o cadastro de informações de paradas e refugos, além de serem apresentadas nos relatórios e na monitoração do sistema. Neste trabalho foram inseridas as áreas de operação, manutenção, utilidades, almoxarifado e área responsável padrão (correspondente às demais áreas da empresa) conforme a Figura 11.

Figura 11 - Lista de áreas responsáveis pelos motivos de paradas

Lista de Áreas Responsáveis			
Descrição	Ativado	Cor	
AREA RESPONSAVEL PADRAO	Ativado	<input type="checkbox"/>	  
MANUTENÇÃO	Ativado	<input checked="" type="checkbox"/>	  
MATERIAIS	Ativado	<input checked="" type="checkbox"/>	  
OPERAÇÃO	Ativado	<input checked="" type="checkbox"/>	  
UTILIDADES	Ativado	<input checked="" type="checkbox"/>	  

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

5.3.2 Cadastros de Engenharia

Nessa opção foram incluídas todas as informações relacionadas às máquinas e, conseqüentemente, os produtos que elas fabricam. Após adicionar o nome, codificar e conectar as máquinas com o servidor de internet por meio dos coletores inteligentes, foi possível editar as demais informações que possuem suas particularidades de acordo com o funcionamento de cada linha de produção. Dentre os dados cadastrados, os mais relevantes para o funcionamento do sistema são: metas, listas de produtos, ferramentas e estruturas dos produtos, conforme consta no detalhamento a seguir.

- *Metas*

Nestes campos foram determinadas as metas referentes ao OEE, Eficiência de ciclo, Índice de paradas e Índice de refugos. Os valores estão informados em porcentagem e são visualizados e acompanhados em cada linha no Monitor *Online*. Assim, sempre que o nível informado muda de cor, torna-se mais fácil a visualização no painel e pode ser facilmente identificado quais máquinas cumpriram ou não com as metas estipuladas.

A delimitação dessas metas deu-se juntamente com a gerência e diretoria, com o intuito de entender quais os valores aceitáveis e esperados para cada linha de produção, onde instalou-se o *software*, sendo definidos os níveis padrão, conforme o modelo apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Cadastro dos níveis de eficiência por máquina

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

- *Lista de produtos*

Local onde foram cadastrados os SKU's (especificações dos produtos) que são fabricados nas linhas de produção, definindo o nome e o código de cada produto.

- *Ferramentas*

Nesse cadastro foi possível criar os nomes das categorias em que os produtos podem ser classificados.

- *Estrutura de produtos*

A estrutura de produtos é utilizada para organizar as informações cadastradas anteriormente, associando os produtos a uma determinada ferramenta. É possível assim, identificar qual produto será feito por determinada ferramenta, numerando a estrutura de produto. Este número pode ser o mesmo para diferentes ferramentas. A Figura 13 se refere ao cadastro da estrutura de produtos.

Figura 13 - Cadastro de Estrutura de Produto

Editar dados da Estrutura

Ferramenta:

Estrutura:

Ativar:

Produtos

Descrição	Código Reduzido	Qtd. Cavidades	Cavidades Ativas	Participação	
000180 - GARRAFA 180G	1	1	1	100	✗

Máquinas

Máquina	Ciclo Padrão (ms)	N-Ciclos	Multiplicador de Ciclo	Tempo de Setup (Min)	
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	+
005 - GARRAFAS	240.000	Padrão	Padrão	0	✗

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

Para cadastrar os dados de estrutura, a principal informação que varia para cada tipo de máquina é o tempo do ciclo padrão ou velocidade nominal da máquina, que mostra a quantidade de itens que podem ser fabricados em um determinado período de tempo. No sistema Pw-1, a unidade de medida de tempo utilizada é milissegundos (ms).

Com o intuito de alimentar os ciclos padrão para cada estrutura elaborada, realizou-se um estudo, observando o comportamento das máquinas ao produzir cada um dos SKU's. As cronometragens feitas levaram à conclusão de que os tempos de envase dos produtos não variam de acordo com os diferentes sabores, mas sim com o peso dos itens fabricados. Dessa maneira, as estruturas de produto criadas e editadas para cada máquina referem-se as gramaturas envasadas. No Quadro 5 serão apresentados todos os ciclos padrão.

Quadro 5 - Ciclos padrão por produto.

MÁQUINA	PRODUTO	ENVASE Ciclo Padrão (ms)	Qnt/Segundo	Qnt/Minuto	Qnt/Hora
GARRAFAS	IOG. GARRAFA 170G	300,000	3,33	200,0	12.000
	IOG. GARRAFA 180G	240,000	4,17	250,0	15.000
	IOG. GARRAFA 480G	750,000	1,33	80,0	4.800
	IOG. GARRAFA 850G	750,000	1,33	80,0	4.800
	IOG. GARRAFA 900G	545,455	1,83	110,0	6.600
	IOG. GARRAFA 1,300G	1.200,000	0,83	50,0	3.000
COPOS	COPOS BICAMADA 150G	625,000	1,60	96,0	5.760
	COPOS NATURAL 170G	714,286	1,40	84,0	5.040
	COPOS CEN/MEL 170G	555,556	1,80	108,0	6.480
DECOR	SOBREMESA FLAN 220G	1.764,706	0,57	34,0	2.040
	GREGO 400G	1.764,706	0,57	34,0	2.040
	BDJ KIDS 540G	2.608,696	0,38	23,0	1.380
DINI 1	BANDEJAS 540G	600,000	1,67	100,0	6.000
DINI 2	BANDEJAS 540G	2.400,000	0,42	25,0	1.500
SACHÊS	SACHÊS 450G	1.333,333	0,75	45,0	2.700
	SACHÊS 500G	1.200,000	0,83	50,0	3.000
	SACHÊS 900G	600,000	1,67	100,0	6.000
	SACHÊS 1000G	540,054	1,85	111,1	6.666
MANTEIGAS	MANTEIGA 200G	1.764,706	0,57	34,0	2.040
	MANTEIGA 500G	1.764,706	0,57	34,0	2.040
REQUEIJÃO	REQUEIJÃO 200G	890,000	1,12	67,4	4.045
SUCOS	BEBIDA CÍTRICA 330ML	869,565	1,15	69,0	4.140
	BEBIDA CÍTRICA 2000ML	1.578,947	0,63	38,0	2.280

Fonte: Autor (2020)

5.3.3 Cadastros Básicos

Nesta etapa, foram cadastradas as informações que são utilizadas pelos operadores de máquina para registrar a situação momentânea da produção. Para isso, são inseridos os dados referentes aos operadores, paradas e refugos.

- *Lista de paradas*

Os motivos levantados foram inseridos um a um, cadastrando código numérico, descrição, área responsável e marcando outras opções requeridas de acordo com a parada, conforme mostra a Figura 14. Um item importante nesse cadastro é a ativação ou não da opção “Sem peso na Eficiência”, pois quando ativada significa que a parada é considerada como planejada e não afetará no cálculo do OEE. As paradas podem ser ainda habilitadas para uma máquina específica, de modo que as demais não conseguirão registrar tais códigos, a fim de evitar erros nos registros feitos pelos operadores.

Figura 14 - Cadastro de parada

Editar dados de parada

Código

Descrição

Área Responsável

Permite Correção

Persistente

Requer Técnico

Sem Peso na Eficiência

Tempo máximo sem peso ms

Ativar

Inibir produção

Requer Complemento

Inibir lâmpadas

Relatório de setup

Ativar Lâmpada (Parada Especial)

Trocar OP (Simular F7)

Grupo Timeline

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

Ao todo, foi realizado o cadastro de mais de 200 motivos de paradas. Na Figura 15 está apresentada a lista com parte delas.

Figura 15 - Lista de paradas cadastradas no sistema

Lista de Paradas			
Pesquisar		+	 
Código	Descrição	Ativado	
0001	* SETUP por gramatura	Ativado	 
0002	* Troca de sabor	Ativado	 
0003	* Refeição	Ativado	 
0004	Falta de utilidade - ar comprimido	Ativado	 
0005	Falta de utilidade - água	Ativado	 
0006	Falta de utilidade - vapor	Ativado	 
0007	Falta de insumos/produto	Ativado	 
0008	Arbras - Troca de mola de gatilho do dosador	Ativado	 
0009	Arbras - Tampa presa no canal de baixada	Ativado	 
0010	Arbras - lubrificação da bomba guiadora do enxague	Ativado	 
0011	Arbras - lubrificação na submontagem estrela enchedora	Ativado	 
0012	Arbras - lubrificação na submontagem estrela enxaguadora	Ativado	 
0013	Arbras - troca de parafuso da troca de anel	Ativado	 
0014	Arbras - troca de bocal do rosqueador	Ativado	 
0015	Arbras - limpeza do bocal do rosqueador	Ativado	 
0016	Arbras - ajustes no sensor de liberação de tampas	Ativado	 
0017	* CIP	Ativado	 
0018	* COP	Ativado	 
0019	Arbras - troca de bico	Ativado	 
0020	Garrafas com defeitos	Ativado	 
0021	Arbras - Garrafas enganchando no bico dosador	Ativado	 

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

- *Operadores*

Este campo compreende os registros dos dados dos operadores de máquinas, os mesmos que irão fazer o apontamento das informações no coletor inteligente. Os principais dados inseridos para o cadastro são: código (adicionado os quatro últimos números da matrícula do colaborador), nome completo e uma senha escolhida pelo próprio operador. A lista desses cadastros pode ser identificada na Figura 16.

Figura 16 - Lista de operadores cadastrados no sistema

Lista de Operadores				
<input type="text" value="Pesquisar"/>				
Código	Nome	Técnico	Ativado	
0000		Não	Ativado	
00001130		Não	Ativado	
0114		Não	Ativado	
0116		Não	Ativado	
0383		Não	Ativado	
0723		Não	Ativado	
0728		Não	Ativado	
0926		Não	Ativado	
0943		Não	Ativado	
1231		Não	Ativado	
1256		Não	Ativado	
1426		Não	Ativado	
1787		Não	Ativado	
1813		Não	Ativado	
1839		Não	Ativado	
1860		Não	Ativado	

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

- *Lista de refugos*

Nesta etapa foram adicionados os tipos de refugos que poderiam acontecer durante o processo produtivo, sendo esses, os motivos pelos quais os itens fabricados serão descartados por estarem fora das especificações, não podendo ser reprocessados. As quantidades de produtos refugados apontados pelo operador, interferem diretamente no cálculo do índice de qualidade. Na Figura 17 é mostrada a lista dos refugos cadastrados, onde, para cada um deles existe um código e também pode ser habilitado para uso apenas em uma ou mais máquinas.

Figura 17 - Lista de refugos cadastrados no sistema

Código	Descrição	Ativado	
0001	AMOSTRA PARA ANALISE	Ativado	  
0002	AVARIA DE PRODUÇÃO	Ativado	  
0003	GARRAFAS AMASSADAS	Ativado	  
0004	BANDEJAS VAZIAS	Ativado	  

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

5.4 Treinamentos

A etapa de treinamento dos colaboradores para uso do sistema Pw-1 iniciou pelo treinamento dos operadores das máquinas onde os coletores foram instalados. Essa primeira parte foi realizada *in loco* e as instruções de manuseio foram ensinadas individualmente de acordo com o turno de trabalho do operador. A empresa fornecedora do *software* disponibilizou um manual com instruções de uso para a operação e esse material foi entregue a cada um dos operadores. Após as instruções teóricas, foram realizados os primeiros testes práticos no coletor instalado. Durante um período aproximado de uma semana, aconteceu o acompanhamento, onde cada operador foi assistido algumas horas durante pelo menos três dias de trabalho.

O comodismo da rotina diária no preenchimento dos registros manuais e o baixo nível de instrução foram identificados como os fatores que levaram alguns operadores a ter dificuldades no início do uso do sistema. A simplicidade de utilização do equipamento e a importância das informações em tempo real foram os fatores determinantes para que a ferramenta fosse bem aceita pela equipe.

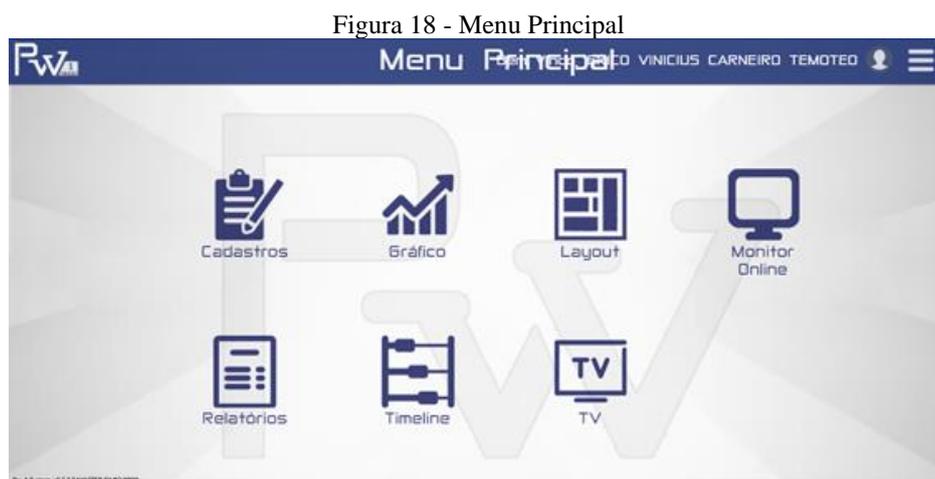
A segunda parte do treinamento aconteceu com os líderes de turma, supervisores e gerente de produção, onde foi oferecido um treinamento coletivo para ensiná-los a utilizar as ferramentas que o Pw-1 oferece. Após a apresentação teórica, os participantes acessaram ao sistema e realizaram simulações das principais atividades diárias que devem executar, como o cadastro das ordens de produção liberadas pelo setor de PCP (Planejamento e Controle da Produção), o monitoramento das linhas em tempo real

e o histórico de informações dos períodos anteriores por meio de relatórios e gráficos. Além disso, foram elaborados Procedimentos Operacionais Padrão (POP) ensinando todas as etapas de como executar essas atividades, conforme modelo apresentado no apêndice B.

Para a formalização dos treinamentos realizados, cada colaborador treinado, seja ele operador de máquina ou gestor, assinou o registro de treinamento, evidenciando assim sua participação, conforme solicitado pelo setor de Recursos Humanos. No anexo C está apresentado os modelos dos registros feitos.

5.5 Monitoramento da fábrica com o sistema Pw-1

Ao acessar o sistema Pw-1, o usuário consegue ter acesso a várias informações, sendo estas relacionadas a produção em execução no momento ou as ordens já executadas, que ficam acumuladas no banco de dados do sistema. A Figura 18, ilustra a tela inicial do sistema.



Fonte: Sistema Pw-1(2020)

Dos itens exibidos no Menu Principal, o Monitor *Online* é o que está disponível para todos os usuários, permitindo o entendimento da situação atual da fábrica. Esse item apresenta uma série de informações e possui configurações flexíveis para que o usuário se adeque de acordo com a necessidade, ou seja, a pessoa que utiliza o sistema pode personalizar sua tela de acordo com as informações que consideram mais relevantes. Na Figura 19, abaixo, é possível ver um modelo já configurado dessa tela.

Figura 19 - Monitor *Online*

Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

Os ícones que aparecem na tela são os itens selecionados pelo usuário para visualização e podem ser organizados da maneira que ele preferir, bem como a visualização das linhas disponíveis. As cores nos percentuais visualizados indicam o parâmetro em relação às metas, sendo: azul (acima da meta), verde (meta alcançada), amarelo (abaixo da meta), vermelho (muito abaixo) e preto (máquina sem produção).

As informações apresentadas no Monitor *Online* são atualizadas a cada quinze segundos, ou, se o usuário optar, pode buscar informações relacionadas a um determinado período e turno de produção, sendo possível também selecionar um operador ou máquina específica. No Quadro 6 estão apresentadas os ícones disponíveis e suas respectivas funções.

Quadro 6 - Descrição dos ícones disponíveis no Monitor Online.

ÍCONE	DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO
Código	Informa o código da máquina onde está o CLP;
Descrição	Informa a descrição da máquina onde está o CLP;
Status	Informará o que está acontecendo com a máquina naquele momento.
Ordem de Produção	Informa a Ordem de Produção que está na máquina;

Peças Boas	<p>Informa quantas peças boas foram produzidas até o momento. A fórmula utilizada para esse cálculo é:</p> <p>$\Sigma(\text{Qtd. Peças produzidas}) - \Sigma(\text{Qtd. Refugo})$</p>
Qtd Plano	Informa a quantidade de peças planejadas para aquela Ordem de Produção;
Ciclo	<p>Informa a eficiência dos ciclos da máquina. Essa informação tem como base o Ciclo Padrão cadastrado no Sistema e o ciclo real da produção.</p> <p>Fórmula: $(\Sigma(\text{Ciclo Padrão}) * 100) / \text{Tempo Produção}$</p>
Motivo	<p>Informa a última parada que houve na máquina. Quando a máquina estiver parada, o motivo irá piscar em vermelho alertando. Se a parada informada estiver marcada como “sem peso na eficiência” aparecerá um * na frente e ela piscará em azul, informando que a parada não pesará na eficiência.</p>
Alerta	<p>Informa ao usuário o Alerta que foi gerado pelo operador para a máquina. Quando a máquina possuir um alerta, a linha piscará em vermelho no Monitor;</p>
OEE	<p>Informa a eficiência global da máquina, unindo todas as informações de paradas, refugos e produção. O “OEE” é gerado com base nas paradas corretivas, refugos, tempo de produção da máquina e quantidade de peças produzidas. Paradas cadastradas como “sem peso na eficiência” não contam para o índice de Eficiência Global OEE;</p> <p>Formula: $(\text{Eficiência Ciclo} * \text{Tempo boa}) / \text{Tempo Ativo}$</p> <p>Tempo boa = Tempo Liquido Produção – Tempo Cavidades. – Tempo Refugo</p> <p>Tempo Ativo = Tempo Produção + Tempo Parada Corretiva</p> <p>Eficiência Ciclo = $(\Sigma(\text{Ciclo Padrão}) * 100) / \text{Tempo Produção}$</p>
Operador	Informa o nome do operador que está trabalhando naquele momento na máquina;
Cód. Produto	Informa o código do produto que está na máquina no momento;
Desc. Produto	Informa a descrição do produto que está sendo produzido naquele momento na máquina;
Parada Planejada	Informa o tempo total em que a máquina ficou em Parada Planejada;
Parada Corretiva	Informa o tempo total em que a máquina ficou parada excluindo as paradas que foram planejadas;
Produção	Informa o tempo total efetivo em que a máquina ficou produzindo peças;

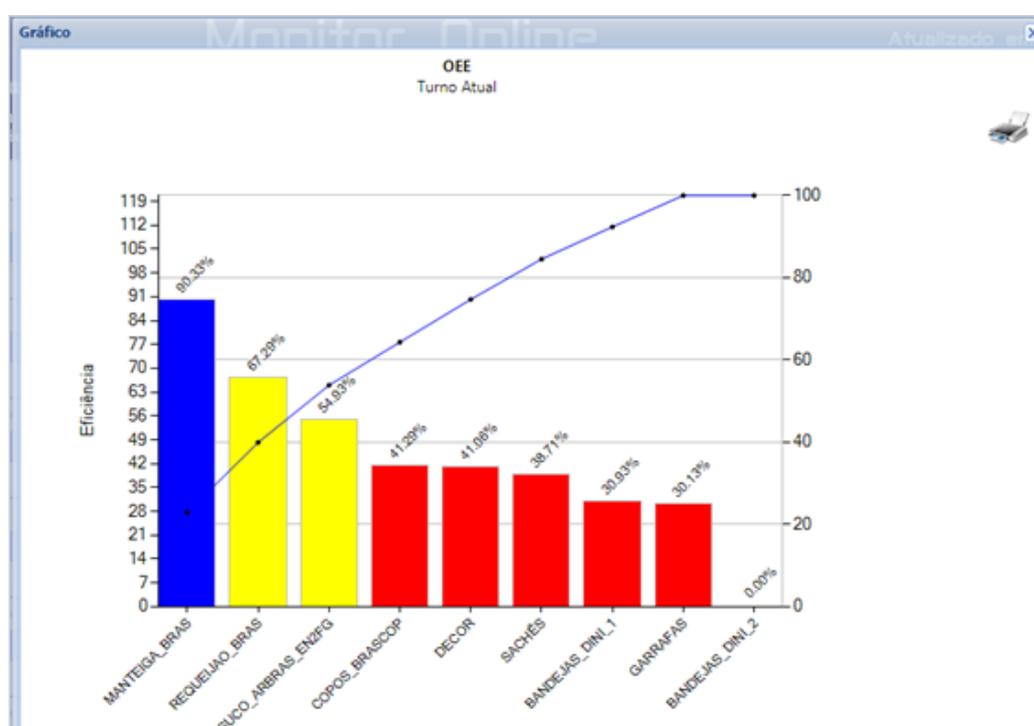
Ciclo Real	Informa o tempo do último ciclo que houve na máquina;
Ciclo Padrão	Informa o ciclo padrão cadastrado para a produção da peça que está na máquina;
Parada Atual	Informa o tempo da última parada que houve na máquina;
Área Responsável	Informa a área responsável pela última parada da máquina;
Qtd. Refugo	Informa a quantidade de peças que foram refugadas até aquele momento.
MTTR	Consiste no tempo médio para efetuar o reparo da máquina. O cálculo consiste na soma do tempo de paradas dividido pela quantidade de paradas. Fórmula: $\Sigma(\text{tempo de paradas}) / \text{qtd. Paradas}$
MTBF	Consiste no tempo médio entre falhas. O cálculo consiste na soma do tempo de produção dividido pela quantidade de paradas. Fórmula: $\Sigma(\text{tempo de produção}) / \text{qtd. Paradas}$
TEEP	É gerada com base nas paradas corretivas, refugos, tempo de produção da máquina e tempo desligado. Paradas cadastradas como “sem peso na eficiência” também contam para o índice de Capital; Fórmula: $(\text{Eficiência Ciclo} * \text{Tempo boa}) / \text{Tempo Total}$ Tempo boa = Tempo Líquido Produção – Tempo Cavidades. – Tempo Refugo
Refugo	É gerada com base na soma da quantidade de peças refugadas e a quantidade de peças produzidas. Fórmula: $(\Sigma(\text{Qtd. Peças Refugadas}) * 100) / \Sigma(\text{Qtd. Peças Produzidas})$
Parada	É gerada com base no tempo total que a máquina ficou ativa e o tempo total de paradas corretivas. Paradas cadastradas como “sem peso na eficiência” não contam para o índice de Parada; Fórmula: $(\Sigma(\text{Tempo Parada Corretiva}) * 100) / \text{Tempo Ativo}$ Tempo Ativo = Tempo Produção + Tempo Parada Corretiva
Cavidades Ativas	Tempo como base a quantidade declarada de cavidades ativas na máquina e a quantidade total de cavidade que a máquina possui. Fórmula: $(\Sigma(\text{Qtd. Cavidades Ativas}) * 100) / \Sigma(\text{Qtd. Cavidades Total})$

Fonte: Adaptado do Manual do Sistema Pw-1 (2020).

Além disso, é possível também conferir esses números de maneira mais detalhada e visual por meio dos gráficos que podem ser gerados ao clicar sobre os índices apresentados do monitor.

Ao clicar sobre o item de OEE, obtém-se uma informação detalhada da situação atual de todas as linhas ou é possível também selecionar determinado período, possibilitando ao usuário uma visão geral de como está o comportamento das linhas de produção da indústria, organizando os índices da melhor para a pior máquina. conforme mostrado no gráfico presente na Figura 20.

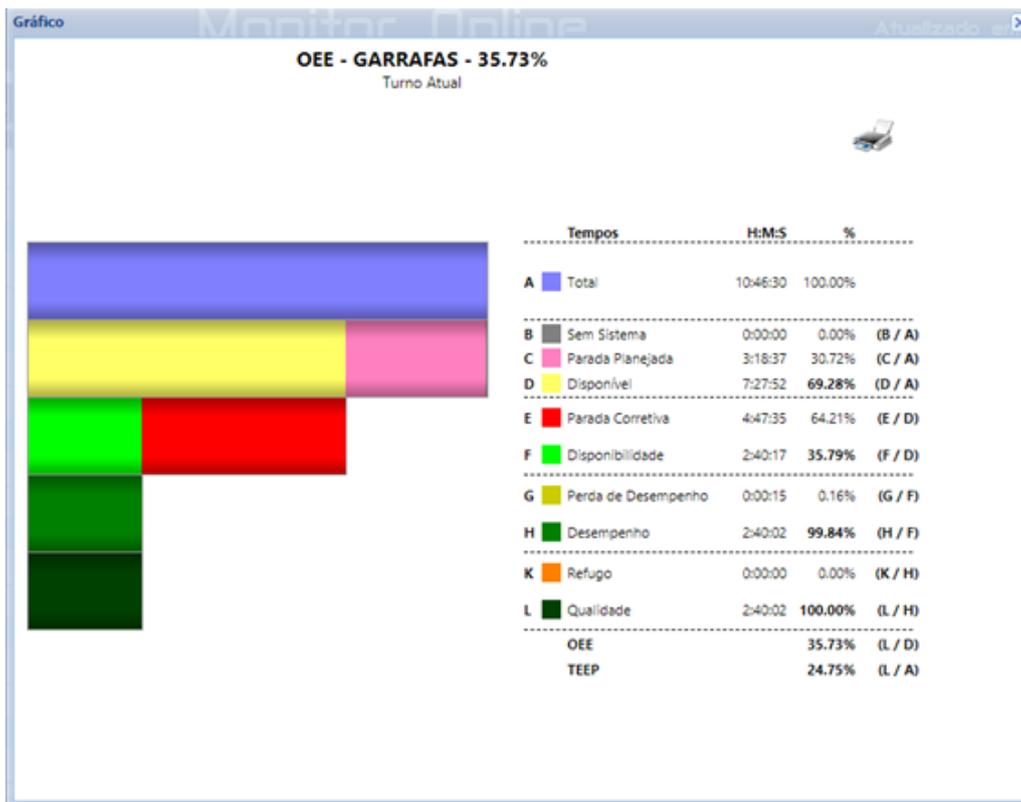
Figura 20 - Visão geral dos índices de OEE na indústria



Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

O gráfico mostrado na Figura 21 ilustra o comportamento da eficiência global por máquina. Sua configuração compreende colunas horizontais, acompanhado de um quadro ao lado identificando o resumo geral em tempo e em percentual de cada um dos indicadores.

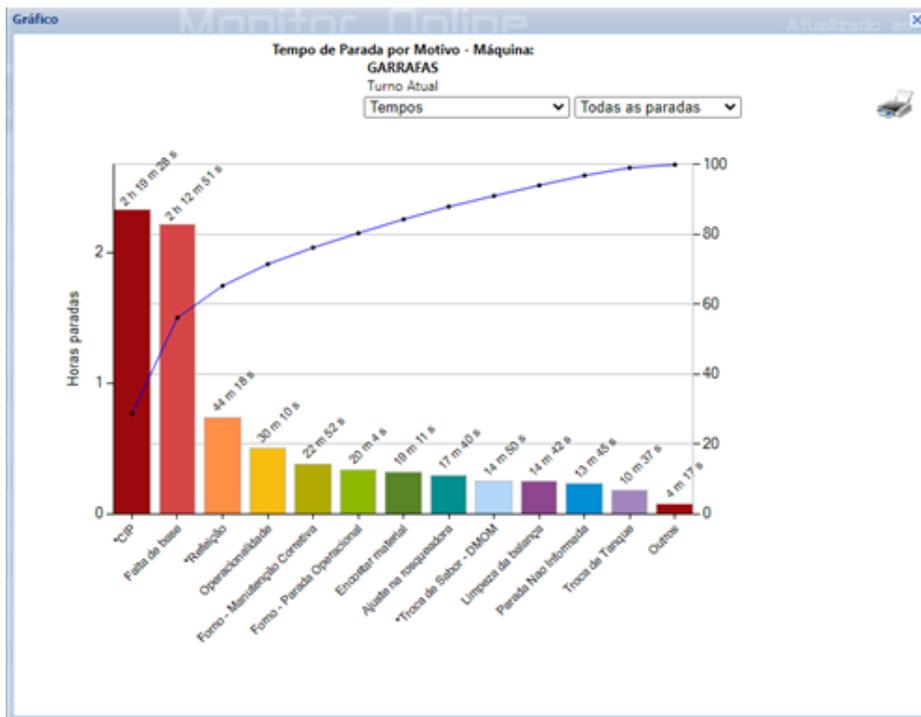
Figura 21 - Gráfico do índice de OEE por máquina



Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

Ao clicar no percentual de paradas da máquina, o sistema gera o gráfico informando os motivos de paradas que ocorreram durante aquele período analisado. Esses dados são organizados em um gráfico de Pareto, de acordo com o tempo referente a cada parada apontada, permitindo aos gestores identificar em quais causas atuar para solucionar tais problemas e melhorar o tempo disponível da máquina, conforme a Figura 22.

Figura 22 - Gráfico do tempo de parada por motivo



Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

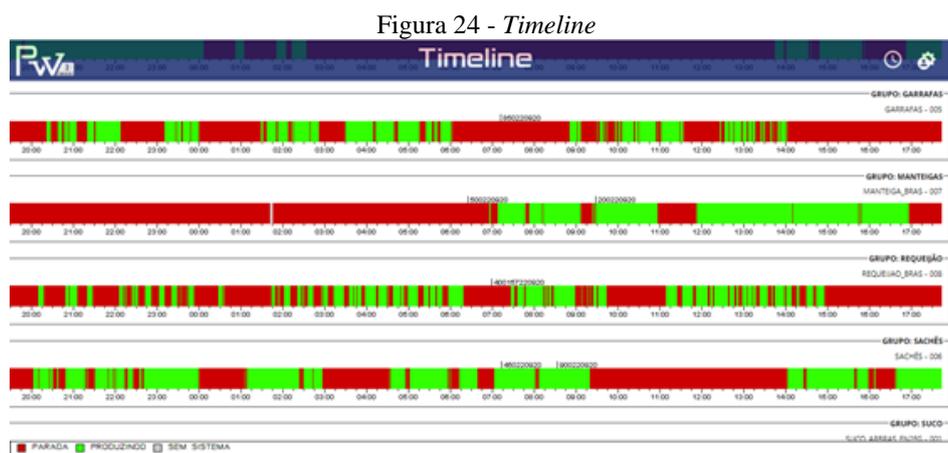
Na opção Gráficos, disponível no menu, o sistema permite que o usuário com perfil de encarregado monte sua própria tela de gráficos e organize-os como preferir, de modo que a tela poderá ficar salva nesta opção e, toda vez que o usuário clicar em visualizar, os gráficos estarão atualizados, sejam estes em períodos de horas, dias, semanas ou meses. Na Figura 23, pode ser observada uma tela com um *dashboard* de acompanhamento de uma máquina específica.

Figura 23 - *Dashboard* de acompanhamento de uma máquina



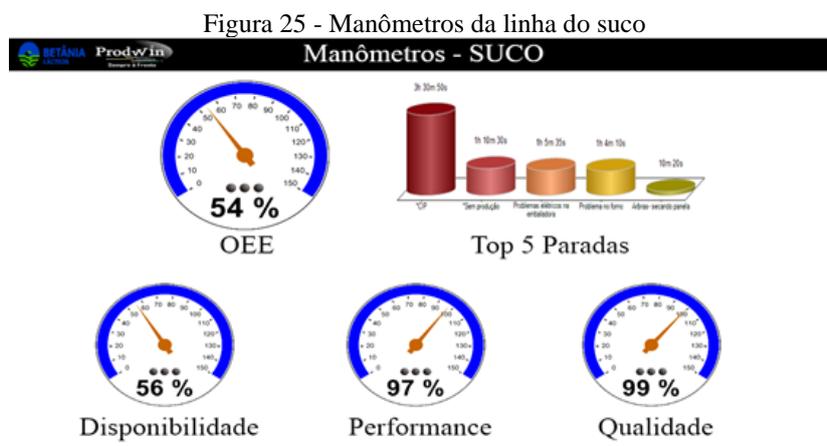
Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

O item *Timeline* do Menu Principal demonstra a produção das linhas que possuem Pw-1, durante um período de 24h, informando se ela está produzindo, parada ou sem sistema. Cada linha corresponde a uma máquina. Na Figura 24 está detalhada as paradas de máquina, com destaque em vermelho; máquina produzindo, com destaque em verde e se o sistema perder a conexão, com destaque em cinza. Com essa exibição os gestores conseguem tomar decisões baseadas nas oportunidades que se tem em relação ao tempo que as máquinas ficam paradas.



Fonte: Sistema Pw-1 (2020)

Com relação a opção TV, está permite que o administrador do sistema monte telas de exibição para transmitir os resultados das linhas em tempo real. Os monitores foram espalhados pela fábrica, sendo que cada um deles foram instalados próximo a uma linha de produção. Uma das telas configuradas está disponível na Figura 25, cuja a atualização dos dados mostrados é feita a cada 15 segundos.



Fonte: Sistema Pw-1(2020)

O intuito desse tipo de ferramenta dentro do sistema é utilizar a gestão visual como ferramenta para demonstrar os resultados aos operadores e auxiliares e despertar

neles o sentimento de donos do negócio, atribuindo a eles todas as oportunidades de melhorias.

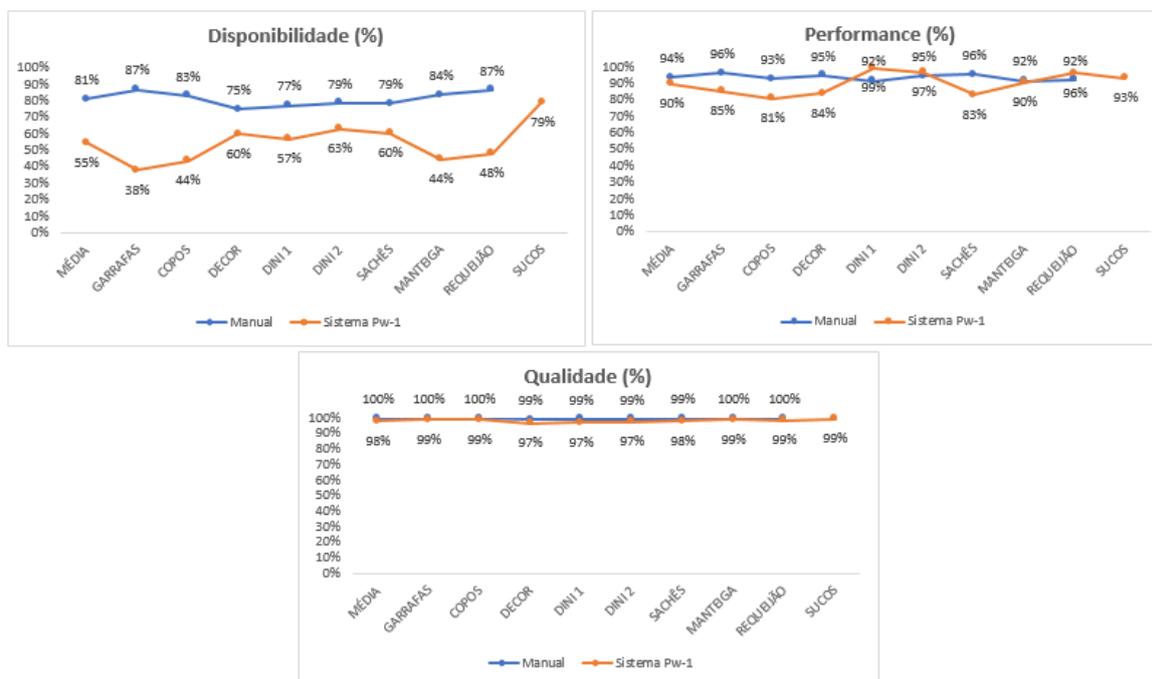
A utilização do MES dentro da empresa proporcionou aos operadores a visualização rápida e confiável dos tempos do processo, tais como tempo de produção, de parada e de espera, fazendo, inclusive, comparações dos tempos reais com os tempos padrões especificados. Além de gerar um histórico de informações com relação aos processos industriais, o que possibilitou a avaliação e comprovação dos ganhos realizados dentro do processo produtivo.

5.6 Cenário 02: Depois da implantação do Pw-1

Após a implantação do sistema MES foi possível ter uma visão totalmente diferenciada dos resultados apresentados das linhas de produção. Ao obter os dados de produtividade e disponibilidade de forma rápida, os gestores conseguem tomar decisões que podem impactar de maneira significativa no andamento da produção das próximas horas. Além disso, eles também trabalham com o histórico de informações armazenados no sistema, possibilitando enxergar oportunidades para melhorias contínuas dentro do processo produtivo, como a eliminação da ociosidade no chão de fábrica e a busca de soluções para os gargalos identificados.

Foi observado que os números dos indicadores de disponibilidade, performance e qualidade apontados manualmente não condizem com o cenário real da fábrica, sendo possível comprovar essa afirmação por meio dos gráficos da figura 26, apresentada a seguir.

Figura 26: Disponibilidade, Performance e Qualidade - Antes e após a implantação do Pw-1.



Fonte: Autor (2020)

Os números apontados que se tinha antes do uso do Pw-1 estão apresentados pelas linhas azuis, foram extraídos das planilhas eletrônicas utilizadas anteriormente e correspondem a média de eficiência global das máquinas referentes ao ano de 2019. Já as linhas laranjas demonstram os índices obtidos com o Pw-1 referente a média dos primeiros 6 meses de uso do sistema no ano de 2020.

Conforme demonstrado no gráfico de Disponibilidade, os valores desse indicador foram os que apresentaram variações a menor, o que pode-se concluir que máquinas passam mais tempo paradas se comparado com os percentuais que se tinha. Logo, existem grandes oportunidades para atuar na solução das causas e melhorar o número real apontado pelo sistema. A menor variação ocorreu na linha da Decor (15%) e a maior na linha de Garrafas (49%).

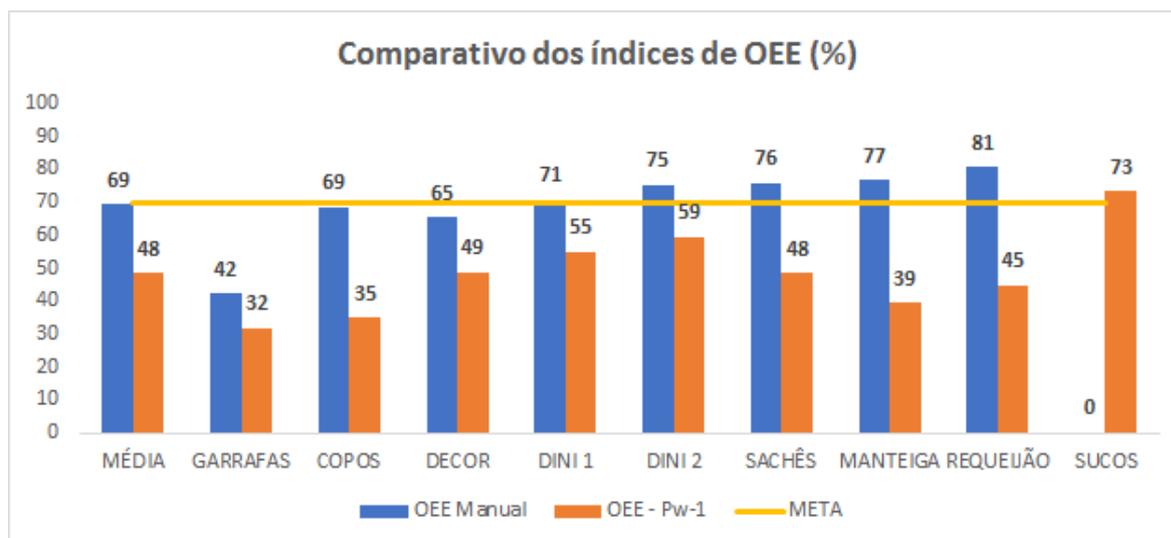
Em relação aos valores de Performance, os valores oscilam de acordo com cada linha. Foi possível obter um valor bem aproximado nas linhas de Manteiga e Dini 2, onde os desvios de apenas 2%, enquanto que na linha de Copos, a que mais oscilou, caiu em 12%.

Já os números da Qualidade de produção, todos os índices diminuíram o valor percentual, isso significa que possivelmente, alguns problemas relacionados aos critérios

de qualidade dos produtos não estavam sendo apontados. Todos os índices oscilaram entre 1 e 2%.

Já o gráfico apresentado a seguir, na Figura 27, mostra uma análise geral dos índices de Eficiência Global das máquinas, onde foi realizado um comparativo do mesmo período analisado nos gráficos anteriormente.

Figura 27 - Comparativo dos índices de OEE antes e após a implantação do Pw-1



Fonte: Autor (2020)

Logo, é possível perceber a discrepância entre os números e evidenciar que nenhuma das máquinas que eram analisadas com medição manual do OEE, trabalhavam realmente com a meta esperada pela empresa. Já a linha de sucos que não possuía nenhum registro, obteve a melhor média de eficiência global. Ao analisar a média geral das máquinas, observa-se que houve uma queda de 21 pontos percentuais, o que mostra que as máquinas estão muito abaixo do resultado esperado.

Afora o cálculo do índice de OEE, onde foi possível verificar valores mais exatos e próximos à realidade da empresa, percebeu-se a utilização de outras funcionalidades do *software* que trouxeram mudanças significativas dentro da operacionalização e agilidade nos processos. O Quadro 7, mostra, de forma geral, outras funcionalidades viabilizadas pelo uso do sistema MES na empresa em estudo. Vale lembrar que o processo de implantação abordou somente 9 linhas produtivas, inicialmente, pois, conforme já mencionado, esse projeto ainda se encontra na fase de implantação, pois

a empresa irá estender o uso da ferramenta para as demais linhas produtivas, e de adaptação nas linhas que já fazem uso de tal sistema.

Quadro 7: Funcionalidades do MES após a implantação do Pw-1

Pilares do MES	Funcionalidades praticadas após a implantação do MES
Gerenciamento da mão-de-obra	Os encarregados de produção fazem o acompanhamento diário dos resultados apontados pelos operadores e reúnem-se no fim do turno de produção para apresentar o desempenho de cada um deles.
Coleta de dados	O tempo dos apontamentos feitos pelos operadores no coletor inteligente é bem mais prático do que a alimentação dos dados que faziam de forma manual, além de garantir maior confiabilidade nos dados.
Gerenciamento da manutenção	A equipe de manutenção quando não está <i>in loco</i> , acompanha a situação atual das linhas por meio do monitor <i>online</i> , atuando quando apontado um motivo de parada relacionada a essa área. Além disso, os relatórios de MTBF e MTTR é utilizado para analisar e tomar decisões referentes as paradas corretivas e planejadas.
Programação e sequenciamento das operações	O volume de produção Planejado x Realizado pode ser acompanhado em tempo real, o que permite tomar decisões rápidas para as próximas horas. Foram elaborados POP's para facilitar o uso do sistema implantado. A abertura de Ordens de Produção é uma das orientações padrão que deve ser seguida.
Análise do desempenho das operações	Os índices de OEE e TEEP são monitorados e avaliados a níveis de supervisão, gerência e diretoria; O comportamento da performance dos equipamentos são avaliados de acordo com os valores nominais.
Gerenciamento de documentos	O acesso as informações referentes a produtividade e disponibilidade foram otimizadas e unificadas em um único sistema, reduzindo o excesso de papel e facilitando a gestão rápida da produção.

Fonte: Autor (2020)

No que se refere ao gerenciamento da mão-de-obra, com o uso da nova tecnologia, os encarregados da produção passaram a monitorar em tempo ágil os resultados e indicadores, além de dispor de uma análise de desempenho diário, com a participação dos operadores. O uso da ferramenta permitiu o cadastro dos operadores e suas habilidades, bem como das máquinas e ferramentas operantes. Esses aspectos foram determinantes para fazer o detalhamento das atividades e verificar os resultados dos operadores, máquinas e turnos de produção, possibilitando ações gerenciais de combinação desses recursos e adequação entre mão-de-obra e equipamento em prol de maior produtividade.

A coleta de dados através do coletor inteligente deu maior credibilidade às informações. Os dados são referentes aos processos, operadores, produtos e demais fatores que servirão de base para todas as outras funcionalidades. Essas informações são provenientes do chão-de-fábrica e podem ser alimentadas e visualizadas através dos terminais instalados próximos às linhas de produção, gerando muito mais rapidez e agilidade na coleta.

A utilização do monitor *online* auxilia diretamente o gerenciamento da manutenção, de modo que permite aos responsáveis o acompanhamento instantâneo das informações e do processo. Além disso, as informações de MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTTR (*Mean Time To Repair*) permitem tomar decisões mais assertivas com relação às paradas. Essas informações proporcionam um controle maior nas atividades de manutenção.

A programação e sequenciamento de operações aborda todo o sequenciamento e sincronismo das operações, a bases para a realização do sequenciamento vêm das informações em tempo real no chão-de-fábrica. Para facilitar essa atividade foram criados os POPs com o intuito de instruir os procedimentos e padronizá-los. Ainda nessa funcionalidade, o sistema dispõe de informações rápidas, tais como o volume de produção planejado versus o realizado, propiciando agilidade e aumento no nível de resposta dessas informações a outros setores, por exemplo.

Na análise do desempenho das operações além de utilizar o indicador OEE, detalhado anteriormente, há o monitoramento constante da performance e comportamento dos equipamentos, servindo para as decisões e desenvolvimentos de planos de ação e processos de melhorias. Essa funcionalidade permite analisar outros resultados provenientes de outros pilares, tais como: disponibilidade dos recursos, eficiência das máquinas, tempos, paradas, motivos das paradas, entre outros.

Por fim, sobre o gerenciamento de documento, o *software* permitiu a eliminação de papel que antes era necessário para troca de informações no ambiente de produção, essas informações são relacionadas às unidades de produção, engenharia, entre outras. Essa contribuição também ocasionou uma melhoria significativa na gestão de informações, de forma que unificou as informações em um único local.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como proposto, o estudo realizado na indústria de laticínios descreveu o processo de implantação de um sistema MES em linhas de produção e apresentou o comparativo entre os cenários antes e após a implantação do sistema. Além disso, foi evidenciando a importância de uma ferramenta tecnológica para acompanhar os resultados do chão de fábrica e seu impacto no processo de tomada de decisão.

A metodologia para a implantação do *software*, foi feita com base nas orientações do gestor da área de melhoria contínua, alinhado com a diretoria industrial e a equipe de supervisão da produção. Esse processo se deu desde a escolha do software adquirido até a fase final de implantação, o que revela a ligação dos elos da pirâmide organizacional.

O maior desafio para a implantação do sistema se deu pelas mudanças ocorridas no processo de apontamento das informações, o que exigiu dos operadores novas habilidades e conhecimentos. Com isso, pode-se dizer que as mudanças também interferiram nos aspectos psicológicos dos operadores, causando medo e uma certa resistência no início do processo de implantação.

Em grande maioria, obteve-se aceitação dos gestores durante o processo. Porém, nem todos tiveram o mesmo engajamento nas etapas que exigiram deles a participação e comprometimento. Esse fator acabou dificultando a relação do elo direto com os colaboradores e, conseqüentemente, diminuindo o ritmo das atividades.

Contudo, é possível afirmar que o sistema implantado foi um bom investimento, uma vez que atendeu as necessidades da empresa relacionadas aos registros de produtividade, garantindo maior confiabilidade nos dados. Além disso, as ferramentas disponíveis no sistema permitiram a gestão ágil, possibilitando aos gestores tomar decisões baseadas em ações corretivas e estratégicas, contribuindo com a melhoria contínua na empresa.

Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam revisados os dados cadastrados no sistema, visto que podem surgir novos motivos de paradas e refugos, além de ocorrer mudanças nas metas definidas. Considerando que o quadro de colaboradores venha a sofrer alterações, é fundamental que novos operadores das máquinas sejam treinados para uso do coletor inteligente, sendo também interessante realizar treinamentos de reciclagem periodicamente com os atuais operadores, assegurando o uso correto do equipamento.

Com o intuito de explorar as informações dos motivos de paradas fornecidas no Gráfico de Pareto, fica a sugestão da aplicação de ferramentas como o Diagrama de *Ishikawa* e os 5 Porquês, para que se possa analisar as causas raízes e solucionar os gargalos detectados no processo produtivo.

A fim de obter as informações de forma integral em um único sistema, é sugerido a implantação nas demais linhas de produção que continuam sendo utilizados os registros manuais, de maneira que os pontos de coleta podem ser ampliados facilmente. Além disso, indica-se a realização de um estudo da viabilidade de fazer aquisição dos demais módulos disponibilizados pela empresa fornecedora e a integração do sistema MES implantado com o ERP já utilizado na organização.

REFERÊNCIAS

- APICS. APICS - Association for Supply Chain and Operation Management. Disponível em < <http://www.apics.org/>> Acesso em 16 de agosto de 2020.
- BERT, R. Implantação de um MES (sistema de execução de manufatura) em um ambiente de manufatura enxuta - um estudo de caso em uma linha de montagem de produtos da linha branca. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. UFSC. Dissertação.** 2010.
- CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. Administração de produção e operações manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I. G.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação: base para sap, oracle applications e outros softwares integrados de gestão. 5 ed. São Paulo. Atlas, 2013.
- COSTA, R.P. Como o Controle de Torque, integrado ao sistema MES XGAAT, e torquímetros wireless, controladoras e ponteiras, contribuirão para a diminuição do fpm, no chão de fábrica? Um estudo de caso à luz da indústria 4.0. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, UFG.** 2019.
- GIACON, E.; MESQUITA, M. A. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: Um survey na indústria paulista. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 487 - 498, 2011.
- GODOY, A, L.de. INDICADORES DE DESEMPENHO ORGANIZACIONAL. **Dissertação - Curso de Engenharia Química, Cedet, São Paulo**, 2008.
- HANSEN, R, C. Eficiência Global dos Equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre. Bookman, 2006.
- HELO, P.; SUORSA, M.; HAO, Y.; ANUSSORNNITISARN, P. Toward a cloud-based manufacturing execution system for distributed manufacturing. **Computers in Industry**, v.65, n.4, p. 646 - 656, 2014.
- HICKS, D, A. The ERP maze. **IIE Solutions**, Agosto/95, p.13-16, 1995.
- HUANG, A.; YEN, D.C.; CHOU, D.C.; XU, Y. Corporate applications integration: challenges, opportunities, and implementation strategies. **Journal of Business and Management**, v. 9, n. 2, p. 137-150, spring, 2003.
- HWANG, Y-D. The practices of integrating manufacturing execution system and six sigma methodology. **International Journal of Advanced manufacturing Technology**, Londres, v.31, n. 1/2, p. 145-154, nov. 2006.
- JAMIL, G, L. Repensando a TI na empresa moderna: atualizando a gestão com a tecnologia da informação. Rio de Janeiro: **Axcel Books**, 2001. 547 p.
- KARANI, M, A. Implementing Manufacturing Execution System within large Organisations. North-West University, Potchefstroom Campus, 2005. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10394/1223>> Acesso em: 29 agosto 2020.
- KLETTI, J. Ed). Manufacturing Execution Systems - MES. Berlim, HeidelbergSpinger Berlin Heidelberg. 2007. 87 p.
- LAKATOS, E, M.; MARCONI, M, de A. Metodologia Científica. 7ª Ed. São Paulo, Editora Atlas, 2007.

LEITE, M, V. MUNIZ, J. Implantação do sistema MES para monitoramento de produção em tempo real no setor aeronáutico – um estudo de caso. **Anais do SEGET** (2008)

LIMA, V A. A; SANTOS R. Plataforma para gestão do OEE (Overall Equipment Effectiveness). **Faculdade de Engenharia Universidade do Porto**, 2014.

MANUAL PW-1 System - Gestão em Tempo Real, V6.10, 2019.

MATSUBARA, R. Y. Redução de custos através do Manufacturing execution system (MES) e sua integração com o enterprise resource planning (ERP). 2014. **Dissertação de Mestrado em Ciências da Universidade de São Paulo**, 2014.

MCCLELLAN, M. Introduction to Manufacturing Execution Systems. In: **MES CONFERENCE & EXPOSITION**, Baltimore, Maryland, p. 1-7, 2001. Disponível em: Acesso em: 29 set. 2020

MESA. MESA - Manufacturing Execution System Association. Disponível em < <http://www.mesa.org/en/index.asp> Acesso em 02 de agos. de 2020.

REZENDE, D, A.; ABREU, A. F. Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas. 1. ed. - São Paulo: Atlas, 2003.

RÚDIO, V. Introdução ao projeto de pesquisa científica. 34ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

SALATIEL, M.; SAMPAIO, G.; FONTES, A.; SANTANA, D. Desenvolvimento de sistema PIMS e MES para tratamento de efluentes, Controle e Automação, ano 11, n. 143, p.82-85, 2008.

SANTOS, A, C,O. Análise do indicador de eficiência global de equipamentos para elevação de restrições físicas em ambientes de manufatura enxuta.. **Dissertação - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá**, 2009.

SANTOS, A., & SANTOS, M. Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso. **XXVII encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Paraná. 2007.

SEDANO, J.; BERZOSA, A.; VILLAR, J, R.; CORCHADO, E,; CAL, E, de L. Optimising Operational Costs Using Soft Computing Techniques. 4. ed. **Burgos: IOS Press**, 2011.

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

STANO, P; SIMEONOV, S; CIROVIC, I; PFAFF, O. Application Range of Integrating Manufacturing Execution System Functions In Enterprises. **Annals of DAAAM & Proceedings, Vienna**, v. 22, n. 1, p.1245-1246, jan. 2011.

VARGAS, J. Modelagem para distribuição de importâncias entre funcionalidades que compoem os pilares do Manufacturing execution system em aplicações industriais. **Programa de Pós-Graduação em engenharia de produção e sistemas. Dissertação. Usininos** 2016.

YIN, R, K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.

ZAYATI, A.; BIENNIER.; MOALLA, M.; BADR, Y. Towards lean service bus architecture for industrial integration infrastructure and pull manufacturing strategies. *Journal of intelligent Manufacturing*, V. 23, n 1, p. 125-139. 2012

ZUASHKIANI, A., RAHMANDAD, H., & JARDINE, A. K. Mapping the dynamics of overall equipment effectiveness to enhance asset management practices. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. (2011).

<https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa> <Acessado em: 21 de setembro de 2020>

<https://www.betania lacteos.com.br/><Acessado em: 01 de setembro de 2020>

<https://www.prodwin.com.br/pt/><Acessado em: 11 de setembro de 2020>

<https://www.prodwin.com.br/pt/>, <Acessado em: 21 de setembro de 2020>

<https://tgnbrasil.com.br/><Acessado em: 09 de setembro de 2020>

APÊNDICE B - MODELO DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) ELABORADO

LOGOMARCA	POP – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	Data de Criação: 23/03/2019	
	Codificação: COSOP-POP-001	Revisão: 00	Página: 1/4
	Título: Processo para cadastro de nova Ordem de Produção no sistema PW-1.	Área Emitente: Melhorie Contínua	
	Elaborador: Érico Vinícius Cargo: Assistente Administrativo	Aprovador: Victor Torquato Cargo: Gerente de Melhorie Contínua	

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	02
2. APLICAÇÃO	02
3. REFERÊNCIAS	02
4. DEFINIÇÕES	02
5. PROCEDIMENTO	02

1. OBJETIVO

Definir processo para o cadastro de uma nova ordem de produção no Sistema PW-1.

2. APLICAÇÃO

Este manual aplica-se a todos os supervisores e líderes de produção.

3. REFERÊNCIAS

Manual PW-1 System – Gestão em Tempo Real.

4. DEFINIÇÕES

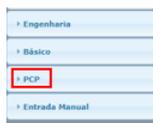
Cadastro de Ordem de Produção (OP): A Ordem de Produção é feita pelo cadastro de ordens no sistema. Essas ordens não precisam respeitar a sequência criada pelo planejador, o operador pode digitar qualquer Ordem de Produção que foi criada no sistema.

5. PROCEDIMENTO

Passo 1: Ao logar no sistema selecionar a opção cadastros.



Passo 2: Na lateral esquerda, selecionar a aba PCP.



Passo 3: Clicar na opção Ordem de Produção



Passo 4: Para criar uma nova Ordem de Produção, clica no ícone em destaque.



Passo 5: Preencher os campos da imagem.
Exemplo:

O.P. – Número da ordem de produção, que normalmente deve seguir o padrão: gramatura do item que será produzido e a data do dia, como no exemplo.

Grupo de Máquina – Selecionar o grupo que está relacionado ao produto.

Máquina – Selecionar a máquina que irá realizar a produção.

Produto – Selecionar o produto, de acordo com a gramatura do mesmo.

Quantidade planejada: De acordo com a programação de produção, sendo esta quantidade informada em unidades.

Passo 6: Passar o número da O.P. para o operador dar início a ordem criada.

ANEXO A - MODELO DO APONTAMENTO MANUAL DE EFICIÊNCIA DE MÁQUINA

APONTAMENTO DE EFICIÊNCIA DE MÁQUINA - FERMENTADOS

Código: MNY.FORM.LIND.FER.001
Setor: FERMENTADOS

DATA: 15-03-20

Equipamento: MÁQUINA

Produtor: Carvalho

Total Produzido (TP):

Tela/Horas:

Capacidade/hora (Cl):

Produção Ideal (PI):

RESULTADO

Performance da linha:
Disponibilidade da linha:
Qualidade da linha:
Produtividade da linha:
Perda de Embalagem:
Eficiência da linha:

Hora/Min.	Tempo de Uso												Tempo total programado (T)	% hora	Produção Real (P)	Produção		QUALIDADE DA LINHA	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60				Tempo real de operação (TR) = A	Acumulada	%	Reprocesso (unidades defeituosas)
07:00	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T							
08:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
09:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
10:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
11:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
12:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
13:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
14:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
15:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
16:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
17:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
18:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
19:00																			
20:00																			
21:00																			
22:00																			
23:00																			
00:00																			
01:00																			
02:00																			
03:00																			
04:00																			
05:00																			
06:00																			
	TOTAL																		
USO DE EMBALAGEM													TEMPO NÃO PROGRAMADO DA LINHA		Horas Trabalhadas = quantidade de funcionários x horas trabalhadas no dia		Perda de base		
Total Utilizado dia (TU)													PARADAS PARA REFERÊNCIAS		QTD DE PNEU		QTD DE ENV		
Embalagens perdidas													PARADAS PROGRAMADAS (CP, Manutenção, sem programação)		N = OUTROS - ERRO OPERACIONAL;		O = HORA DE FOLGA/REFERÊNCIAS;		
USO DE EMBALAGEM FILME													PARADAS NÃO PROGRAMADAS (problemas durante a operação)		T = TEMPO NÃO PROGRAMADO;		U = PARADAS CURTAS;		
Total Utilizado dia													Embalagens perdidas		G = HORA DE FALTA DE PROGRAM. INTERNA;		H = HORA POR FALTA DE UTILIDADE - ÁGUA;		
A = HORA POR PRODUÇÃO;															I = HORA POR FALTA DE UTILIDADE - AR;				
B = HORA POR FALTA DE ENERGIA;															J = HORA POR FALTA DE UTILIDADE - VAPOR;				
C = HORA DE MANUTENÇÃO CORRETIVA;															L = HORA PROBLEMAS DE EMBALAGEM;				
D = HORA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA;															M = HORA PROBLEMAS COM MATÉRIA PRIMA;				
E = HORA DE LIMPEZA;																			

Assinatura do Operador: João Silva

Assinatura do Encarregado/Supervisor: [Assinatura]

Em caso de não conformidade/ Lide corretiva anotar no verso

Revisado em: 26/10/2019

REGISTRO DE TREINAMENTO		Código: MIV/FORM/NO.046.008		
		Sem: Qualidade Aprenda		
NOME DO TREINAMENTO: <i>Sistema PW-1</i>				
OBJETIVO: <i>Capacitar operadores das linhas da manteiga e requieijo.</i>				
UNIDADE/LOCAL: <i>Morada Nova</i>		PARTECIPANTE: <i>Francisco Venâncio C. Tomé</i>		DESEMPENHO: <i>0,00</i>
DATA:		LOCAL: <i>Sala de GEB.</i>		CURSO HORAS/L:
HORARIO:				
MATRICULA	NOME	CARGO	ÁREA	ASSINATURA
<i>3274</i>	<i>Marcelino C. B. de</i>	<i>Operação</i>	<i>Requieijo</i>	<i>mita</i>
<i>3613</i>	<i>Fº Vanda de S/da</i>	<i>Operação</i>	<i>Manteiga</i>	<i>Vanda</i>
	<i>Adriane Viana de S/da</i>	<i>Ass. Produção</i>	<i>Requieijo</i>	<i>Adriane</i>
<i>3545</i>	<i>Fº Edmil dos Santos Fm</i>	<i>O. Produção</i>	<i>Manteiga</i>	<i>Edmil</i>
<i>2380</i>	<i>J. Porjão de Almeida</i>	<i>O. Produção</i>	<i>Manteiga</i>	<i>Porjão</i>
<i>3275</i>	<i>Araceli de Paulo Almeida</i>	<i>Ass. de Produção</i>	<i>Requieijo</i>	<i>Araceli</i>
	<i>Magnocha Pinheiro</i>	<i>Ass. de Produção</i>	<i>Requieijo</i>	<i>Magnocha</i>
	<i>Luiz Fernando Almeida</i>	<i>Lider de Produção</i>	<i>Requieijo</i>	<i>Luiz Fernando</i>
CONTÉUDO PROGRAMÁTICO				
ASSINATURA DO INSTRUTOR: <i>Francisco Venâncio Carneiro Tomé</i>				