

LOGÍSTICA 4.0 E IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE PRODUÇÃO POR MEIO DO SISTEMA MES: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS DO GRANDE ABC - SP

Fábio Henrique Dias Petrifx¹
FATEC - MAUÁ

Felipe de Campos Marchi²
FATEC - MAUÁ

Paulo Henrique Lixandrão Fernando³
Doutor em Nanociências e Materiais Avançados
Mestre em Engenharia Mecânica
Docente do curso de Tecnologia em Logística
FATEC - MAUÁ

RESUMO

As organizações buscam se aperfeiçoar e otimizar cada vez mais com algumas premissas como a eficiência dos seus processos, agilidade nas informações, reduzir custos desnecessários, excelência e qualidade nos serviços internos e externos. Há uma grande competitividade entre seus concorrentes e alternativas para o atingimento de metas e melhorias dos processos são incentivadas com a utilização da tecnologia e conceitos da indústria 4.0. Esse estudo de caso foi elaborado baseado nas realizações para a implementação do Sistema de Execução de Manufatura (MÊS) fornecido pela empresa ProdWin para uma na empresa fabricante de peças do Grande ABC paulista. A metodologia utilizada foi a descritiva com uma pesquisa observatória, identificando as vantagens e benefícios que a Indústria 4.0 pode trazer no gerenciamento de produção por meio de sistema MES com foco na melhoria do processo produtivo. Além disto, o MES executa a melhoria utilizando exatamente 5 das 9 tecnologias mapeadas como sendo da indústria 4.0.

Palavras-chave: Software; Processo, Indústria 4.0; Gestão.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Kagermann *et al.*, (2013) a expressão "Indústria 4.0" ficou-se conhecida no ano de 2011, na qual foi criada uma iniciativa chamada "*Industrie 4.0*" - uma associação de representantes do mundo acadêmico, político e empresarial que apoiou o conceito como uma perspectiva para fortificar a competitividade da indústria alemã.

A implantação das instalações de produção mecânica começaram na segunda metade do século XVIII (1760-1840) originando a primeira revolução industrial. A segunda revolução industrial que aconteceu entre os anos (1850-1945) envolveu o desenvolvimento de

¹ Endereço eletrônico: andreia.felix@fatec.sp.gov.br

² Endereço eletrônico: barbara.lima7@fatec.sp.gov.br

³ Endereço eletrônico: fabricio.bueno01@fatec.sp.gov.br

indústrias química, elétrica, de petróleo e aço, além do progresso dos meios de transporte e comunicação e o trabalho estruturado com base nas teorias de Taylor. A terceira revolução industrial, também conhecida como “A revolução digital”, se deu início por volta da década de 1970, a eletrônica avançada e a tecnologia da informação desenvolveram ainda mais a automatização da produção e dos processos nas indústrias (KAGERMANN *et al.*, 2013).

A Indústria 4.0 origina-se de uma nova revolução chamada de Quarta Revolução Industrial, que mistura técnicas de produção inovadoras com sistemas inteligentes que se integram com as organizações e pessoas. De acordo com Geissbauer *et al.* (2014) os benefícios de indústria 4.0 melhoram a eficiência reduzindo custos em toda a cadeia de valor.

Com o surgimento da Indústria 4.0, a logística traz novos desafios com exigências de novas tecnologias e conceitos, como maior visibilidade, controle e assertividade em seus processos, além de redesenhar a sua mão-de-obra, que precisa ter maior aceitação a essas novas tecnologias. A logística necessitou de uma transformação digital na sua área. Mas diferente que muitos pensam, não basta somente a implementação dessas novas ferramentas para uma melhor adaptação a essa nova era tecnologia, há a necessidade de mudanças filosóficas, de conceitos e valores, para trilhar o caminho de inovação.

A automatização dos processos não apenas permite facilitar tomadas de decisões por meio do sistema de gerenciamento, mas também proporciona processos automáticos para cada atividade. O principal objetivo deste artigo foi realizar uma revisão literária com o objetivo de reconhecer as especificidades que permitem o desenvolvimento de tecnologias e das empresas no processo de industrialização proporcionando uma percepção das transformações econômicas e principalmente das mudanças nos hábitos e nas relações de trabalho existentes, a partir da indústria 4.0.

2 INDÚSTRIA 4.0

Surgido na Alemanha por volta de 2012, o conceito da Indústria 4.0 envolve as inovações tecnológicas nos campos de automação e tecnologia da informação para manufatura. Com o objetivo base de criar processos mais rápidos, flexíveis e eficientes, a quarta revolução industrial promove a união dos recursos físicos e digitais, conectando máquinas, sistemas e ativos a fim de produzir itens de maior qualidade a custos reduzidos. A quarta revolução industrial, ou melhor, indústria 4.0; centraliza-se no desenvolvimento de processos e produtos mais autônomos e eficientes, além de oferecer soluções customizadas para produção, logística e clientes. Para tanto, utilizam-se tecnologias de automação industrial

juntamente com sensores. O objetivo é criar um sistema produtivo mais inteligente, e ampliar a capacidade de resolução de problemas sem a interferência humana. No entanto, para que isso ocorra, é mandatório haver uma constante troca de informações entre todas as etapas da cadeia produtiva (KOCH *et al.*, 2014).

2.1 Pilares da Indústria 4.0

Análise de dados é a gestão de grandes quantidades de dados, também conhecidos como *big data* e *Analytics*, que propicia o aumento de performance e otimização dos processos industriais, equalizando o consumo de energia com a qualidade de produção por meio de uma melhor leitura de cenários e tomadas de decisão mais velozes. Dessa maneira, essas decisões podem variar desde as mais simples, como por exemplo, requisitar a compra de matéria prima, ou mais complexas, como a parada de uma linha produtiva (BLANCHET *et al.*, 2014).

Robótica: ao incorporar robôs inteligentes aos processos da Indústria, o setor ganha em desempenho e disponibilidade, deixando a execução de tarefas de produção logísticas e repetitivas a cargo das máquinas. Os robôs fazem parte do contexto produtivo desde a terceira revolução industrial, foram inventados para reduzir a participação do homem principalmente nas tarefas que exige repetições, devido ao menor índice de erros e maior produtividade.

Porém, ao decorrer do tempo os robos estão se tornando mais inteligentes. A partir disso, o nível de complexidade na realização de tarefas aumenta exponencialmente a cada dia, exigindo maior capacidade de processamento e autonomia para tomada de decisões. Eventualmente, funcionarão de forma segura trabalhando diretamente com seres humanos, aliás, aprenderão com estes (REHMAN *et al.*, 2015).

Simulação: na indústria 4.0, a simulação computacional é utilizada em plantas industriais para análise dados em tempo real, aproximando o mundo físico e virtual, e no aperfeiçoamento em configurações de máquinas para testar o próximo produto na linha de produção virtual antes de qualquer mudança real, gerando otimização de recursos, melhor performance e mais economia. Desse modo, os operadores tornam-se mais capazes de otimizar os processos de setup das máquinas, arranjo de produtos e processos. Consequentemente há redução de custos e aumento da qualidade (SHAO *et al.*, 2014).

Integração de sistemas: atualmente, nem todos os sistemas são totalmente integrados, faltando uma coesão entre empresa-clientes e até mesmo o processo de produção de uma indústria precisa de uma integração plena. A indústria 4.0 propõe uma melhor harmonia entre

todos que façam parte do ecossistema, garantindo uma gestão integral de experiência para que cadeias de valor sejam realmente automatizadas. Sistemas ERP, MES, SAP que integram toda a cadeia de valor produtiva, por meio de análise de dados para tomada de decisões.

Internet das Coisas: a internet das coisas consiste na conexão entre rede de objetos físicos, ambientes, veículos e máquinas que através de dispositivos eletrônicos embarcados, permitindo uma coleta e troca de informações mais rápida e efetiva. A conexão é realizada por meio de apetrechos eletrônicos, que disponibilizam a troca de dados entre o *software* (Ambiente virtual) e o *hardware* (Ambiente real; concreto). Isso só é possível devido aos sensores e atuadores, que por sinal, são a base para indústria 4.0. A interação entre os dois ambientes, resulta na criação dos sistemas cyber-físicos (MIORANDI *et al.*, 2012).

Cibersegurança: a indústria do futuro demanda que todos os departamentos da empresa estejam conectadas, tanto as redes corporativas (TI) quanto as de automação e operacionais (TA). Desta forma, é fundamental que as empresas contem com sistemas de cibersegurança robustos para proteger sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que podem causar transtornos na produção. Nesta internet industrial, existem informações confidenciais, segredos de fabricação, na verdade, tudo que consitui o negócio está disponível online. Portanto, ataques cibernéticos tornam-se parte da realidade, logo, é crucial proteger esses sistemas contra as ameaças externas (SADEGHI *et al.*, 2015).

Computação na Nuvem: a computação em nuvem fornece recursos que refletem em uma importante redução de custo, tempo e eficiência na execução destas tarefas. A computação em nuvem surgiu com o objetivo de facilitar o acesso a informações de forma descentralizada, possibilitando decisões estratégicas (YEN *et al.*, 2014).

Manufatura aditiva: também conhecida como impressão em 3D, este pilar envolve a produção de peças a partir de camadas sobrepostas de material, normalmente em forma de pó, para se obter um modelo 3D. Esta estratégia pode ser utilizada para criar produtos personalizados que oferecem vantagens de construção e desenhos complexos, ela está no mercado desde a década de 1980. Devido ao seu alto desempenho, é uma excelente alternativa para produção de componentes individuais e produção de protótipos. Além do mais, são formas descentralizadas de manufatura, o que resulta na menor distância de transporte e estoque em mãos. (BRANT; SUNDARAM, 2015).

Realidade aumentada: Utilizando os recursos deste pilar, é possível, por exemplo, enviar instruções de montagem via celular para o desenvolvimento de um produto protótipo e utilizar óculos de realidade aumentada para gestão e operação de determinadas máquinas, melhorando procedimentos de trabalho. Através deste tipo de tecnologia, é possível realizar diversos serviços, como por exemplo, efetuar um reparo em uma máquina utilizando uns óculos de realidade aumentada que fornece as instruções de reparo em tempo real. “O resultado é uma simplificação nos processos, diminuição de erros, menor necessidade de treinamento para resolução de problemas, entre outros benefícios” (PAELKE, 2014).

Automação: A automação na logística nada mais é do que a implantação de alguns sistemas de gestão entre outras ferramentas para que os procedimentos logísticos sejam feitos buscando melhores resultados. Para que isso aconteça, precisa-se de métodos e ferramentas para facilitar o trabalho e os processos, assim surgindo a automação no mundo logístico.

Automação de processos: a automação de processos não apenas permite facilitar a tomada de decisões por meio de sistemas de gerenciamento, mas proporcionam também, que os processos automáticos para toda movimentação física de mercadorias em um centro de distribuição. Podendo acompanhar os status de atividades em tempo real e obter dados referentes a ela, como por exemplo a redução de defeitos e retrabalhos, eliminando processos manuais, a ocorrência de erros diminui consideravelmente, pois com as atividades passam a serem efetuadas de forma automatizada, em consequência, e a necessidade de retrabalhos também diminuem.

O suporte de tomada de decisões é outro ponto importante referente a automação logística é que diversas das soluções que o mercado oferece, os sistemas criam relatórios para os processos de certas atividades, gerando dados que ajudam a aumentar o controle das rotinas, onde o gestor tem informações necessárias para que possam ser utilizadas como base, para tomadas de decisões mais acertivas.

Sistema de Gerenciamento de Armazém: O Sistema de Gerenciamento de Armazém, ou *Warehouse Management System* (WMS) do inglês, é um software de gerenciamento que aperfeiçoa o controle de estoque. Através do WMS o gestor pode realizar todo procedimento de forma mais segura e organizada desde os processos de recebimento, separação de pedidos, controle de estoque e armazenagem.

Sistema de Gerenciamento de Transporte: O sistema de gerenciamento de transporte, do inglês *Transportation Management System* (TMS), ou Sistema de Gerenciamento de Transportes, é um sistema que são utilizados nas rotinas de transporte. Oferece algumas funcionalidades como:

- Auditoria de frete
- Controle de frota;
- Gestão de custos;
- Rastreamento de veículos.

Roteirizador: nem todos os TMS oferece a opção de planejar rotas integradas. Por isso surge a necessidade da implantação de um sistema de roteirização. Esse sistema proporciona maior facilidade na administração da rota, leva em consideração todos os pontos de entrega, limitações no trânsito, gasto com o combustível, limitações do cliente, entre outros fatores.

Planejamento de Recursos empresariais: esse sistema não é diretamente para o setor logístico, mas, por fazer a ligação entre diversas áreas, acaba sendo eficiente na gestão. Pois faz com que a comunicação flua, fazendo que as áreas troquem informações essenciais de forma automatizada para que melhorem seus processos.

Código de barras é uma sequência numérica representada por um desenho em forma de barras com diferentes espessuras e posicionamento. Essas barras pode ser lido através de um leitor identificando uma mercadoria ou material com maior facilidade, ele não apenas é um aparelho de gestão, mas é um instrumento muito importante nos procedimentos logísticos. Diversos sistemas como o WMS podem incorporar o código de barras para efetuar suas rotinas tais como: endereçamento, separação de pedidos e inventário de estoque, através dos Sistemas de Rádio Frenquencia (RFID).

2.2 Sistema MES

Sistema MES ou Manufacturing Execution Systems foi criado originalmente na década de 1990, pela *Advanced Manufacturing Research*, organização de pesquisas para o setor da manufatura. Em um primeiro momento, o conceito se tratava de uma classe de sistemas que ficavam entre os softwares de automatização de chão de fábrica e os corporativos.

Por volta de 1995, a *International Society of Automation*, uma organização sem fins lucrativos que emite padrões para automação, elaborou a norma ISA-95. Ela define os padrões para integração de ERPs (*Enterprise Resource Planning*) com os sistemas de controle.

Os sistemas de execução de manufatura (MES) são sistemas computadorizados usados na manufatura para rastrear e documentar a transformação de matérias-primas em produtos acabados. O MES fornece informações que ajudam os tomadores de decisão de manufatura a entender como as condições atuais no chão de fábrica podem ser otimizadas para melhorar a produção. O MES funciona em tempo real para permitir o controle de vários elementos do processo de produção (por exemplo, insumos, pessoal, máquinas e serviços de apoio).

O MES pode operar em várias áreas de função, por exemplo: gerenciamento de definições de produto em todo o ciclo de vida do produto, programação de recursos, execução e despacho de pedidos, análise de produção e gerenciamento de tempo de inatividade para eficácia geral do equipamento (OEE), qualidade do produto ou rastreamento de materiais e traço.

É fundamental entender o que é sistema MES antes de pensar em implementá-lo. Portanto, se trata de um sistema focado exclusivamente nos processos da indústria, ligando o chão de fábrica à gestão. Assim, essa tecnologia emite relatórios em tempo real que otimizam as etapas de produção. MES ajuda a criar processos de manufatura perfeitos e fornecer feedback em tempo real de mudanças de requisitos”, e fornecer informações em uma única fonte.

3 METODOLOGIA

Foi utilizado o método de pesquisa descritiva. A pesquisa descritiva visa efetuar a descrição de processos, mecanismos e relacionamentos existentes na realidade do fenômeno estudado, utilizando, para tanto, um conjunto de categorias ou tipos variados de classificações (NEUMAN, 1997). A ideia principal nesta etapa foi de compreender as estratégias de planejamento e controle da produção adotada pela empresa e quais os benefícios que a Indústria 4.0 proporciona para gestão da manufatura como implantação do sistema MÊS. A metodologia da pesquisa constou etapas principais que foram: levantamento e revisão bibliográfica e pesquisa de campo. A primeira etapa constituiu-se em uma pesquisa e uma revisão bibliográfica, fornecendo elementos que serviram como base conceitual e instrumental para a etapa seguinte. A segunda etapa constituiu-se de uma pesquisa de campo dentro da

empresa. A coleta de dados se deu por meio de observações diretas feitas na empresa e a análise de documentos e entrevista com gestores da Área de Manufatura, PCP, Gestão de Suprimentos e TI.

Empresa estudada foi uma empresa fabricante de Autopeças no Grande ABC Paulista, foi fundada em fevereiro de 1972, com 15 funcionários na cidade de São Paulo.. Desde então, a empresa vem apresentando crescimento persistente, destacando-se no segmento de injeção plástica. Em 1999, a empresa mudou-se para a sede atual da empresa (27.967,37 m²), estrategicamente localizada para atender melhor seus clientes. O grupo possui outra unidade na cidade de Taubaté (SP) especializada em pintura. Essa aquisição permitiu que a empresa ampliasse seu leque de ações, proporcionando uma melhor qualidade em tal serviço aos seus clientes. O desenvolvimento da empresa tem sido o resultado da dedicação de seus fundadores e colaboradores. Ramo de atividade: Injeção de peças plásticas no mercado automobilístico.

Como principais produtos a empresa, tem como peças técnicas e de acabamento injetadas em termoplásticos de engenharia tais como: Poliuretano, Nylon, Poliacetal, ABS, ASA, Polipropileno, etc, com aplicação na linha automobilística. Hoje os principais produtos da empresa são peças plásticas injetadas para veículos da Volkswagens (Up, Gol, Voyage, Fox, Polo e Virtus) variando de peças aparente como molduras do painel, alavanca de machas e peças internas como suporte tsi, perfis guias e válvulas do para-choque.

A Empresa Prodwin há mais de 20 anos desenvolve soluções para gestão da produção (MES), com mais de 500 clientes na América Latina e Europa. Sediada em Alphaville-SP, e com um laboratório de ponta. O Pw-1 é um Sistema de Execução de Fabricação (MES) completo, que faz a gestão fabril com apontamentos automático da produção em tempo real, o controle da produção é feito por meio de coletores de dados conectados nas máquinas ou equipamentos.

Prodwin tem diversos módulos na área de gestão de fabril, o implantando na empresa, é o modulo PCP. Para que se obtenha um planejamento e controle eficiente da manufatura, é importante que a fábrica esteja totalmente integrada para planejamentos de suas Ordens de Produção e entregar os produtos nos prazos exigidos pelo mercado. Para efetuar o cálculo do início e fim de cada Ordem de Produção (OPs), o sistema acata o histórico de eficiência de cada máquina e produto, além da disponibilidade de horas de cada máquina, calculando a carga máquina. Tudo isso demonstrado por meio de um gráfico de Gantt colorido, mostrando o status de cada Ordem de Produção.

4 ANÁLISE E DISCUSÃO DE RESULTADOS

As melhorias sugeridas na visita efetuada na empresa enfatizaram que há alguns pontos que podem ser melhorados, pois atualmente próprio software utilizado na gestão de produção não é utilizado 100%, assim, foi sugerido a implantação de processos para utilizar esses recursos já disponíveis e também sugerir aquisição de outros módulos que podem proporcionar essas melhorias trazendo algumas informações adicionais que ajudam em uma melhor administração da produção, com isso obtendo maior lucratividade, reduzindo custo e evitando desperdícios.

Segundo Rago *et al.* (2003), a manufatura enxuta abrange uma série de processos flexíveis, que possibilitam a produção ao menor custo, eliminando as perdas. Para uma produção enxuta e lucrativa maior é de suma importância ter uma visão do cenário como todo da nossa manufatura e termos informações mais rápidas e precisas, como gasto de energia, consumo e desperdício de insumos e custos da não qualidade na produção.

A empresa possui hoje em seu parque fabril 46 máquinas injetoras de tonelagem (100 a 1500 tn), 6 bi-injetoras, 3 placas rotativas e injeção gás, operando em três turnos com sábados alternados durante o mês, antes da implantação do MES, todo gerenciamento de dados da produção das 46 injetoras eram feita manualmente por meio de apontamento manuais nas ordens de produção, não obtendo as informações de ciclos, refugos, paradas e seus motivos em tempo real, com isso o tempo de reação ou planejamento se tornava tardio.

Os dados da produção de março de 2021: Total de Peças Produzidas: 3.396.543 peças; Total de Peças Refugadas: 31.654 peças; Total de materiais transformados: 270 toneladas; OEE: 95,55%

Eficiência Global do Equipamento é um indicador utilizado para mensurar, acompanhar e melhorar os resultados de maquinários e equipamentos. Essa ferramenta desenvolvida por meio da metodologia Total Produtividade de Manutenção (TPM), permite ter dados com uma visão geral de todo processo produtivo, desde dados gerenciais (macro) a dados operacionais (estratificado), com problemas de linha, perdas (scrap), produtividade, ociosidade, etc. Três pilares formam esse indicador: Disponibilidade, performance e qualidade.

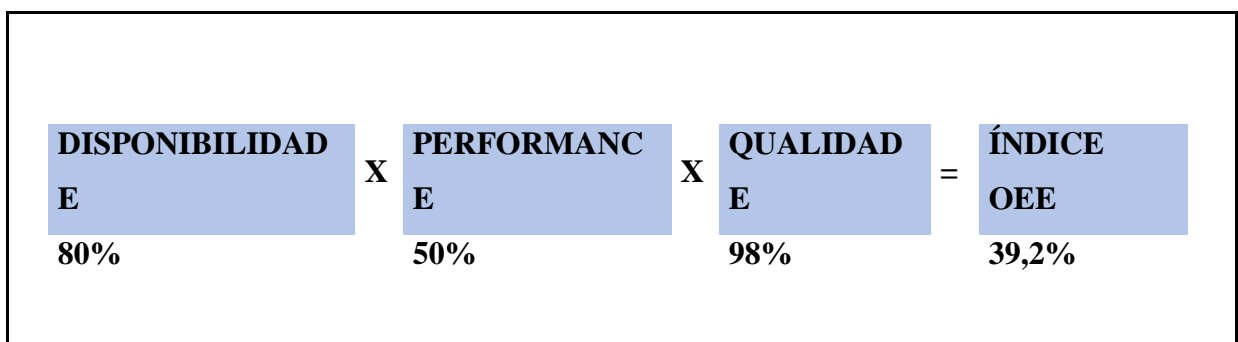
– Disponibilidade: tempo disponível para produzir que a máquina tem, descontando as paradas;

- Performance: eficiência real da máquina vs capacidade nominal.
- Qualidade: tempo de produção de produtos aprovados.

Conforme Figura 1, a coleta de dados do Prodwin demonstra os 3 fatores que forma o cálculo do OEE expressos na Equação 1.

$OEE = D(\%) \times P(\%) \times Q(\%)$ a onde D (disponibilidade), P (performance) e Q (qualidade).

Figura 1 – Calculo OEE



Fonte: Prodwin (2021)

O OEE é uma ferramenta que integra toda a cadeia produtiva, onde todos os departamentos precisam trabalhar em equipe identificando os pontos de melhoria de forma mais estratégica. Alguns benefícios encontrados com o uso da ferramenta são:

- Melhor aproveitamento de maquinário;
- Melhor utilização do tempo das máquinas;
- Reduzir prejuízo causado por falhas e manutenção;
- Controle da qualidade dos produtos produzidos;
- Planejamento mais preciso da produção e entregas; redução do custo de retrabalho por refugo.

Os dados coletados no PW-1 referente produção do mês de março, representam na Figura 2 a estratificação de OEE. A produção parada é quando a linha de produção é interrompida por algum motivo, como por exemplo: problema técnico, setup, ociosidade e motivos externos. Algumas vezes a produção parada pode ser intencional e programada, como por exemplo, por falta de demanda e excesso de estoque. Na Figura 2 há dados de paradas do mês de março e seus motivos.

Figura 2 – Relatório de Paradas de Produção Março/21

Relatório Consolidado Parada	
Período :	01/03/2021 - 31/03/2021
Turno:	Todos
Motivo Parada	Total
*PARADA PROGRAMADA	9171:47:21,398
*FINAL DE SEMANA	2687:14:55,372
FERRAMENTARIA	706:57:27,739
FALTA DE MATERIA PRIMA	404:07:41,210
REGULAGEM	400:14:18,217
MANUTENÇÃO ELETRICA	377:32:51,975
MANUTENÇÃO MECANICA	358:09:57,360
QUALIDADE FORA DE PADRÃO	320:14:39,405
SET-UP	248:06:42,194
ORGANIZAÇÃO / LIMPEZA	242:56:41,575
AGUARDANDO PREPARADOR	192:05:52,324
FALTA DE OPERADOR	176:23:45,165
MICROPARADA	147:50:04,386
*REVEZAMENTO	140:04:23,897
AGUARDANDO AQUECIMENTO DO CILINDRO	138:29:44,175
FALTA DE ENERGIA ELETRICA	136:06:27,924
FIM DE PRODUÇÃO	135:04:17,479
TREINAMENTO / REUNIÃO	123:39:19,047
FALTA DE COMPONENTES	118:53:03,702
AGUARDANDO MANUTENÇÃO ELETRICA	110:49:11,315
AGUARDANDO ESTUFAGEM	104:22:10,701
*REFEIÇÃO	81:09:43,414
TROCA DE VERSÃO	77:04:07,927
FALTA DE EMBALAGEM	73:44:30,037
AGUARDANDO MANUTENÇÃO MECANICA	61:53:17,135
VAZAMENTO DE AGUA	61:01:51,314
*COLETOR INCONSISTENTE	55:04:52,577
REGULAGEM ROBÔ	48:36:50,132
QUALIDADE MATERIA PRIMA	47:27:03,187
Parada Nao Informada	43:52:59,031
LIMPEZA CILINDRO	25:21:12,320
AGUARDANDO FERRAMENTARIA	22:55:21,367
LAYOUT	17:46:36,119
MOTOR DESLIGANDO	16:08:28,971
PEÇA QUEBRADA NO MOLDE	13:21:24,361
AGUARDANDO TROCA DE VERSÃO	13:20:14,106
AGUARDANDO SET-UP	11:55:41,407
AGUARDANDO QUALIDADE	11:12:29,637
TRY-OUT	8:21:05,878
TROCA DE COR	7:09:05,267
FALHA NA INJ. DE BORRACHA	6:41:58,486
AGUARDANDO CÂMARA QUENTE	4:46:17,992
FALTA DE EQUIPAMENTOS	4:01:49,988
LIMPEZA DE TEXTURA	3:31:32,252
MANUTENÇÃO PREVENTIVA	2:43:59,298
AGUARDANDO ENGENHARIA DE PROCESSOS	2:28:28,963
CANAL DA BORRACHA QUEBRADO	2:15:53,578
PREPARAÇÃO DE MAQUINA	1:54:54,987
Total Geral	17167:02:46,291

Fonte: Empresa caso (2021)

Segundo Balluf (2019), o refugo representa todo o material que não pode mais ser utilizado no processo de produção, tanto por estar fora das especificações e características, como por ficar impossibilitado de ser reprocessado. Isso representa perda de dinheiro investido, desequilíbrio na linha de produção, deficiência no planejamento e a falta de eficiência produtiva. Na Figura 3, segue o relatório de refugo referente ao mês de março.

Figura 3 – Relatório de Refugo

Relatório Refugo	
Período :	01/03/2021 - 31/03/2021
Turno:	Todos
Refugo	Qtd. Refugo
FALHA NA INJEÇÃO	9625
INICIO DE PROCESSO	4771
ESPIRROS	3967
FALHA NA INJ. DE BOR. 2	3409
MANCHAS	3279
BATIDAS	1945
DEFORMAÇÃO	1412
FALHA NA INJ. DE BORRA.	671
INVASÃO DE BORRACHA	383
IMPUREZAS	329
TRINCAS	315
BRILHO	257
REBARBA	179
TRY-OUT	164
MARCA DE FACA	160
MANCHAS DE OLEO	152
RISCOS	152
MARCA DO EXTRATOR	129
PINTAS	118
FORA DE COR	102

BOLHAS	54
FORA DIMENSIONAL	38
QUEIMA DE GASES	25
QUEBRADA	15
EMENDA FRIA	3
	31654

Fonte: Empresa caso (2021)

Para que possa ter os dados no monitor on-line, é preciso a inserção de dados, para ter informações para efetuar análise da fábrica no sistema PW-1 em tempo real. Os dados são alimentados pelo operador através de coletor *touch screen* conforme Figura 4, os dados inseridos são (quantidades de ordem de produção, número da ordem de produção, apontamento, login do operador, alertas, paradas, refugos) todas as informações referentes a produção.

Figura 4 – Coletor Touch Screen



Fonte: Prodwin (2021)

- Tela de 7" com interface touch screen, tornando o coletor mais visual e intuitivo;
- Indicadores de produtividade diretamente no "pé da máquina";
- 6 entradas para captura de sinais eletrônicos e 6 saídas para acionar periféricos;
- 3 portas USB, que possibilitam a integração equipamentos;
- Interfaces de comunicações: Ethernet ou WiFi;
- Vedação contravapor d'água e poeiras;
- Fácil instalação;

Atualmente a empresa trabalha com ordens de produção, ficha técnicas, desenhos tudo em papel impresso, mais conforme descritos pode ser colocado tudo no sistema, eliminado totalmente o papel e tornando uma empresa cada vez mais sustentável. Conforme os dados da produção inseridos, pode-se verificar na Figura 5.

Figura 5 – Monitor On-line



Fonte: Empresa caso (2021).

Conforme Figura 5 as respectivas colunas apresentam as informações conforme descrito; **Primeira coluna** número das maquinas; **Segunda coluna** número das Ordens de produção; **Terceira coluna** motivo de paradas máquinas; **Quarta coluna** simbologia de motivos de paradas; **Quinta coluna** código do produto; **Sexta coluna** Porcentagem de TEEP; **Sétima coluna** Porcentagem de OEE; **Oitava coluna** Porcentagem de CICLO; **Nona coluna** Porcentagem de paradas; **Decima coluna** Porcentagem de Refugos; **Decima primeira coluna** observação de alertas; **Decima segunda coluna** nome dos operadores.

A linha que está em vermelho indica que a máquina está parada, como o motivo e o tempo. As cores indicam o parâmetro que está dentro e fora da meta: Azul - acima da meta; Verde - na meta; Amarelo - abaixo da meta; Vermelho - muito abaixo da meta; Preto - sem produção.

Em entrevista com os gestores da área, o objetivo era que cada um respondesse suas opiniões sobre o assunto que é uma das tendencias da Industria 4.0, com algumas perguntas direcionadas suas respectivas áreas.

A entrevista realizada pelo entrevistador Fábio Henrique Dias Petrif, 38 anos aluno de logística da Fatec Mauá nas dependências da empresa em 5 de setembro de 2021, os entrevistados Denis Curvelo Batista, 41 anos, Gerente de Operações e Gabriel Apostolico Garcia, 23 anos Analista de dados, foram abordados perguntas conforme quadros 1 e 2:

Quadro 01 – Entrevista com Gerente de Operação

QUESTÕES	RESPOSTAS
1 - Você acredita que o Prodwin facilitou a gestão da fábrica?	Sim , pois como as informações são enviadas online, você gerencia a fabrica em tempo real de qualquer lugar via smartphone. Apesar que há pontos negativos pois os dados são inseridos manualmente através dos operadores, factivio de erro.
2 - Quais são as informações que você julga ser mais importantes que o Prodwin lhe fornece?	As informações mais importantes são a cadencia atual e real da produção e indice de refugos.
3 - Você acredita com a implantação do Prodwin, houve aumento na produtividade e lucratividade?	Sim, devido a rapidez das informações que o sistema proporciona, facilita tomadas de decisões para que possa ter uma produção mais eficaz, trazendo maior produtividade e lucratividade.
4 - A algum projeto para utilização dos demais recuros ou módulos que o Prodwin oferece?	Hoje não a nenhum projeto previsto.
5 - O investimento com esse tipo de sistema como o Prodwin , compensa o retorno que ele traz?	Para os recursos que a empresa utiliza atualmente o investimento não é viável, pois hoje o sistema é utilizado basicamente para coleta de dados, a onde pode ser feito com recursos com custos mais baixos, mais se o sistema for utilizado de sua forma integral , visando o planejamento fabril é um ótima ferramenta custo x beneficio.

6 - Você julga interessante implantação dos demais modulos como C.E.P, Utilidades ?	Sim , concerteza se utilizar todos os modulos visando planejamento, com todas as infomações que o sistema fornece em tempo real, sem dúvida traria muitos beneficio para gestão fabril.
---	---

Fonte: Autores (2021)

No Quadro 01 é apresentada as questões e repostas efetuada na entrevista com o gestor Fabril Denis, obordando as vantagens que a implantação do Sistema Prodwin oferece para gestão da manufatura.

Quadro 02 – Entrevista com Analista de Dados

QUESTÕES	RESPOSTAS
1 - Houve dificuldades na implantação do Prodwin?	A maior dificuldade foi no treinamento dos colaborades a se abtuar com a nova tecnologia e colocar em prática no seu cotidiano.
2- Quais forão os recursos necessários para implantar o sistema Prodwin (Softwares e Hardwares)?	Além do próprio software Prodwin , foi necessário compra de um novo servidor para armazenar os dados gerados pelo sistema e a aquisição dos TouchPad para cada injetora.
3 - Quais são os pontos positivos?	Entrega de análise de dados da produção fornecida ou em tempo real ou por períodos , apenas com alguns clicks você tem toda a informação que necessita, além da eliminação de papéis , com obtemos dados rápidos, facilita para uma apresentação em uma reunião ou analise melhorias ou problemas na cadeia produtiva.
4 - Quais são os pontos negativos?	dados são inseridos manualmente através dos operadores, por tanto as infomações ficam dependente do ser humano, correndo risco de haver erros na coleta de dados. Há alguns recursos

	que o sistema não possui alguns tipos de relatórios ou funcionalidades importantes para manufatura, como por exemplo Ordem de Produção x Número de Operadores, para que se possa verificar a necessidade ou custo de mão-de-obra para produção do dia ou por período.
5 - As informações PRODWIN x REAL, são confiáveis?	Sim, apesar das informações depender do operador inserir os dados no Touch Screen, a informações imputadas e geradas pelo Prodwin, traz a confiabilidade da real situação do que acontece na manufatura.
6 -De que maneira o Prodwin (MES) e o Totvs (ERP) se integram?	Os dados são gerados em arquivos a onde são importados de um sistema para o outro. Informações como (código de produtos, cavidades de molde, ciclo) e demais informações da estrutura do produto.
7 - A algum projeto para utilização dos demais recursos que o Prodwin pode oferecer?	Não, ainda não há nenhum projeto previsto.

Fonte: Autores (2021)

O Quadro 02 apresenta a entrevista com o Gestor de TI Gabriel, explanando a implantação do sistema e os pontos que o sistema oferece na visão da informática.

Na atual economia industrial, as fábricas enfrentam um novo desafio de produção que é adaptar-se continuamente às demandas de mercado. Tal cenário implica em gerenciar e decidir sobre uma rápida adaptação de instalações e variação da capacidade de produção, influenciando iniciativas estratégicas e operacionais. Dessa forma, o planejamento dos processos de produção tem influência direta na eficiência econômica das empresas de manufatura, o principal benefício é a otimização de desempenho no planejamento dos processos de produção. Essa otimização de desempenho se dá pela simulação de listas de processos em ambientes virtuais e proporciona maior eficiência nas tomadas de decisão.

Na **Figura 6**, o fluxograma desmontra passos necessários para implantação do Prodwin, primeiro passo foi a aquisição de servidor para armazenagem dos dados gerados pelo sistema, a instalação do próprio sistema nos computadores da empresa e instalação dos TouchPad nas máquinas injetoras para coleta de dados, após dos softwares e hardwares instalados , iniciou o treinamento com os colaboradores da empresa, após toda fase de implementação realizada, deu se inicio ao processo no dia dia, como a coleta de dados inseridas pelos operadores, gerando dados on-line que são transportadas para o sistema ERP extratificando as informações da manufatura e gerando relatórios para analise dos gestores

Figura 6 - Fluxograma



Fonte: Autores (2021)

Resultados da entrevista: Conforme entrevista com Denis o Gerente de Operações da empresa, claramente pode se analisar que a informatização como uma implantação de sistemas de gestão traz benefícios nos processos de uma organização conforme abordado na questão 1, esses sistemas geram indicadores que tem um grau de importância para cada gestor em sua área, conforme caracterizado na questão 2, o ganho na produtividade e lucratividade com informações mais rápidas é certo, pois as informações facilita a análise para tomadas de ações do gestor conforme questão 3, não há projetos firmados para implantação dos demais recursos do Prodwin na empresa, já que atualmente não se aproveita de todos os recursos do módulo já instalado, minimizando o ganho que esse recurso pode oferecer para empresa, mais claro que se estruturado um projeto com os objetos certos, os investimentos com sistemas é muito vantajosos para as organizações que querem se manter competitivas, com maior lucratividade e menos desperdícios, conforme sintetizado nas questões 4, 5 e 6.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o MES é um sistema de grande ajuda na gestão fabril, conferindo agilidade nas informações da manufatura tornando a gestão mais eficaz, lucrativa e precisa. Como objetivo específico foi apresentado de modo teórico e exemplificado no estudo de caso os benefícios que a tecnologia oferece para indústria e importância de implantação de novas tecnologias para uma empresa se tornar cada vez mais competitiva.

Dessa forma, foram discutidos levantamento históricos das revoluções industriais e a importância da empresa estar cada vez mais informatizadas para se manter mais competitiva. Obteve-se os resultados esperados pois com o sistema implantado as informações são visualizadas em tempo real e mais confiáveis facilitando o planejamento industrial.

Como sugestão, a implantação recursos de alertas via SMS e E-mail para paradas de produção, direcionados para os setores responsáveis pelas mesmas, como (falta de matéria-prima/Suprimento, quebra de máquina/Manutenção), e recomendado aquisição e implantação de outros módulos como P.C.P, C.E.P, Custos e Utilidades que integra outros setores como PCP, Manutenção, Qualidade para unificação das informações em um só sistema para melhor confiabilidade e agilidades nas informações, tornando uma fábrica integrada como todos os setores envolvidos no processo produtivo.

REFERENCIAS

- BLANCHET, M. et al. **THINK ACT: Industry 4.0 The new industrial revolution – How Europe will succeed**. Munique: Roland Berger, 2014.
- BRANT, A.; SUNDARAM, M. M. **A novel system for cloud-based micro additive manufacturing of metal structures**. Journal of Manufacturing Processes, Additive Manufacturing. v. 20, Part 3, p. 478–484, out. 2015.
- GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S.; KOCH, V.; KUGE, S. (2014). Industry 4.0: Opportunities and Challenges of the Industrial Internet. **PricewaterhouseCoopers**
- KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes (Ed.). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: final report of the Industrie 4.0 working group. [S.l.]: **Forschungsunion; Acatec**, 2013. Disponível em: . Acesso em: 20 abr. 2017.
- KOCH, V.; KUGE, S.; GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S. Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet. **Stratety and Company**, 2014.
- MIORANDI, D. et al. Internet of things: **Vision, applications and research challenges**. Ad Hoc Networks, v. 10, n. 7, p. 1497–1516, set. 2012.
- NEUMAN, L. W. Social research methods: **qualitative and quantitative approaches**. Boston: Allyn & Bacon, 1997
- PAELKE, V. Augmented reality in the smart factory: **Supporting workers in an industry 4.0. environment**. In: PROCEEDINGS OF THE 2014 IEEE EMERGING TECHNOLOGY AND FACTORY AUTOMATIO N (ETFA). IEEE, 16 set. 2014
- REHMAN, A. UR; NECSULESCU, D.-S.; SASIADEK, J. Robotic Based Fire Detection in Smart Manufacturing Facilities. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n. 3, p. 1640–1645, 1 jan. 2015.
- PRODWIN. Sistema PW1. <https://www.prodwin.com.br/pt/>. Acessado em 01/04/21
- SOUZA, Rodrigo Barbosa de; Uma Arquitetura para Sistemas Surpevisórios Industriais e sua Aplicação em Processos de Elevação Artificial de Petróleo, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, 2005.
- SADEGHI, A.-R.; WACHSMANN, C.; WAIDNER, M. **Security and Privacy Challenges in Industrial Internet of Things**. Proceedings of the 52Nd Annual Design Automation Conference. Anais...: DAC '15. New York, NY, USA: ACM, 2015
- YEN, C.T., Liu, Y.C., Lin, C.C., et al.: **Advanced manufacturing solution to industry 4.0 trend through sensing network and cloud computing technologies**. In: 2014 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), pp. 1150–1152. IEEE (2014).

SHAO, G.; SHIN, S.-J.; JAIN, S. **Data Analytics Using Simulation for Smart Manufacturing. Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. Anais...: WSC '14.** Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2014.

ABSTRACT

LOGISTICS 4.0 IMPLEMENTATION OF PRODUCTION CONTROL THROUGH MES SYSTEM: CASE STUDY IN AUTO PARTS INDUSTRY IN GRANDE ABC

Organizations seek to improve and optimize more and more, the efficiency of their processes, agility in information, reduce unnecessary costs, excellence and quality in internal and external services as a differential, amid the great competitiveness among their competitors, and a great alternative to achieve these goals and improve your process is the use of technology and concepts from industry 4.0. This case study was elaborated on the MES system (Prodwin Pw-1) in the company Auto Parts industry in Grande ABC, using a descriptive methodology with an observatory research, identifying the advantages and benefits that Industry 4.0 can bring in production management through MES system where the main software objective is one of the 3 main objectives of industry 4.0, which is the improvement of the production process, more than that, the MES performs the improvement using exactly 5 of the 9 technologies mapped as being from industry 4.0

Keywords: Software; Process, Industry 4.0; Technologies.