



ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DO *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* (MES) EM UMA FÁBRICA DE INJEÇÃO PLÁSTICA

STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF THE *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* (MES) IN A PLASTIC INJECTION FACTORY

Luan Michel Andreazza* lmandreazza@ucs.br
Michele Otobelli Bertéli** mobertel@ucs.br
Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, RS

Resumo: O *Manufacturing Execution System* (MES – Sistema de Execução da Manufatura) é uma ferramenta para controle da produção aplicada no chão de fábrica que permite visualizar e monitorar processos de forma *on-line*, fornecendo informações que visam ganho operacional. Este artigo apresenta um estudo realizado no setor de injeção plástica em uma empresa de utensílios domésticos. Possui objetivo de mapear a implantação do sistema MES e como a inserção dessa tecnologia favorece a gestão da produção, criando um controle remoto da produção e facilidade para geração de relatórios de desempenho, visando aumento de desempenho, redução de custos e redução de *lead times*. Este trabalho também compara o modelo atual de coleta de dados (ERP e planilhas eletrônicas) com o sistema MES, bem como os ganhos no processo produtivo, além de orçamentos, prazos e matriz para tomada de decisão. As informações empregadas no embasamento do estudo de implantação foram coletadas por meio de referencial teórico, estudos realizados pela equipe multifuncional responsável pelo projeto, além de visitas e orçamentos com possíveis fornecedores de sistemas de informações e apresentaram resultados consistentes para a implantação do projeto na organização.

Palavras-chave: MES. ERP. Sistema de Produção. Gestão de Indicadores.

Abstract: The MES - Manufacturing Execution System is a tool to controlling production applied on the factory floor that allows you to view and monitor processes on-line, providing information seeking operational gain. This article presents a study carried out in a plastic injection sector in a household appliance company. It aims to map of implementing the MES system and how the insertion of this technology favors production management, creating a remote control of production and facility for generating performance reports, aiming at increasing performance, reducing costs and reducing lead times. This work also compares the current data collection model (ERP and spreadsheets) with the MES system, as well as the gains in the production process, in addition to budgets, deadlines and matrix for decision making. The information used to support the implementation study was collected through a theoretical framework, studies carried out by the multifunctional team responsible for the project, in addition to visits and budgets with possible information system suppliers and presented consistent results for the implementation of the project in the organization.

Keywords: MES. ERP. Production System. Indicator Management.

1 INTRODUÇÃO

Diante do crescimento da competitividade no mercado, da evolução da sociedade e a mudança das exigências dos consumidores, as empresas são obrigadas a buscar novas práticas visando redução de custos. Dessa forma, para as organizações obterem um diferencial e posicionamento de forma competitiva no ambiente globalizado, elas têm realizado investimentos nos processos de manufatura (TRENTIN, 2016), mostrando ser um requisito importante para alcançar uma gestão com resultados de alto desempenho em nível organizacional e mercadológico (RAMOS; BITENCOURT, 2017).

Partindo deste contexto, é necessária uma permanente revisão e reavaliação dos processos de gestão nas organizações em busca de maior controle e produtividade (ESCOBAR; CARVALHO; FREIRES, 2015). Com isso, a busca pelo estabelecimento e monitoramento dos processos tem por objetivo a capacitação das empresas visando melhoria contínua, podendo ser considerada um diferencial competitivo, uma vez que as direciona para a otimização dos processos e eliminação de falhas (RAMOS; BITENCOURT, 2017).

Nesse cenário, para melhor visualização e controle da produção se faz necessária a presença de um sistema de informações e indicadores que estejam alinhados com a realidade organizacional do negócio e ao fácil entendimento dos gestores, o que se mostra importante para o atingimento de resultados satisfatórios para a organização (RAMOS; BITENCOURT, 2017). Nessa linha, o sistema de informação *Manufacturing Execution System* (MES) pode oferecer importante apoio no controle de execução da manufatura (VARGAS; SELLITTO, 2016), que integrado ao sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) pode preencher lacunas nos demais recursos e práticas da manufatura, contribuindo ainda mais para o gerenciamento fabril (NEVES, 2011; MATSUBARA, 2015).

O MES pode auxiliar as organizações na identificação e atingimento de melhores resultados em suas prioridades competitivas juntamente ao processo produtivo, pois oferece meios alternativos, proporcionando melhorias no processo de tomada de decisão (NONAKA, 2012 apud VARGAS; SELLITTO, 2016; MENEZES;

CREADO; ZHONG, 2017) por meio da coleta de dados e visualização da produção em tempo real (*on-line*) (GONÇALVES, 2011; MATSUBARA, 2015).

Nessa perspectiva, a realização desse artigo tem por objetivo descrever o processo de mapeamento para implantação do sistema MES e como a inserção dessa renovação pode facilitar a boa gestão da produção no setor de injeção plástica de uma empresa fabricante de utensílios domésticos na região sul do Brasil, criando um controle remoto da produção e facilidade para geração de relatórios de desempenho como *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Key Performance Indicator* (KPI), entre outros (GALEANO *et al.*, 2018), visando aumento de performance, redução de custos e redução de *lead times*. No modelo atual de produção não existe controle remoto de produção e de apontamento de peças. Para consulta dos itens que estão sendo produzidos, é necessário verificar o andamento da produção em cada máquina, cujas informações constam nas respectivas Ordens de Produção. Já a avaliação da performance do setor de injeção, pode ser avaliada somente no dia seguinte, pois não existe um indicador *on-line* da produção, ou seja, não há possibilidade de apresentar os tempos reais de ciclo das máquinas em comparação ao tempo de ciclo proposto que está cadastrado no sistema ERP utilizado na organização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de MES, vantagens e desvantagens de seu uso, suas funcionalidades bem como dificuldades de implantação são apresentadas nessa seção.

2.1 Definição de MES

O MES foi desenvolvido em meados da década de 90 (MESA, 2020) pela *Advanced Manufacturing Research* (AMR), e trata-se de um sistema de manufatura focado na coleta de dados para gerenciamento das atividades dos processos produtivos, estabelecendo uma ligação direta entre planejamento e produção (CHEN; VOIGT, 2020).

De acordo com Neves (2011), o MES é um sistema de informação e comunicação para o ambiente de produção de uma empresa, sendo responsável

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??., 201?

pela tradução entre os processos de informação no chão de fábrica e a gestão da organização. O MES tem ainda o propósito de melhorar e controlar aspectos que influenciam no processo de produção, buscando alcançar alta flexibilidade, redução de *lead time* e custos de produção, dispondo de funcionalidades como registros da produção, relatórios de desempenho, histórico da trajetória do processo e detalhes de planejamento e agendamento.

O sistema MES é definido como um instrumento de controle de manufatura que possibilita gerar e visualizar informações precisas e em tempo real, desde a emissão de uma ordem de produção, até o embarque do produto acabado, preenchendo uma lacuna entre o ERP e os sistemas automatizados do chão de fábrica, possibilitando melhorias nas etapas dos processos produtivos, ganho de eficiência, redução de custos - como tempo de ciclo e mão de obra, além do aumento de segurança e controle de qualidade na produção (GONÇALVES, 2011; NEVES, 2011; VARGAS; SELLITTO, 2016).

2.2 Objetivo de um sistema MES

O MES tem como objetivo principal captar e executar informações em tempo real da produção no chão de fábrica através dos sistemas supervisórios e também informações do sistema corporativo para moldá-las em forma de relatórios gerenciais a fim de facilitar a tomada de decisão em diversas áreas da empresa: planejamento, controle de estoques, manutenção, qualidade, vendas, etc. (GIUNCHETTI, 2004).

O sistema MES funciona como uma central para distribuição de dados do chão de fábrica, para todos os outros sistemas da empresa, visando agilidade na troca de informações e facilitando a tomada de decisão, de acordo com a necessidade das organizações de obterem vantagens competitivas num mercado cada vez mais exigente, onde a tecnologia se desenvolvendo de forma rápida visando custos menores, o uso de recursos de TI, como o MES, se tornou um elemento fundamental para resoluções de problemas de comunicação gerados entre os níveis das organizações (NEVES, 2011).

2.3 Dificuldades de implantação

A maioria dos sistemas de informações classe MES da atualidade foram projetados e implantados para uma atividade específica, portanto, não são universais (SHENDRYK; BOIKO, 2015). Dessa forma, pode haver inúmeras adversidades durante o processo de implantação dentro de modelos tradicionais de produção, seja quanto à atividade no qual o sistema deverá operar ou a dificuldade para integrar esse sistema aos demais já existentes na organização, já que as informações entre fornecedor, cliente e sistemas podem divergir no momento da implantação (WITSCH; HEUSER, 2011; YANG; ZHANG; CHEN, 2016; SILVA, 2016). Outro desafio encontrado pelas empresas, principalmente em âmbito brasileiro, se trata da dificuldade e demora em obter o retorno do investimento, principalmente pelo fato de iniciarem o processo de implantação de forma modular, como por exemplo, integrando o MES com apenas alguns sistemas já presentes na organização, utilizando somente algumas das principais funcionalidades, não comportando todo o ciclo de implantação necessário para o bom funcionamento do sistema (GIUNCHETTI, 2014; NAEDELE; KAZMAN; CAI, 2014).

As dificuldades relacionadas à implantação de sistemas e suas aplicações são justificadas pelos modelos tradicionais de produção que predominam nas organizações desde meados do século XX, com a influência norte americana de Henry Ford, praticando a produção em massa e a produção enxuta, inicialmente desenvolvida na *Toyota Motor Company of Japan*. Esses modelos de produção, apesar de antigos, continuam orientando grande parte das organizações quanto aos métodos produtivos, já que os princípios desenvolvidos na época ainda são pertinentes, principalmente as metodologias adotadas pelo *Lean Manufacturing* (produção enxuta) como o *Just in Time* (JIT), *Jidoka* (autonomação), *Kanban*, *Kaizen*, entre outros. (OHNO, 1997; SEGURA; PEINADO; GRAEML, 2011; GADELHA *et al.*, 2015).

2.4 Funcionalidades

No ano de 1992, a MESA (*Manufacturing Enterprise Solutions Association*) desenvolveu o chamado “Modelo MESA” visando inicialmente representar uma

solução MES, e principalmente facilitar o entendimento de suas funcionalidades e interfaces com outros sistemas de gerenciamento de controle. Na primeira versão, com o objetivo de organizar a elaboração de soluções e produtos MES, havia 11 (onze) funcionalidades para que uma solução fosse caracterizada:

- ✓ Alocação e Estado dos Recursos (*Resource Allocation and Status*): gerenciar os equipamentos, *status*, anomalias e informações críticas, controlando liberação de máquinas, ferramentas e materiais;

- ✓ Programação das Operações (*Operations/Detail Scheduling*): facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações, visando uma programação ágil e assertiva;

- ✓ Distribuição de Unidades de Produção (*Dispatching Production Units*): gerenciar os fluxos e a disponibilidade de materiais entre as operações da planta;

- ✓ Controle de Documentação (*Document Control*): reduzir a utilização de papel, visando facilitar/otimizar o acesso unificado às informações;

- ✓ Aquisição de Dados (*Data Collection/Acquisition*): reduzir o tempo e os erros na coleta de dados;

- ✓ Gerenciamento da Mão de Obra (*Labor Management*): gerenciar o desempenho e alocação de mão de obra utilizada nas operações;

- ✓ Gerenciamento da Qualidade (*Quality Management*): monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente;

- ✓ Gerenciamento do Processo (*Process Management*): gerenciar a execução dos fluxos de produto e processo em relação ao planejado, bem como os parâmetros e configurações para execução da operação;

- ✓ Gerenciamento de Manutenção (*Maintenance Management*): gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, corretiva, materiais e ordens de serviços, bem como, o gerenciamento de quebra/falhas dos equipamentos e custos;

- ✓ Análise de Desempenho (*Performance Analysis*): gerenciar índices de desempenho de produção, monitorar tempo de engenharia, facilitar acesso às informações dos indicadores de desempenho para todos os colaboradores da organização;

✓ Rastreamento e Genealogia da Produção (*Product Tracking and Genealogy*): fornecer diagnósticos relacionados ao processo produtivo e aos produtos.

O “Modelo MESA” sofreu algumas revisões com o passar dos anos, sendo a última delas no ano de 2006, utilizada atualmente. Esse conceito revisitado é chamado de c-MES e está ligado à Manufatura Colaborativa, uma estratégia para que indivíduos e organizações trabalhem juntos, obtendo vantagens competitivas, permitindo que múltiplos grupos hajam de forma integrada, combinando as funcionalidades anteriores com a habilidade para integrar com outros sistemas e colaboradores da empresa, visando otimizar as demais interações com o sistema MES, contemplando prioritariamente as inter-relações entre as estratégias do nível corporativo, negócios das operações e operações de produção (MESA, 2020).

No nível de operações de produção, é onde ocorre a manufatura dos produtos. Conseqüentemente, é o local onde o monitoramento dos elementos operacionais se sucede, devendo estar intimamente ligado aos demais níveis (VARGAS, 2016). Para isso, a MESA definiu o modelo atual que está embasado sobre cinco iniciativas estratégicas que formam o nível executivo:

- *Lean Manufacturing*: busca a identificação e eliminação de desperdícios, ligada ao fluxo de materiais e gestão de processos para redução de custos e aumento de produtividade;
- *Real-Time Enterprise* (RTE): executa o monitoramento, captura e analisa eventos que possam estar em atraso dentro dos processos da organização;
- Qualidade e Conformidade regulatória: atesta os procedimentos de qualidade dos produtos, além de associar *design*, engenharia de produto e processo para aumento de qualidade e redução de custos;
- *Asset Performance Management* (APM – Gestão de Desempenho de Ativos): visa maximização de rentabilidade e previsibilidade, com o objetivo de visualizar todo o ciclo de vida do ativo;
- *Product Lifecycle Management* (PLM - Gestão do Ciclo de Vida do Produto): visa a prática de soluções que promovam o apoio a criação, gestão e uso de informações em todo o ciclo de vida do produto.

Em síntese, esse modelo desenvolvido pela MESA possibilita a escolha das soluções com base nas funcionalidades e necessidades de cada negócio, propondo uma forma condizente aos propósitos da organização.

3 METODOLOGIA

Esta seção descreve o percurso metodológico adotado para se atingir o objetivo deste trabalho, tendo como recorte o estudo de caso aplicado numa das unidades do Grupo Brinox.

O Grupo Brinox é uma empresa nacional que está situada no polo industrial da cidade de Caxias do Sul (RS), desde que fundada, no ano de 1988. Atualmente, o grupo é um dos maiores fabricantes de utilidades domésticas do mercado brasileiro, com base em seu faturamento e produção, além de contar com aproximadamente 900 funcionários, distribuídos entre a matriz e sua filial localizada na cidade de Linhares, Espírito Santo.

O grupo é composto por três marcas: Brinox, Coza e Haus Concept. As principais matérias-primas utilizadas na manufatura são aço inox, alumínio, polipropileno, poliestireno e melanina. O portfólio de itens oferecidos aos clientes é de aproximadamente 3.000 itens, e dentre eles estão as linhas de cozinha, banheiro, decoração, lavanderia, entre outros.

Trata-se de uma empresa com diversos setores produtivos e um sistema para acompanhamento da produção que contempla apenas informações sobre paradas de máquinas, o qual não apresenta monitoramento da produção, relatórios de desempenho, eficiência, manutenção e qualidade, entre outras funcionalidades que são de interesse da empresa para uma boa gestão de produção.

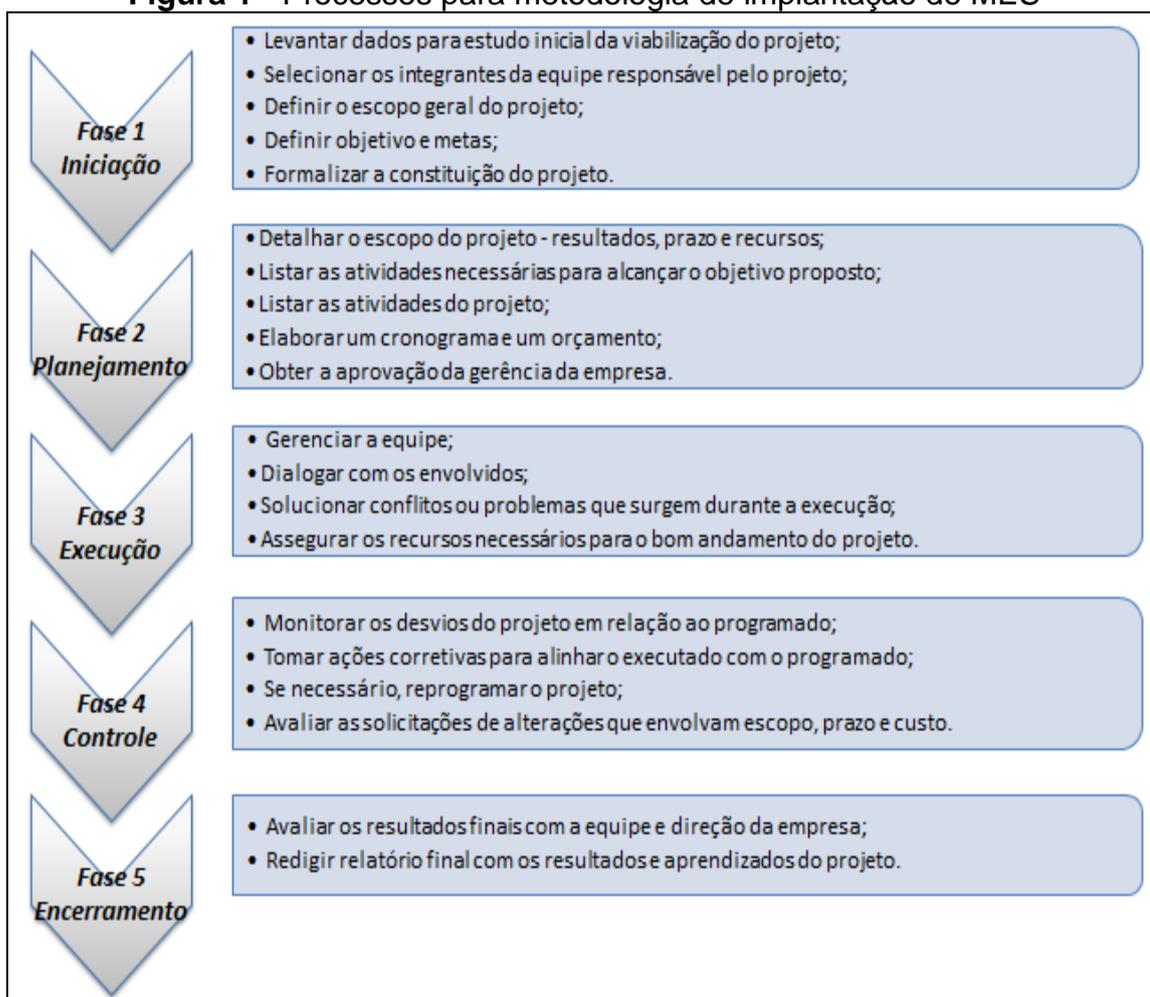
O apontamento da produção ocorre por meio do sistema ERP da organização, em uma espécie de “pedágio” (ponto onde todo o material produzido deve passar para ser apontado no sistema ERP), no qual apenas uma pessoa fica responsável após a finalização da ordem de produção (não há apontamento remoto da produção).

Dessa forma, baseado em Giunchetti (2014), optou-se por iniciar o estudo de viabilização de implantação do sistema MES no setor de injeção plástica

(implantação do modelo c-MES será em um segundo momento), utilizando a metodologia baseada nas práticas do guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), que consiste em uma padronização que identifica e conceitua processos, áreas de conhecimento, ferramentas e técnicas da gestão de projetos, segmentando o processo de implantação do MES em cinco diferentes fases, de acordo com a Figura 1 (PMBOK, 2018).

Fase 1 – Iniciação, foram listadas cinco atividades essenciais para facilitar e embasar o *kick-off* do estudo, sendo basicamente atividades voltadas ao levantamento de dados pertinentes ao projeto como, por exemplo, avaliar os principais problemas decorrentes da falta de um Sistema de Informação, além da seleção de integrantes para formação de uma equipe responsável pela elaboração do escopo, objetivos, metas, e por fim, formalizar a constituição do projeto.

Figura 1 - Processos para metodologia de implantação do MES



Fonte: elaborado pelo autor, baseado no PMBOK (2018)

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??., 201?

Fase 2 – Planejamento, tem como finalidade o desenvolvimento do estudo para a implantação do MES, detalhando o escopo do projeto, como resultados, prazos, recursos, atividades necessárias para alcançar o objetivo proposto, além de listar as principais atividades, como desenvolvimento de parceiros, pesquisa por potenciais fornecedores, orçamentos e possíveis restrições:

- Fornecedores: buscar e avaliar fornecedores eficientes com boa relação de custo-benefício, que apresentam bom atendimento ao cliente e pós-venda, de preferência com experiência no mercado, podendo facilitar na resolução de problemas que possam surgir durante o processo de implantação do sistema MES;
- Visitas técnicas: realizar visitas técnicas a empresas que utilizam o mesmo sistema de informação que está sendo avaliado, para entender os prós e contras de cada case, além dos pontos que podem ser replicados ou até mesmo melhorados;
- Orçamentos: realizar, no mínimo, três orçamentos, no qual todos devem seguir a mesma linha de acordo com a necessidade da empresa, explicando a restrição da empresa devido ao valor limitado para investimento;
- Avaliação dos orçamentos e propostas: avaliar as propostas, por meio da equipe constituída, verificando se estão de acordo com o que está sendo solicitado pela empresa, bem como as restrições da empresa relacionadas a orçamento e integração entre os sistemas já existentes e utilizados.

Com isso, a constituição final da Fase 2 se trata da apresentação do projeto para aprovação da gerência.

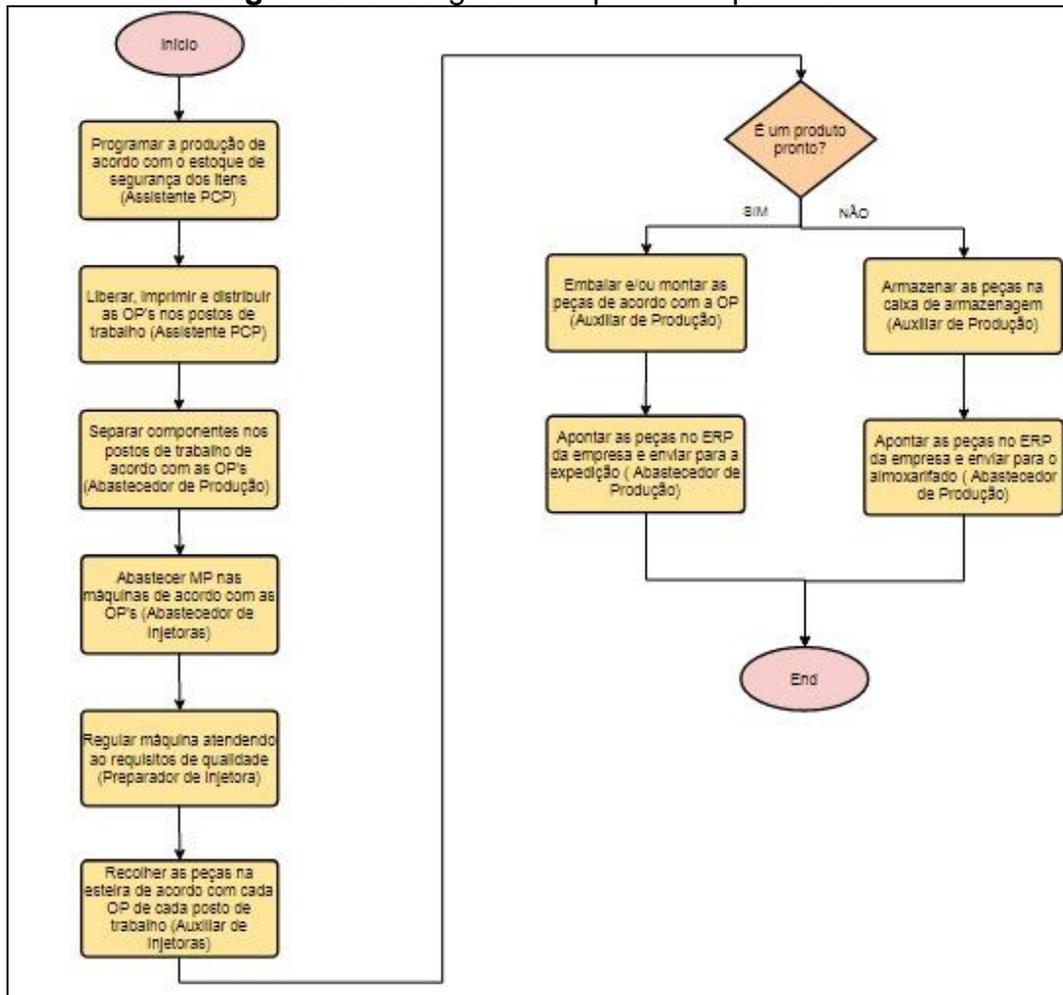
Importante salientar que o trabalho pretende desenvolver todo o projeto até a Fase 2 – Planejamento, e ter como resultado o levantamento de informações para auxiliar a gestão da organização na tomada de decisão. A partir da Fase 3 – Execução, tem-se a decisão a ser tomada pela empresa, podendo dar continuidade, ou não, de acordo com o estudo realizado nesse trabalho.

4 DESENVOLVIMENTO

A Fase 1 – Iniciação, possui as tarefas necessárias para reconhecer o ambiente e alinhar o início do projeto para implantação do sistema MES.

O setor de injeção plástica é composto por 19 (dezenove) máquinas, 67 (sessenta e sete) pessoas e 3 (três) turnos de produção. O processo produtivo inicia com a chegada da Ordem de Produção no chão de fábrica, seguindo um sequenciamento de acordo com a programação realizada pelo assistente de Plano de Controle de Produção (PCP) do setor. Cada máquina possui programação própria e pode manufaturar dois tipos distintos de produtos: o “componente” e o “produto pronto”. O primeiro se trata de um produto semiacabado, que, após o processo de injeção plástica fica armazenado no almoxarifado até a fase de montagem final, que depende da produção de outro componente, e quando montados, formam o produto acabado, como, por exemplo, uma lixeira. Já o “produto pronto”, depois de injetado segue diretamente para a expedição, onde é faturado e enviado para o cliente. Ou seja, não depende de outro componente ou processo de produção para se tornar um produto acabado. Para melhor visualização, um fluxograma do processo produtivo está representado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

O modelo produtivo adotado pela empresa é o de produção empurrada, onde se trabalha com estoques de segurança. Dessa forma, a produção inicia antes da ocorrência da demanda pelo produto, com base no histórico de venda de cada item.

Atualmente, a empresa injeta de 30 a 40 mil peças por dia, variando de acordo com cada produto e seu respectivo tempo de ciclo, desde um copo que pesa 50 gramas até uma cesta para organização com mais de 1kg de peso. Com isso, são manufacturados em média 5 toneladas de material virgem todos os dias, sendo aproximadamente 85% desse volume material Polipropileno (PP), 10% Poliestireno (PS) e o restante demais matérias-primas. O índice de rejeitos gira em torno de 4%. A empresa atua com mais de 100 pigmentos para coloração e 1000 itens em seu portfólio de produtos. Dessa maneira, as ordens de produção costumam ter alta rotatividade com poucas horas de produção em máquina, prejudicando o processo

produtivo devido ao número de *setup's* (troca de molde) que ocorrem, em média, 30 vezes por dia.

As informações do processo produtivo são coletadas por meio do ERP da empresa e de um sistema de coleta de paradas, mediante um coletor de dados presente na injetora onde os preparadores de máquina são responsáveis pelo lançamento das informações, e que são analisadas utilizando o programa Excel. Essas informações são analisadas diariamente por meio do Índice de Rendimento Operacional Global (IROG) do setor, de acordo com a Figura 3, podendo avaliar também demais indicadores como disponibilidade, eficiência, paradas programadas e não-programadas. Todos os dados necessários para a geração desse indicador são extraídos do sistema ERP e do sistema de coleta de paradas da organização.

Figura 3 - Índice de Rendimento Operacional Global

CC =>		INJEÇÃO																			
METAS:		jun/20	Segund	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Segund	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	jul/20	Sábado	Segunda	Terça	Quarta	ago/20	2020	
TEMPOS (hrs.)		20/7	21/7	22/7	23/7	24/7	25/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7	1/8	3/8	4/8	5/8					
Dias =>																					
84%	% Disponibilidade (µ1)	(A) Total disponível (hrs.)	10.319	432,0	432,0	432,0	432,0	431,8	204,0	432,0	432,0	432,0	432,0	431,8	10.751	204,0	432,0	432,0	432,0	1.500	60.416
		(B) Paradas programadas (hrs.)	2.888	108,4	90,7	67,1	67,3	71,5	47,3	101,0	119,4	167,3	80,2	94,5	2.630	25,4	57,0	64,7	44,1	191	19.999
		(C) = (A) - (B) Programado p/ prod. (hrs.)	7.431	323,6	341,3	364,9	364,7	360,3	156,7	331,1	312,6	264,7	351,8	337,3	8.121	178,6	375,0	367,3	387,9	1.309	40.417
		(D) Paradas não programadas (hrs.)	584	1,5	16,6	2,2	10,0	6,1	-	32,2	8,8	4,7	36,2	16,5	313	0,0	13,3	9,6	11,2	34	2.044
		(E) Tempo Set up (hrs.)	301	10,5	18,9	18,9	16,5	15,3	10,6	19,9	19,1	14,1	11,3	11,5	397	4,4	11,2	13,7	14,4	44	1.699
		(F) Qtd. De Set Ups	435	23	29	33	27	24	18	34	34	25	21	18	627	8	19	26	25	78	2.836
		(G) Tempo médio de set up (min.)	41	27,3	39,2	34,3	36,7	38,1	35,3	35,1	33,6	33,8	32,2	38,3	38	33,3	35,5	31,7	34,6	34	36
		(H) = (C) - (D) - (E) Disp. p/ prod. (hrs.)	6.547	311,6	305,7	343,8	338,2	339,0	146,2	279,0	284,8	246,0	304,4	309,3	7.411	174,2	350,5	343,9	362,3	1.231	36.674
		(I) Produtivo sistema (hrs.)	4.454	219,1	238,6	223,6	237,1	199,5	91,5	255,1	217,6	155,2	236,4	175,7	5.359	123,0	184,6	230,7	198,1	736	26.972
		(J) = (H) / (C) % Disponibilidade	88%	96,3%	89,6%	94,2%	92,7%	94,1%	93,2%	84,3%	91,1%	92,9%	86,5%	91,7%	91%	97,5%	93,4%	93,6%	93,4%	94%	91%
90%	% Efic. (µ2)	(K) = (I) / (H) % Eficiência	68%	70,3%	78,0%	65,0%	70,1%	58,9%	62,6%	91,5%	76,4%	63,1%	77,7%	56,8%	72%	70,6%	52,7%	67,1%	54,7%	60%	74%
		(L) Produção Sucata (Kgs)	3.490	107	93	82	125	208	57	151	200	116	133	54	2.802	11	95	82	111	298	16.889
95,5%	% Qualidade (µ3)	(M) Produção Boa (Kgs)	70.549	3.409	3.181	3.818	3.769	3.010	1.550	3.222	3.378	2.666	3.586	3.501	74.090	2.510	3.002	3.491	3.062	12.066	433.983
		(N) Produção Total (Kgs)	74.039	3.516	3.274	3.900	3.894	3.218	1.607	3.373	3.579	2.782	3.719	3.555	76.892	2.521	3.097	3.572	3.173	12.364	450.872
		(O) = (M) / (N) % Qualidade	95%	96,9%	97,2%	97,9%	96,8%	93,5%	96,5%	95,5%	94,4%	95,8%	96,4%	98,5%	96%	99,6%	96,9%	97,7%	96,5%	98%	96%
72,2%	(P) = (J) * (K) / (O) % IROG	57%	65,6%	67,9%	60,0%	62,9%	51,8%	56,3%	73,6%	65,7%	56,2%	64,8%	51,3%	64%	68,6%	47,7%	61,4%	49,3%	55%	64%	
84,0%	(Q) = (I) / (C) % Produtividade	60%	67,7%	69,9%	61,3%	65,0%	55,4%	58,4%	77,1%	69,6%	58,6%	67,2%	52,1%	66%	68,9%	49,2%	62,8%	51,1%	56%	67%	

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da organização (2020)

Dessa forma, por meio de observações diárias em conjunto com depoimentos de colaboradores que atuam diretamente no processo e em análises realizadas pelo setor de engenharia de processos, foram levantados os principais problemas decorrentes da falta de um *software* para coleta de dados no setor de injeção plástica da empresa, que estão relacionados diretamente à falta de informação no processo produtivo. Isso porque o sistema atual registra apenas as paradas de máquinas e nenhuma informação complementar para a produção, dificultando

assim, uma análise clara do andamento do setor, seja por parte da gestão ou da engenharia de processos, que está focada em melhorias no processo produtivo. Problemas práticos para melhor compreensão do assunto estão exemplificados abaixo:

- Controle da produção: não existe controle remoto da produção. Para consulta dos itens que estão sendo produzidos nas injetoras é necessário verificar o andamento da produção em cada máquina, cujas informações constam nas respectivas Ordens de Produção (OP);
- Apontamento da produção: não existe controle remoto de apontamento. Todas as peças produzidas são apontadas quando finalizada sua armazenagem nos paletes. Exemplo: em uma ordem de produção de 2 mil peças, onde a capacidade de armazenagem do palete é de 1000 peças, são realizados 2 apontamentos, independente do tempo de duração dessa ordem de produção. Para conhecimento do andamento da produção desse item, é necessário ir até o posto de trabalho e obter a informação de quantos itens foram produzidos através da contagem de etiquetas (impressas na quantidade exata da Ordem de Produção) e então, calcular o tempo para término da produção;
- Qualidade: a quantidade de sucata produzida em uma OP é totalizada apenas ao término da produção. O controle desse indicador é realizado por meio de anotações de quantidades na própria OP, na qual o valor do indicador é somado e apontado somente ao final da produção;
- Tempo de ciclo real: não há possibilidade de apresentar os tempos reais de ciclo das máquinas em comparação ao tempo de ciclo proposto que está cadastrado no sistema ERP utilizado na organização;
- Indicadores de desempenho: não são fiéis à produção, já que algumas informações devem ser presumidas em decorrência da falta de dados concretos. Dessa maneira, algumas ações e análises realizadas a partir dos dados coletados acabam por não serem totalmente assertivas;
- Troca de turno: a passagem de turno entre os colaboradores ocorre de maneira manual. Primeiramente, o preparador técnico do setor necessita de aproximadamente 30 minutos para passar de máquina em máquina

calculando o tempo para o término da produção. Após, preenche um quadro com todas essas informações, as quais são repassadas para os colaboradores do turno seguinte em breve reunião.

Após apresentação dos dados atuais do processo produtivo do setor de injeção plástica, foi constituída a equipe responsável pelo projeto, buscando colaboradores multifuncionais. Essa equipe foi composta pelo Supervisor e Líder de produção do setor, devido à vivência do dia a dia, e ainda, pelo Supervisor, Analista e estagiário da Engenharia de Processos, todos contando com apoio direto da equipe de TI especializada em infraestrutura e sistemas.

Salienta-se que, conforme necessidade de cada atividade, outros setores fizeram parte das análises e encaminhamentos necessários para o seu desenvolvimento, como as áreas de apoio de Manutenção, PCP e Qualidade.

Por meio da equipe constituída, o escopo geral do trabalho ficou definido com o objetivo de viabilizar a implementação de um novo sistema MES no setor de injeção plástica do Grupo Brinox, e como a inserção dessa renovação facilita a boa gestão da produção, criando um controle remoto da produção e facilidade para geração de relatórios de desempenho, tendo como metas o aumento de performance, redução de custos, redução de *lead time*, além da redução ou eliminação de tempo para registros de dados. No entanto, existem restrições para a implantação do projeto, sendo o principal delas o orçamento limitado para o investimento, levando em consideração as mudanças e redução de mercado, causada pela pandemia do Covid-19.

Finalizada a primeira fase do projeto, tem-se início a Fase 2 – Planejamento, que é essencial para obter aprovação da gerência da empresa, visando evidenciar os principais problemas enfrentados atualmente, além das possíveis soluções, melhorias e ganhos resultantes da implantação de um sistema de informação automatizado.

Os possíveis ganhos estão relacionados à gestão da produção, a qual tem por objetivo monitorar, em tempo real, o processo produtivo em cada uma das máquinas existentes, conferindo rapidez à tomada de decisões, evidenciando a realidade dos acontecimentos no setor produtivo. Além disso, proporciona relatórios produtivos mais confiáveis e de fácil acesso para todos os funcionários envolvidos

no processo por meio de acesso remoto, onde estão presentes as informações mais detalhadas do processo produtivo, como por exemplo a Figura 4, onde é possível visualizar todas as máquinas ao mesmo tempo, com seus respectivos indicadores e desvios de produção, fornecendo um sumário da situação da fábrica de forma sucinta aos gestores da produção.

Figura 4 – Tela de Gestão de Produção de um sistema MES

Gestão da produção													
Empresa		Unidade		Fábrica		Linha		FABRICA 2					
Dt. inicial		Dt. final		Turno		Linha		L-1 F-2					
Fase		Gerar Dados											
Linha	Produção	Produtividade	Schedule	Plano Total Firo	Capacidade Total	Ciclo Padrão	Média Ciclos	Eficiência Ciclos	Quant. Produtos	Desvios	Descrição Desvios	UGB Responsável	Justificativas dos desvios
L-8	508	99,22%	80,53%	512	512	56,25	36,49	154,94%	10	15	falta caixa interna falta capa externa br	Termofomagem Pintura	
L-2	555	88,94%	86,63%	549	624	46,15	31,48	146,62%	10	15	falta gaveta legumes banheiro	Injetoras Montagem	
L-6	101	134,67%	114,77%	75	88	327,27	64,99	595,15%	0				
L-1	816	96,23%	94,32%	763	848	33,96	24,69	137,53%	25		Queda sistema A/Gra	Eng. Processos	
L-3	559	72,04%	75,62%	698	776	37,11	39,03	95,09%	13	6	falta caixa interna falta capa externa	Termofomagem Pintura	
Total	2638	89,15%	87,53%	2597	2848				54				

Fonte: elaborado pelo fornecedor X (2020)

Além do acesso remoto, ferramentas para gestão visual por meio de informações em monitores presentes em pontos estratégicos da fábrica também se tornam importantes para uma melhor gestão da produção. Exemplos de telas estão ilustrados na Figuras 5, de acordo com as seguintes informações:

- Hora atual: quantidade de produtos produzidos naquela hora;
- Situação hora: qual a diferença de produtos entre o realizado e a capacidade de MO, baseando-se na capacidade da máquina;
- Produzido no turno: quantidade de produtos produzidos naquele turno;
- Situação turno: somatório das “Situação hora” daquele turno.

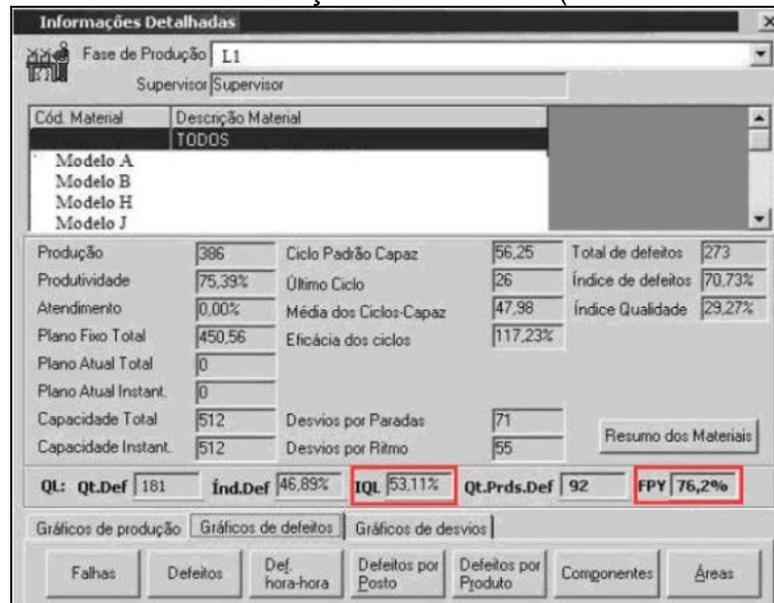
Figura 5 – Tela de Gestão de Produção

(Linha e Fábrica) (HH:MM)	Hora	Situação	Produzido	Situação
Turno	Atual	Hora	Turno	Turno
T1	1 1 3	+ 0 0 2	0 5 8 7	- 0 0 8 7
T2	1 2 0	- 0 1 5	1 2 1 3	+ 0 1 5 0
T3	4 7 8	- 0 1 6	0 8 7 6	- 0 1 7 6

Fonte: elaborado pelo fornecedor X (2020)

Outro ponto importante nesse projeto se trata de uma otimização voltada à Gestão da Qualidade, que também pode ser controlada por meio da solução MES, onde as informações referentes à qualidade, coletadas nas máquinas injetoras, podem ser difundidas pela integração dos dados inseridos no sistema de qualidade com os dados gerados pelo sistema MES, de acordo com a Figura 6. Os indicadores de IQL (Índice de Qualidade Laboratorial) e FPY (Rendimento de Primeira Passagem) são calculados em tempo real pelo sistema de informação, o que possibilita o acompanhamento desses índices. Entende-se que haverá uma melhoria e a consequente redução de desperdícios pelo monitoramento dos indicadores.

Figura 6 – Tela de Informações Detalhadas (Gestão de Produção)



Fonte: elaborado pelo fornecedor X (2020)

Com isso, o Grupo Brinox disponibilizou previamente em torno de 400 mil reais para investimento no setor de injeção plástica, e tempo para execução de 1 ano (entende-se que esse projeto possui escalabilidade para os demais setores).

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??, 201?

Dessa forma, compreende-se que é necessário avaliar previamente os problemas descritos na atividade 1 da Fase de Iniciação, pois são norteadores para listar as atividades necessárias para alcançar o objetivo e metas propostas no escopo geral do projeto, relacionando com as restrições apresentadas pela empresa.

Dessa forma, a equipe buscou três fornecedores para a realização dos orçamentos e prazos de entrega e instalações, levando em consideração os pontos observados acima. Houve notória diferença entre as propostas apresentadas, tendo a assistência técnica e os módulos adquiridos para utilização do sistema MES como principais diferenciais para a elaboração dos orçamentos, sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Orçamentos realizados

Empresa	Investimento Fixo Inicial	Investimento Por Máquina	Integração ERP	Despesas Instalação	Mensalidade	Investimento Total (1 ano)	Garantia (mês)	Prazo Entrega (mês)
X	R\$ 148.250	R\$ 7.014	R\$ 14.400	R\$ 30.000	R\$ 692	R\$ 334.220	12	6
Y	R\$ 65.000	R\$ 19.910	-	R\$ 15.000	R\$ 1.840	R\$ 480.369	4	5
Z	R\$ 87.500	R\$ 4.200	R\$ 15.800	R\$ 70.000	R\$ 950	R\$ 264.500	12	2

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Além dos orçamentos, a equipe responsável pelo projeto realizou um *brainstorming* visando entender os principais critérios e necessidades da empresa em relação às propostas apresentadas pelos fornecedores para implantação do sistema, criando a base para elaboração de uma matriz para tomada de decisão (Quadro 2) baseado nas diretrizes propostas pela direção e gerência da empresa. Elencando dessa forma, os critérios mais prioritários para a organização, no qual a “Qualidade técnica do sistema” foi ponto primordial para escolha do fornecedor. Outro critério de extrema importância se trata do “Custo do sistema”, já que a organização estipulou um valor máximo de investimento. Com menor peso, ficou o critério “Facilidade de implantação”, pois todos os fornecedores da solução MES repassaram um prazo menor em relação ao período proposto pela organização.

Quadro 2 – Matriz Tomada de Decisão Fornecedores

Critérios	Peso	Empresa X		Empresa Y		Empresa Z	
		Nota	Desempenho	Nota	Desempenho	Nota	Desempenho
Qualidade técnica do sistema	5	4	20	4	20	3	15
Custo do sistema	4	3	12	2	8	4	16
Qualidade do suporte técnico	3	4	12	4	12	3	9
Experiência do fornecedor	2	4	8	3	6	2	4
Facilidade de implantação	1	3	3	3	3	3	3
Total			55		49		47

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Com a realização da matriz para tomada de decisão, pode-se observar que a empresa X obteve maior pontuação, ou seja, é o fornecedor que apresenta maior compatibilidade com os critérios estabelecidos pela equipe responsável pelo projeto de implantação do MES.

A equipe responsável elaborou também um cronograma com as principais atividades necessárias para a realização das próximas etapas como Execução, Controle e Encerramento, visando auxiliar a tomada de decisão sobre o projeto, apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Cronograma Execução 2021

Fase	Ações	15/1	1/2	15/2	1/3	15/3	1/4	15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7
Execução	Contratar Serviço												
	Alinhamento das Ações Fornecedor vs Cliente												
	Adquirir Periféricos												
	Instruir Setor Sobre Mudanças (Engajamento)												
	Implantar MES												
Controle	Avaliar Andamento do Projeto												
	Realizar Correções de Desvios												
	Avaliar Resultados Finais												
Encerramento	Redigir Relatório Final - Resultados												
	Apresentar Problemas Enfrentados												

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Por meio da elaboração do cronograma de execução, foi possível observar que o prazo proposto pela equipe se enquadra na proposta da organização, que foi para um período de um ano. Ressalta-se que as fases de Execução, Controle e

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??., 201?

Encerramento do projeto não estão contempladas no artigo devido à dependência da tomada de decisão por parte da organização.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do mapeamento do *Manufacturing Execution System* (MES) no setor de injeção plástica em uma empresa do ramo de utensílios domésticos. A proposta do estudo foi norteada por meio do referencial teórico, visando a definição do melhor modelo e ferramentas para o seu desenvolvimento.

Este estudo teve como objetivo descrever o processo de mapeamento para implantação do sistema MES e como a inserção dessa ferramenta poderia facilitar a gestão da produção, criando um controle remoto da produção e facilidade para geração de relatórios de desempenho, visando aumento de desempenho, redução de custos e redução de *lead times*. Com isso, por meio do comparativo entre o cenário atual e o cenário proposto, pode-se observar que todos esses ganhos são possíveis com a implantação do sistema MES na situação proposta, incluindo o valor disponibilizado pela empresa, já que os orçamentos dos fornecedores X e Z se encaixam nessa premissa.

No entanto, o principal desafio do projeto se trata da fase pós-aprovação da gerência – Execução do Projeto, pois é necessário obter a cooperação de grande parte dos colaboradores da organização, como auxiliares, operadores, e programadores de máquinas, já que terão a tarefa de entrar com os dados de produção de forma correta, com a certeza de que as informações serão utilizadas para a melhoria dos processos produtivos e não como ameaça ao emprego.

Outra implicação gerencial, se trata do entendimento do setor de Engenharia de Processos e Custos sobre a atualização dos tempos unitários cadastrados no ERP que estão defasados com a realidade, e que implicarão em aumento no custo dos produtos, e conseqüentemente, redução de margem.

Com isso, meu posicionamento como Engenheiro de Produção é a favor que a organização invista na aquisição do sistema MES. Essa opinião se sustenta em todas as dificuldades que enfrentamos atualmente no setor produtivo devido à falta de informações precisas, indicadores que não são fiéis à produção, dificuldade para

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??., 201?

rastreabilidade de problemas, sejam de qualidade ou problemas internos de produção. Como apresentado no trabalho, podemos entender que todas essas dificuldades podem ser sanadas com a implantação desse sistema, além dos ganhos de produtividade, aumento de performance, redução de *lead time*, redução de custos, além do controle remoto da produção, reduzindo ou eliminando o tempo para registro de dados.

Por fim, oriento a organização a abranger esse estudo para os demais setores produtivos da empresa, podendo usar a implantação do sistema MES no setor de injeção plástica como um teste piloto, assim será possível entender de forma mais prática todos os benefícios que esse investimento trará, além das implicações durante o processo de execução. Bem como, a sugestão para a organização explorar um modelo de gestão de mudança, para que os colaboradores estejam preparados para todas as mudanças que esse projeto trará ao longo de sua implementação.

REFERÊNCIAS

CHEN, Xinyu; VOIGT, Tobias. Implementation of the Manufacturing Execution System in the food and beverage industry. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 278, p. 1-27, jan. 2020. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109932>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877420300315>. Acesso em: 08 abr. 2020.

ESCOBAR, Jorge Arnaldo Troche; CARVALHO, Maria do Sameiro Faria Brandão Soares de; FREIRES, Francisco Gaudêncio Mendonça. O uso de tecnologias para o processo de preparação de pedidos: implicações e proposições. **Revista Produção Online**, [s.l.], v. 15, n. 1, p. 188-212, 13 fev. 2015. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1743/1249>. Acesso em: 12 mar. 2020.

GADELHA, Felipe Crisóstomo; BESSA, Jéssyca Almeida; MOURA, Lorena Braga; BARROSO, Darlan Almeida; MENEZES, José Wally Mendonça; ALEXANDRIA, Auzuir Ripardo de. Alteração de um layout funcional para layout celular motivado pelos fundamentos da manufatura enxuta: estudo de caso em uma indústria de transformadores: estudo de caso em uma indústria de transformadores. **Holos**, [s.l.], v. 6, p. 156-169, 11 dez. 2015. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.1556>. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1556/1220>. Acesso em: 08 abr. 2020.

GALEANO, Edileuza Vital; OLIVEIRA, Danilo de; ANTERIO, Cristian da Silva; SANTOS, Paulo Sérgio dos; OMENA, Moisés Savedra; SIMÕES, Sergio Nery; COSME, Rodrigo de Castro. Resultados obtidos com a sistematização dos dados da produção agrícola do estado do espírito santo. **Intelletto**, Venda Nova do Imigrante, v. 2, n. 2, p. 80-89, 7 dez. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3351/1/resultadosobtidoscomasistematizacaodosdadosdaproducao-galeano.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

GIUNCHETTI, Frederico França. **Coordenação de projetos para implementação de sistemas mes**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Itajubá, 2014. Disponível em: <https://saturno.unifei.edu.br/bim/0032789.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

GONÇALVES, Lourdes Bassoli Andreo. **Modelagem do processo de produção de álcool, baseada em indicadores, utilizando softwares transacionais, MES e automação industrial**. 2011. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química,

Desenvolvimento de Processos Químicos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/266892/1/Goncalves_EncarnacaodeLourdesBassoliAndreo_D.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.

MATSUBARA, Rafael Yuji. **Redução de custos através do manufacturing execution system (MES) e sua integração com o enterprise resource planning (ERP)**. 2015. 146 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-10032015-200955/publico/RafaelYujiMatsubaraVC.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

MENEZES, Sherwin; CREADO, Savio; ZHONG, Ray Y.. Smart Manufacturing Execution Systems for Small and Medium-sized Enterprises. **Procedia Cirp**, [s.l.], v. 72, n. 12, p.1009-1014, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118304451>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MESA. **Mesa**: manufacturing execution system association. Disponível em: <http://www.mesa.org/en/index.asp>. Acesso em: 7 abr. 2020.

NAEDELE, Martin; KAZMAN, Rick; CAI, Yuanfang. Making the case for a. **Communications Of The Acm**, [s.l.], v. 57, n. 12, p. 33-36, 26 nov. 2014. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/2629458>. Disponível em: <file:///C:/Users/Luan/Downloads/ContentServer.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

NEVES, José Manoel Souza das. **Contribuições da implantação da tecnologia de informação MES – manufacturing execution system – para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura – estudo de caso NOVELIS BRASIL LTDA**. 2011. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, Guaratingueta, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106395/neves_jms_dr_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 mar. 2020.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK® Guide**: 6. ed. [s.i.]: Project Management Institute, 2018. 756 p.

RAMOS, Cesar Moser; BITENCOURT, Betina Magalhães. Em busca da melhoria contínua: alto desempenho organizacional através de gestão de processos. **Revista Qualidade Emergente**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1-33, 8 nov. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/qualidade/article/view/35865/33840>. Acesso em: 10 mar. 2020.

SEGURA, Daniel A.; PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Fatores influenciadores do sucesso da adoção da produção enxuta: uma análise da indústria de três países de economia emergente. : uma análise da indústria de três países de economia emergente. **Revista de Administração**, [s.l.], p. 423-436, 2011. Business Department, School of Economics, Business & Accounting USP. <http://dx.doi.org/10.5700/rausp1021>. Disponível em: file:///C:/Users/Luan/Downloads/Segura_Peinado_Graeml_2011_Fatores-influenciadores-do-suc_8815.pdf. Acesso em: 08 abr. 2020.

SHENDRYK, Vira; BOIKO, Andrii. Stages of Information System Development in the Process Approach. **Procedia Computer Science**, [s.l.], v. 77, p. 98-103, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.365>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915038752>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SILVA, Gabriela Elaine. A relevância da implantação de sistemas nas micro e pequenas empresas para a gestão e a tomada de decisões. **Semantic Scholar**, [s.l.], p. 1-26, 2016. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/c48a/2aa58a5aa8e5417ec762d53bfdfa1f795a72.pdf?_ga=2.160705081.506583333.1587337293-1667527683.1587337293. Acesso em: 14 abr. 2020.

TRENTIN, Luciano. Manufatura enxuta: Contribuições para a obtenção da vantagem competitiva. **Revista Espacios**, [S.l.], v. 38, n. 9, p.1-10, 2 out. 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n09/a17v38n09p06pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

VARGAS, Elisandro João de; SELLITTO, Miguel Afonso. Contribuição do manufacturing execution system na execução de prioridades competitivas em empresas de manufatura. **Revista Produção Online**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 875-894, 15 set. 2016. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2161/1433>. Acesso em: 14 mar. 2020.

VARGAS, Elisandro João de. **Modelagem para distribuição de importâncias entre funcionalidades que compõem os pilares de manufacturing execution system em aplicações industriais**. 2016. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Engenharia de Produção e Sistemas, Unisinos, São Leopoldo, 2016. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6025/Elisandro%20J.%20de%20Vargas_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 27 abr. 2020.

WITSCH, Maria; VOGEL-HEUSER, Birgit. Formal MES Modeling Framework – Integration of Different Views. **Ifac Proceedings Volumes**, [s.l.], v. 44, n. 1, p. 14109-14114, jan. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.3182/20110828-6-it-1002.02206>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667016458933>. Acesso em: 13 abr. 2020.

YANG, Zhixin; ZHANG, Pengbo; CHEN, Lei. RFID-enabled indoor positioning method for a real-time manufacturing execution system using OS-ELM. **Neurocomputing**, [s.l.], v. 174, p. 121-133, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2015.05.120>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez314.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0925231215011352?via%3Dihub>. Acesso em: 20 abr. 2020.