

SISTEMA DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA – MES IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CHÃO-DE-FÁBRICA PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DE UMA EMPRESA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)

Data de aceite: 05/02/2025

Welleson Feitosa Gazel

Universidade Paulista (UNIP)

Wesley Gomes Feitosa

Laureate International Universities
(UNINORTE)

Universidad Columbia del Paraguay (UC)

Charles Ribeiro de Brito

Laureate International Universities
(UNINORTE)

Carlos Renato Montel

Universidade Nove de Julho (UNINOVE)

Marcos José Alves Pinto Junior

Universidade Paulista (UNIP)

RESUMO: Este artigo tem como tema central a importância do sistema de chão-de-fábrica para a produção de planejamento e controle, a fim de melhorar a gestão da produção e acompanhamento do processo de produção em tempo real para uma empresa, e tem o objetivo de demonstrar a importância do sistema de execução de fabricação (MES) como um importante instrumento para melhorar o processo de produção de uma empresa, com base no estudo da implementação de um

monitoramento de matérias-primas em uma empresa de software no Polo Industrial de Manaus. Quanto à metodologia, trata-se de uma pesquisa exploratória, com estudo de caso, de natureza qualitativa e qualitativa. As coletas de dados foram realizadas por meio de entrevistas e observações na empresa estudada, com pessoas diretamente ligadas à área de produção. No referencial teórico foram abordados os seguintes conceitos: Sistema de Execução de Manufatura (MES), Sistema de Gestão Empresarial (ERP), Tecnologia de Informação (TI) e Manufatura Enxuta. Durante a pesquisa foi possível verificar a mudança do controle de processo antes e depois da implantação do software. Com base na análise dos resultados concluiu-se que o uso da tecnologia de informação baseado no sistema de chão-de-fábrica pode trazer resultados significativos na otimização de processos e redução de custos contribuindo para o crescimento da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento e Controle da produção, Gestão da Produção, Tecnologia da informação.

1 | INTRODUÇÃO

A competição global hoje exige das empresas rapidez na tomada de decisão, comprometimento com prazos a cliente, máxima produtividade e qualidade, redução de custos. Uma empresa voltada a produção de bens de consumo ou serviços, composta por diversas áreas interligadas que juntas são responsáveis por um produto final precisa de uma estratégia de gerenciamento que permita uma ampla visão de seu processo. Dentre todas as áreas pode-se citar o setor de produção onde são feitas as transformações de matéria prima em produto final através de montagem manual e automática, este setor tem uma importância considerável dentro da empresa, uma vez que uma grande quantidade de dados é gerada a partir de todas as etapas do processo que estão diretamente ligados à produtividade e custos.

Para alcançarem seus objetivos as empresas do polo industrial de Manaus estão tendo a necessidade de investir na sua estrutura seja por um programa de gestão e melhoria ou pela necessidade de evoluir em vista de seus concorrentes no mercado. Reduzir custos, eliminar desperdícios, melhorar a qualidade e produtividade são metas que as empresas buscam.

A necessidade de coletar e controlar todas as etapas do processo de chão-de-fábrica, as empresas estão optando pelo Sistema de Execução de Manufatura (MES) melhora o acompanhamento de seus produtos e visibilidade do processo (FORTULAN, 2006).

Com o objetivo de contribuir para a compreensão dos ganhos que podem ser obtidos com o uso do sistema MES nas empresas. Onde geralmente é usado somente o ERP- *Enterprise Resource Planning*.

Embora o *Enterprise Resource Planning* (ERP), seja um sistema formado por um conjunto de módulos voltados para as necessidades da produção, muitas vezes são ilimitados a certos tipos de informações mais precisa. Esta deficiência de integração de hardware e fluxos de informação entre gestão e chão-de-fábrica hoje está sendo preenchida por uma camada de software denominada MES (*Manufacturing Execution System*).

Serão utilizados os métodos de pesquisa em material bibliográfico, procurando estabelecer uma base conceitual com a Tecnologia da Informação (TI), ERP (*Enterprise Resource Planning*), MES (*Manufacturing Execution System*) ou Sistema de Chão-de-Fábrica e Manufatura Enxuta. Bem como um estudo de caso específico em uma empresa do ramo de eletroeletrônico do polo industrial de Manaus que para manter a confidencialidade de alguns dados da Empresa X.

2 | TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

O papel da Tecnologia da Informação (TI) dentro da empresa pela necessidade do mercado quanto à competitividade, pois rotinas eficazes são efetuadas com o auxílio de ferramentas da tecnologia da informação. O TI tem seu papel cada vez mais importante

na empresa para obtenção de informações que auxiliam o gestor na tomada de decisão evitando desperdício de tempo e matéria-prima. É também mais exigida como ferramenta de auxílio às suas diretrizes. Essas diretrizes são basicamente a eficácia e qualidade nos produtos e serviços ofertados (ROMPATO, 2006). “A tecnologia de informação, bem estruturada torna os usuários mais informados e poderosos, sejam eles pessoas, organização ou um país. Para a organização serve como principal combustível pelo acesso a informação (CHIAVENATO, 2000)”.

Muitas empresas estão utilizando e fazendo altos investimentos em software de integração em funções organizacionais, fazendo assim com que a informação seja compartilhada por toda a empresa (LAUDON e LAUDON, 2007).

Devido às exigências do mundo atual as empresas não sobrevivem mais sem o uso do TI como ferramenta tanto para o desempenho dos gestores organizacionais quanto para a empresa alcançar a competitividade no cenário econômico atual (PACHECO, 2000).

2.1 ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)

Surgiu na década de 90, é um modelo de gestão corporativo baseado num sistema de informação e tem como objetivo fazer a integração entre todas as áreas do setor organizacional, possibilitando a empresa a automatizar e integrar a maioria de seus processos (MARTINS e LAUGENI, 2005).

O ERP (Sistema de Gestão Empresarial), trouxe benefícios operacionais, quer pela padronização dos processos de negócio, quer pela integração das informações ao longo dos processos. Entretanto no que se refere à manufatura, e principalmente integração com o chão-de-fábrica há uma lacuna a ser preenchida. Os sistemas de planejamento apresentam um ciclo de atualização muito grande (diário), ao passo que os sistemas de chão-de-fábrica, representados pela automação e controle operam em tempo real (OLIVEIRA JÚNIOR, 2008).

Os sistemas de ERP podem representar um diferencial significativo para as empresas. Mas é preciso que saibam que esse tipo de software não resolverá todos os problemas da companhia e, muitas vezes, pode não oferecer os resultados esperados para determinadas atividades. Eles podem trazer benefícios por um lado, mas situações indesejáveis por outro. Por isso, é importante conhecer as vantagens e desvantagens dos sistemas de ERP, não só para escolher a solução mais adequada, mas também para conhecer os riscos atrelados à sua implementação (ALECRIM, 2010).

2.2 MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM – MÊS

MES (Sistemas e Execução da Produção), são soluções tecnológicas que tem o objetivo de gerenciar todas as etapas de produção. A importância destes sistemas vem da

lacuna que normalmente existe entre o ERP (*Enterprise Resource Planning*) e os softwares específicos da linha de produção.

O MES pode importar dados do ERP e integrá-los com o dia-a-dia da produção, gerenciando e sincronizando as tarefas produtivas com o fluxo de materiais. Considerando que na cadeia de suprimento o maior valor agregado costuma estar na produção, faz todo sentido investir em sistemas que otimizem o fluxo, controle e qualidade do material. (PAIVA, 2008)

O MES (Sistema de Execução de Manufatura) sua função de capacidade em obter informações mais rápidas e preciso para a otimização da produção, pois o mesmo acompanha o produto desde a consolidação do pedido (ordem de fabricação) até a entrega final, o MES trabalha como um auditor do processo produtivo, organiza informações de modo a oferecer uma ferramenta de visibilidade para os níveis de decisão de uma organização, agilizando a troca de informações entre gestão e produção (OLIVEIRA JÚNIOR, 2008).

Esses sistemas não apenas dirigem e implantam a produção; eles também capturam informações com o nível de detalhes necessário. Eles acompanham cada componente que vai em cada peça, bem como os passos específicos do processo que o componente percorreu. Eles registram operadores, tempos, defeitos, ciclos de retrabalho, inspeções, início e término, e qualquer outro “toque” que acontece com um produto que passa pelo chão-de-fábrica. Para operações complexas, os sistemas MES capturam todas as informações para apoiar as operações do chão-de-fábrica, grupos de gerência da qualidade, pessoal de assuntos regulamentares e TI. Os sistemas MES também transformam tais dados em informações podendo solucionar e corrigir os problemas rapidamente, prevenindo problemas futuros, apoiar um aperfeiçoamento contínuo, e alertar a gerência executiva sobre o desempenho real (BUETTNER, 2012).

2.3 MANUFATURA ENXUTA

Segundo Ohno (1997), o Sistema Toyota é um método de produção que significa colocar um fluxo no processo de manufatura. No sistema Toyota, essas máquinas são posicionadas conforme a verdadeira sequência do processo de fabricação. Com esse sistema é possível se ter um operário supervisionando várias máquinas ao invés de uma aumentando a produtividade.

Lean manufacturing, traduzível como manufatura enxuta ou manufatura esbelta, e também chamado de Sistema Toyota de Produção é uma filosofia de gestão focada na redução dos sete tipos de desperdícios (superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos). Eliminando esses desperdícios, a qualidade melhora e o tempo e custo de produção diminuem. “A aplicação da manufatura enxuta leva a ganhos em organizações de todos os tipos, e não requer mágica, somente um forte desejo de mudar e melhorar” (PAIVA, 2008).

Filosofia produtiva essencialmente utilizada com o objetivo de eliminar ou minimizar atividades não agregadoras de valor ao produto final, a Produção Enxuta também é conhecida como TPS (*Toyota Production System* ou em português – Sistema Toyota de Produção), *Lean Manufacturing*, Produção *Lean* ou ainda *Lean Thinking*.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto aos procedimentos técnicos: caracteriza-se por ser uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso: envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o amplo e detalhado conhecimento.

O artigo foi fundamentado em uma pesquisa qualitativa, quantitativa e exploratória. As informações foram obtidas através de um estudo de caso, com análises feitas através de um questionário aberto, discussão com um grupo de pessoas ligadas a área operacional, TI e observação no local estudado. Sendo assim torna-se necessário discorrer sobre os fundamentos teóricos da metodologia científica e técnicas de pesquisa.

4 | ESTUDO DE CASO - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa de eletroeletrônico do polo industrial de Manaus, onde produz monitor e TV, chamada aqui de Empresa X, pois a mesma não autorizou citar seu nome nessa pesquisa. Trata-se de uma multinacional de médio porte. Seus investimentos vão desde a implantação de sistema de gerenciamento integrado até o desenvolvimento de novos produtos, o que garante cada vez mais seu lugar entre as melhores na liderança de mercado em monitores e TVs. Outra preocupação da empresa é adequar seus processos aos métodos de *Lean* (Manufatura Enxuta).

Na montagem de seus produtos são usados componentes eletrônicos e placas de circuito impresso, esse material chega à empresa direto da matriz (China) organizados por lotes, onde é armazenado até a programação de produção, todo o controle de transferência é feito através do sistema ERP, ficando apenas o acompanhamento de monitoramento de cada peça de responsabilidade do sistema de chão-de-fábrica.

A equipe de planejamento se encarrega de programar modelo, quantidade, data etc., de acordo com o pedido do cliente. Então começa o fluxo de produção, onde do início desde a saída do estoque, passa pela preparação (*setup*), linha de montagem em máquinas automáticas e posteriormente para montagem manual e produto acabado.

Um problema encontrado neste processo era a falta de visibilidade da matéria prima por cada etapa da linha de produção até a montagem final. Há três pontos que podem ser destacados como prejudiciais para o controle desse processo:

Não havia acompanhamento da matéria-prima dentro da produção, somente nas transferências entre setores Almoxarifado, Produção e IM via sistema ERP;

A quantidade de componentes alimentados pelo operador não era contabilizada e registrada, gerando um total descontrolado;

Em nenhum momento era feito algum tipo de inspeção para analisar a qualidade das peças, ou quantidade de defeitos que ocorria no processo.

O acompanhamento da matéria prima é essencial para que haja um controle desde estoque até a entrega do produto final. Na Empresa X não ocorria esse acompanhamento à matéria-prima, a mesma só era vista no sistema na transação do estoque para a produção e quando era apontado para ir para o setor seguinte.

Essa questão trouxe muito prejuízo visto que estava impactando na qualidade do produto, pois a falta de rastreamento e descontroles gerava constantes erros operacionais como troca de componentes no momento da alimentação nas máquinas outro ponto era falta de controle sobre os fechamentos de ordem de produção, pois não existia nenhuma forma sistematizada e confiável de contabilização, todo o registro era anotação manual.

Como se pode verificar não havia controle de informação com precisão e confiabilidade. Para se ter ideia todo inventário realizado na Empresa X mostrava um furo que representava um altíssimo valor e uma quantidade de peças paradas sem saldo no sistema e outras com informações falsas que nem existiam.

4.1 DESCRIÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CHÃO-DE-FÁBRICA

Tendo em vista a situação da Empresa X apresentada anteriormente, tornava-se cada vez mais necessário o investimento em um sistema que pudesse solucionar os problemas encontrados. A empresa não mais aceitaria prejuízos uma vez que isso significava perda de credibilidade em relação a seus clientes, pois devidos aos constantes erros o pedido do cliente acabava atrasando, e comprometia sua competitividade diante de seus concorrentes.

Assim, optou-se por um sistema que era utilizado em outras fábricas do mesmo grupo, sistema SFIS (*Shop Floor Integrated Program*), esse sistema funciona com a identificação de cada peça através de etiquetas de códigos de barra. Estas etiquetas são geradas por um sistema ligado ao sistema de gestão integrado da empresa. Assim cada etiqueta registra no ERP uma peça produzida, que por sua vez aponta a quantidade de matéria-prima para aquela peça. Cada etiqueta identifica o modelo e a ordem de produção do produto, outros detalhes do processo ficam armazenados localmente, somente na área específica onde está ocorrendo a montagem somente depois de apontado e levado ao sistema ERP (integração MES-ERP).

Com este sistema é possível o gestor monitorar tudo o que acontece na produção em tempo real, análise de dados rápida para tomada de decisão e programar melhorias para um processo mais limpo e eficiente gerenciando custos, pessoas, prazo e qualidade.

5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados da pesquisa levantados por meio de questionário. Para a análise dos resultados foi utilizada a técnica de análise e interpretação dos resultados. Foi entrevistado através de questionários um grupo de 30 pessoas que participaram diretamente e indiretamente da implantação do projeto SFIS (*Shop Floor Integrated Program*). Entre as pessoas entrevistadas estão: Líder de Produção, Operador de máquina, Supervisor de produção, Analista de sistema, Inspetor de qualidade e analista de PCP (Planejamento e Controle de Produção). Distribuídos entre os três turnos do setor de montagem automática de uma empresa do ramo de eletroeletrônico do polo industrial de Manaus da Empresa X, representando 34% dos participantes, com o tema de pesquisa: “Com o sistema de monitoramento em tempo real, ficou mais simples e claro detectar onde estão os problemas que afetam o desempenho da empresa”.

Na pesquisa qualitativa, foi feita a análise das respostas e considerações, com o foco em dois objetivos: comparar o controle de produção antes e depois do SFIS, avaliar a implantação do SFIS na organização, sob o ponto de vista dos pesquisados. Duas fontes de dados foram utilizadas: questionário e considerações dos comentários do grupo de discussão.

A seguir, serão apresentadas as respostas, referente à implantação do sistema de execução de manufatura, SFIS, onde antes o controle de produção era bastante crítico. Essas perguntas estão relacionadas com um dos objetivos principais desta pesquisa, que é analisar o sistema de produção antes e depois do software implantado.

O resultado das respostas leva a considerar que a ferramenta precisa ser mais divulgada no chão-de-fábrica, promover treinamentos e capacitação contínua com todos os colaboradores, a fim de intensificar e conscientizar quanto ao objetivo do mesmo.

De acordo com os dados da pesquisa e os comentários do grupo de discussão, fica evidenciado que o desempenho da empresa melhorou significativamente com o uso do sistema de execução de manufatura SFIS .

Qualidade: 56% dos pesquisados responderam que o sistema contribuiu com a melhoria da qualidade e 19% responderam que a qualidade melhorou muito. Isso significa que mais da metade tiveram uma visibilidade da qualidade do produto depois da implantação do Sistema de execução de manufatura ou sistema de chão-de-fábrica. Como mostra a Gráfico 1.

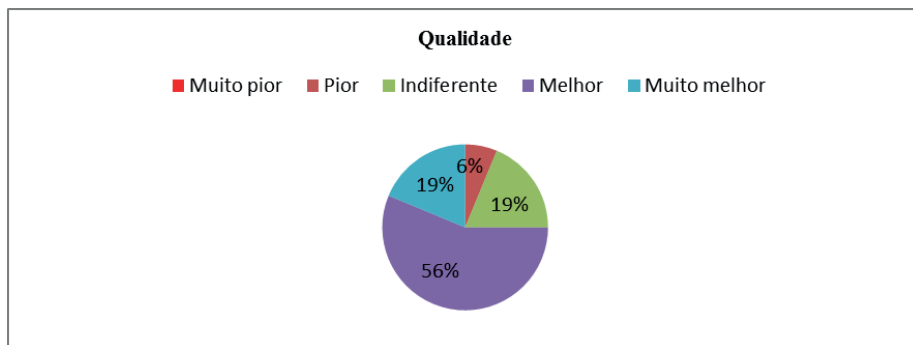


Gráfico 1: Contribuição do MES com a qualidade

Fonte: Próprio autor, 2016.

Produtividade: A pesquisa mostrou que o MES contribuiu de maneira significativa, obtendo um resultado de 53% “melhor” e 27% “muito melhor”. A visão dos pesquisados está baseado no aumento da produtividade das máquinas, devido à diminuição de paradas diversas no processo. Os 7% dos pesquisados se refere à questão do suporte técnico diferenciado entre turnos. Observa-se o resultado no Gráfico abaixo.

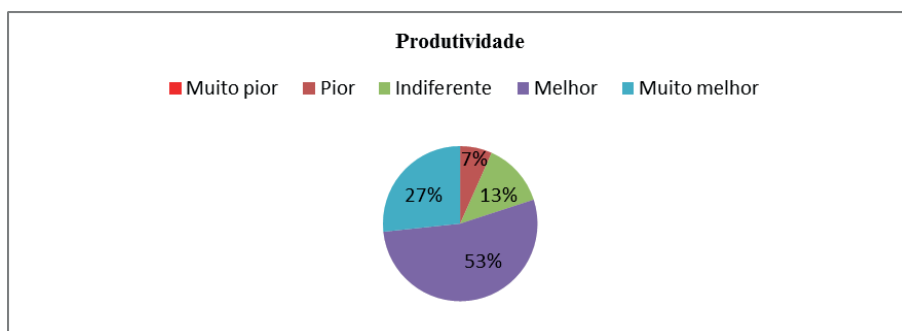


Gráfico 2: Contribuição do MES com a Produtividade

Fonte: Próprio autor, 2016.

Pontualidade: O MES contribuiu para a melhoria da pontualidade sobre prazo de entrega. Esses prazos representam a diminuição de atrasos entre um processo e outro, observou-se que teve uma redução de tempo total de processamento devido o melhor controle na produção. O grupo em discussão ainda acrescentou que também houve melhora na disciplina do operador, que ficou mais comprometido em atender o plano de produção. O gráfico 3 mostra o resultado.

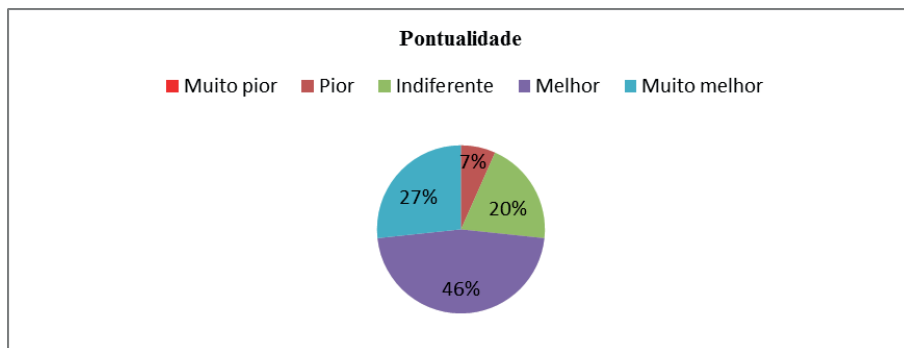


Gráfico 3: Contribuição do MES com a Pontualidade

Fonte: Próprio autor, 2016.

Desperdícios no processo: A pesquisa demonstrou, (Gráfico 4), que após a implantação, o controle de material no processo melhorou gradativamente, devido o alto controle de material, principalmente de classe “A”, com isso afetando na disciplina dos operadores no processo.

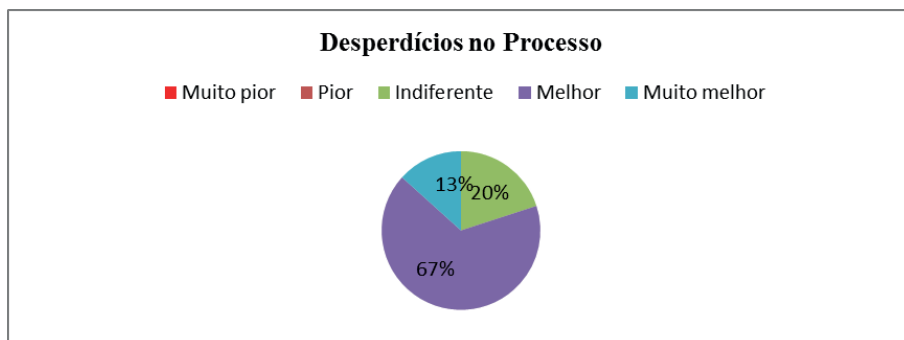


Gráfico 4: Contribuição do MES com Desperdícios no Processo

Fonte: Próprio autor, 2016.

Resultados gerais da empresa: De acordo com os resultados da pesquisa, consideram-se os efeitos positivos relacionados à diminuição de retrabalho, a facilidade de obter dados, melhoria nos prazos de entrega, redução de tempo no processo, melhor acompanhamento de material evitando desperdícios, participação de todos os envolvidos. Conclui-se que o MES elevou a empresa a uma situação mais favorável no mercado. Porém para se manter precisa dar continuidade ao processo investindo em treinamento para conscientizar todos os colaboradores da importância do sistema no processo. Resultado no Gráfico 5.

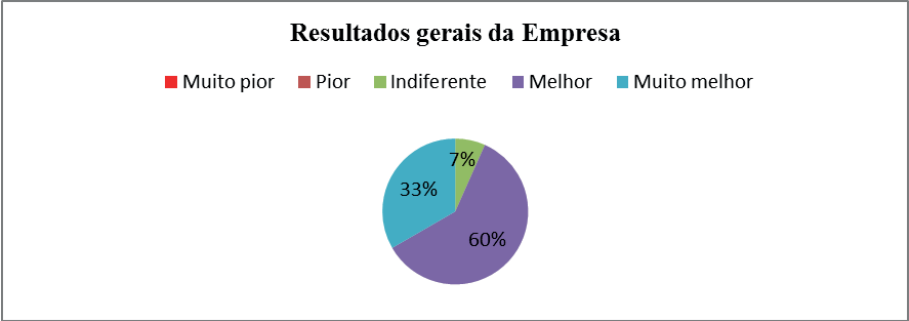


Gráfico 5: Contribuição do MES com os Resultados Gerais da Empresa

Fonte: Próprio autor, 2016.

Com base nas respostas dos questionários e comentários do grupo de discussão segue abaixo algumas situações do processo de produção antes e depois da implantação do sistema SFIS, reforçando o resultado da implantação.

Sem o Sistema MES	Com o Sistema MES – SFIS
1. Utilização da matéria-prima não é rastreada, somente quando apontado o produto final depois da montagem.	1. Todo material é acompanhado via sistema desde a entrada no processo até o produto final.
2. Não tinha controle sistematizado nos fechamentos de ordens de produção, era contabilizado e anotado manual em livro de ata.	2. As OPs são cadastradas no sistema e rastreada desde o início da produção, facilitando o controle de fechamento.
3. Inventário era crítico, pois as informações físico/sistema não batiam.	3. Inventário, mas controlado, pois todo material é visto no sistema, sua localização e movimentação.

Quadro 1: Pontos do processo de produção antes e depois da implantação do sistema MES

Fonte: Próprio autor, 2016.

Destaca-se a melhoria na qualidade do produto, pois muitos erros de alimentação foram evitados, colaboradores conscientizados, mesmo porque com o novo sistema é possível rastrear de quem foi à falha. Com isso, evitou-se retrabalho nas placas e o produto passou a ter mais credibilidade na sua qualidade. Ainda há casos de componentes alimentados errado por parte do operacional, mas com o sistema é possível rastrear de onde começou e quantas peças passaram e assim conter e retrabalhar o lote sem passar para o próximo setor da produção.

6 | CONCLUSÕES

O objetivo foi analisar a importância de um sistema de chão-de-fábrica como ferramenta para o controle da produção, através de um sistema informatizado que auxiliasse os gestores a obterem informações confiáveis sobre o processo produtivo na empresa, tornando a tomada de decisão mais precisa e rápida fundamentada nas informações em tempo real.

O processo produtivo não só ganhou visibilidade no sistema, como seguiu a linha de Manufatura Enxuta o que consequentemente reduziu os custos do produto final. Porém vale ressaltar que de acordo com os pesquisados para que o sistema continue dando certo é necessária uma atenção maior por parte do suporte técnico em se tratando de treinamento contínuo e conscientização para todos os colaboradores.

Este é mais um indício de que o investimento em TI dentro das empresas e, mais especificamente, no chão-de-fábrica pode trazer resultados significativos na otimização de processos e redução de custos. Isso explica o grande interesse das empresas em investir nos sistemas de Tecnologia de Informação.

REFERÊNCIAS

- BUTTNER, A. **Manufatura Enxuta – Lean Manufacturing, 2012-** acessado em 12 de setembro de 2013. Disponível em: http://www.qualidadebrasil.com.br/artigo/gestao/manufatura_enxuta_lean_manufacturing-
- CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração.**2000. Editora Campus.
- FORTULAN, M. R.; GONÇALVES FILHO, E. V. **Uma proposta de aplicação de Business Intelligence no chão de fábrica. Gestão & Produção**, v. 12, n. 1, p. 55-66, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2005000100006>, acesso em: 19 de agosto de 2013.
- JUNIOR, O.C. **A Implantação de Sistema Mes Para Gestão Da Produção.** 2008. Trabalho De Conclusão De Curso Faculdade De Ciências Aplicadas De Minas, Bacharelado Em Sistemas De Informação.
- JUNIOR, AUGUSTO, O. **Estrutura e Métricas Seis Sigma.** 2010.Curitiba.
- LAUDON, K. C; LAUDON, J. P. **Sistema de Informações Gerenciais.** Tradução: Thelma Guimarães. Revisão Técnica:2007. Belmiro N. João. 7ªEdição. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- MARTINS; LAUGENI. **Administração da Produção.**2005. 2ª edição. São Paulo. Saraiva.
- MESA. **Manufacturing Execution Systems Association International.** Acesso em 20 de agosto de 2013. Disponível em: <http://www.mesa.org>.
- OHNO, Taiichi, 1997, **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**, Editora Bookman.
- OLIVEIRA JÚNIOR. C. A. **Implantação de Sistema MES para Gestão da Produção, 2008-** União Educacional Minas Gerais S/C Ltda.- Faculdade De Ciências Aplicadas De Minas-Bacharelado Em Sistemas de Informação.
- PACHECO, R. C. S.; TAITI, T. F. C. **Tecnologia de Informação: Evolução e Aplicações-** maio 2000. Acesso em: 20 de agosto de 2013.Disponível em:http://www.upf.br/cepeac/download/rev_n14_2000_art6.pdf .

PAIVA, L. **MES – Manufacturing Execution Systems, 2008**. Acesso em: 21 de outubro de 2013. Disponível em: <http://oggerente.com/logisticando/2008/06/07/mes-%E2%80%93-manufacturing-execution-systems/>.

ROMPATO, C. **Integração entre os Sistemas ERP e MES na Metalkraft S.A.** 2006.

84 p. Monografia (Graduação) – Curso de Tecnologia em Eletrônica, UTFPR, Curitiba.

XAVIER, P. A.R.(2006), **Gestão de Pessoas na Prática**, os desafios e soluções. São Paulo: Editora Gente.