

MAPEAMENTO, MEDIÇÃO E EFETIVIDADE DO MES NO SETOR DAS DOBRADEIRAS

Alan Carlos Ferreira Rodrigues – alan.rodrigues16@fatec.sp.gov.br

Douglas Fernando de Carvalho – douglas.carvalho19@fatec.sp.gov.br

Gabriela Suelen F. de Carvalho – gabriela.carvalho11@fatec.sp.gov.br

João Vitor da Silva Favaro – joao.favaro01@fatec.sp.gov.br

Maikon Barros Mendes – maikon.mendes@fatec.sp.gov.br

Maysa Gabrielly Belintani – maysa.belintani@fatec.sp.gov.br

Tamiris Valentin de Oliveira – tamiris.oliveira5@fatec.sp.gov.br

Thiago Sant'Ana Rodrigues – thiago.rodrigues42@fatec.sp.gov.br

Vitor Hugo Wagner – vitor.wagner@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Matão "Luiz Marchesan" - Análise de Processos
Agroindustriais - Matão – São Paulo – Brasil

RESUMO

O presente trabalho irá analisar os apontamentos e impactos de um Sistema de Execução de Manufatura (MES) implantado e a identificação de possíveis lacunas que podem gerar uma melhoria na produtividade para apontamento de produção em um processo de dobra em uma empresa metal mecânica na cidade de Matão interior de São Paulo. O objetivo deste estudo é mapear e medir a efetividade do MES nas dobradeiras e apresentar ideias de aperfeiçoamentos, onde conseguirão ter uma melhoria e controle da efetividade e de sua produção e, conseqüentemente, um ganho mais eficiente em relação ao tempo planejado, e identificar possíveis gargalos para o abastecimento das dobradeiras. A pesquisa se baseia em métodos mistos, quantitativa e qualitativa, por meio de um procedimento estruturado como um estudo de caso, que visa descrever e analisar a Efetividade do MES com foco nas paradas programadas

e demais paradas não programadas. Após a realização de visitas técnicas na empresa orientadas e acompanhadas pelo gestor da área e revisões literárias em livros, artigos, pesquisas em campo relacionadas com o tema proposto, Mapeamento, Medição e Efetividade do MES no setor das dobradeiras, foi possível analisar a real situação atual da empresa. A partir de então foi abordado as principais dificuldades que resultam as paradas com maiores frequências e a redução de seu savings, diálogos com colaboradores que trabalham no setor também foram de grande valia para obter informações sobre como funciona a rotina do dia a dia da empresa podendo assim ser possível a sugestão de novas ideias com baixo custo de implementação que possibilitarão a otimização do sistema.

Palavras-chave: MES. Efetividade. Dobradeiras. Melhoria. Manufatura.

ABSTRACT

This work will analyze the notes and impacts of an implemented Manufacturing Execution System (MES) and the identification of possible gaps that can generate an improvement in productivity for production scheduling in a bending process in a metal mechanic company in the city of Matão in the interior of São Paulo. The objective of this study is to map and measure the effectiveness of the MES in bending machines and present ideas for improvements, where they will be able to improve and control the effectiveness and productivity and, consequently, a more efficient gain in relation to the planned time, and identify possible bottlenecks for supplying the press brakes. The research is based on mixed methods, quantitative and qualitative, through a procedure structured as a case study, which aims to describe and analyze the Effectiveness of the MES with a focus on scheduled stops and other unscheduled stops. After carrying out technical visits to the company guided and accompanied by the area manager and literary reviews in books, articles, field research related to the proposed theme, Mapping, Measurement and Effectiveness of the MES in the bending press sector, it was possible to analyze the real situation current status of the company. From then on, the main difficulties that result from more frequent stops and the reduction of their costs were addressed; Dialogues with employees who work in the sector were also of great value in obtaining information about how the company's day-to-day routine works, making it possible to suggest new ideas with low implementation costs that will enable the optimization of the system.

Keywords: MES. Effectiveness. Benders. Improvement. Manufacturing.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda do mercado mundial por excelência nos processos, qualidade nos produtos e prazos cada vez menores de atendimento há uma necessidade que as empresas têm em estar sempre em modernização, conforme expõe Martins (2019). Para que seja realizada uma gestão mais eficaz dos próprios processos as empresas têm que ter o controle total da produção e estoques, e ainda, a tomada de decisões deve ser de forma instantânea, pois acaba se tornando essencial para atender as demandas e aumentar a rentabilidade.

Diante desse crescimento e 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).

Para que uma empresa tenha destaque e consiga manter-se sempre a frente dos concorrentes ela deve ter uma estratégia muito bem elaborada, pois conforme Jabbour e Alves Filho (2010), o desempenho das empresas pode ser explicado olhando quais estratégias ela traçou, e qual foi o seu diferencial competitivo. Uma escolha que pode ser de vital importância é a utilização dos sistemas de informação como fator decisivo nas tomadas de decisão a nível gerencial.

O processo de mudança e atualização das tecnologias acontece de forma muito acelerada, comparada com as décadas anteriores, as empresas têm que se manter sempre em transformação para manterem competitivas, (NEVES, 2011). Portanto utilizar Sistemas de informação interligados acaba se tornando essencial para um bom desempenho da empresa.

Ainda segundo Neves (2011), quando a empresa investe em automação dos processos e de apontamento há um aumento da produtividade e da própria qualidade dos produtos.

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).

Para Ferramental (2021), Através da utilização do Sistema MES, gestores industriais encarregados da produção obtêm a capacidade de avaliar se o planejamento está efetivamente em execução. Quando qualquer problema ou desvio em relação ao planejado é identificado, essa inconsistência é prontamente detectada, praticamente em tempo real. Esse recurso é de suma importância, permitindo à equipe efetuar ajustes nos processos com o intuito de corrigir o problema antes que ele possa comprometer os prazos ou a qualidade do produto.

Dentre as características notáveis do MES, destacam-se o seu caráter híbrido, que viabiliza a comunicação eficaz tanto com software quanto com hardware. Além disso, o MES opera em estreita colaboração com os sistemas ERP, desempenhando um papel fundamental na gestão das informações que fluem entre o planejamento e a fase de execução.

Vale ressaltar também a sua capacidade de implantação modular, permitindo a separação de funcionalidades como o OEE (Eficiência Global de Equipamentos), APS e Kanban, tornando-o uma solução versátil e adaptável às necessidades específicas de cada empresa. (CRAVO, 2023).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Definição de MÊS

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 pela tradução entre os processos de informação no chão de fábrica e a gestão da organização.

O MES é um software que faz a ligação entre o ERP e o setor produtivo, dando maior fluidez para o processo e aumentando a dinâmica nos apontamentos de produção. Conforme Vargas e Selitto (2016), a possibilidade da ferramenta se conectar com outros sistemas de informação faz com que, em uma mesma tela seja permitido visualizar os processos em tempo real, analisando e por fim identificando possíveis falhas a tempo.

Todavia conforme afirma Vanderlei *et al.* (2009), o setor de TI bem estruturado se torna um importante fator para o aumento de produção e redução dos custos de processos. Portanto todos os setores devem estar em completa sintonia, TI, planejamento de produção e operação.

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; SELITTO, 2016).

O MES é controlado por uma organização chamada MESA, Manufacturing Enterprise Solutions association, que em tradução livre significa associação de soluções empresariais de

fabricação. A MESA foi quem desenvolveu os doze pilares que representam as funcionalidades do MES.

Os doze pilares do MES e suas características:

- **Gerenciamento de Recursos:** Controle, alocação e visualização de status das estações de trabalho ferramentas e materiais respondendo mais rapidamente aos eventos imprevistos e exceções, com maior segurança e rapidez, de maneira online.
- **Detalhamento do Planejamento:** Meio de interface com o planejamento das informações das operações de sequenciamento do tempo das ordens, permitindo interface com o sistema de gestão proporcionando maior agilidade aos serviços em resposta para os clientes.
- **Gerenciador de documentos:** No controle de documentos, das informações relativas às ordens, produto e processo e demais informações relativas à qualidade e instrução do trabalho, reduzindo ou eliminando a geração de papelada impressa.
- **Gerenciador de materiais:** Monitoramento das entradas de materiais work in process (WIP), registrando e monitorando os estoques, consumo e gestão de fornecedores.
- **Análise de desempenho:** Comparação a medição de máquinas, grupos de máquinas ou instalações em comparação com objetivos pré-estabelecidos permitindo análises gerenciais e subsídios para o desenvolvimento de planos de ação.
- **Gerenciamento de ordens e mão de obra:** Controle de definições das ordens liberações e permissões dos usuários em entrada e saída para os respectivos centros de trabalho, do monitoramento das habilidades, possibilitando atuar na capacitação de pessoas para atuação em determinada operação que apresentar desvio.
- **Gerenciamento dos serviços de manutenção:** Na administração e implementação de medidas adequadas relativas ao controle de gerenciamento das instalações máquinas e ferramentas, controle de manutenção preventiva e corretiva, índices de eficiência em manutenção e da vida útil do equipamento.
- **Controle de processos:** Controle dos fluxos de trabalho, do previsto com o planejado e especificações, do monitoramento dos ciclos de fabricação e do lead time, oportunizando dados que possam remeter a busca redução de tempo de processamento.
- **Controle da qualidade:** Realização da análise e monitoramento dos produtos e processos do armazenamento, rastreamento, gerenciamento de não conformidades e controle estatístico de

processo (medidas de desempenho e tendências), que asseguram ao gestor as ações que melhoram a qualidade do produto.

- **Coleta de dados:** Coleta, organização, visualização, armazenamento e processamento, eliminando ou reduzindo os tempos de entrada de dados.
- **Genealogia e rastreabilidade dos produtos:** Identificação das origens das famílias ou grupos de peças de todos os documentos e eventos relativos à confecção do respectivo produto.

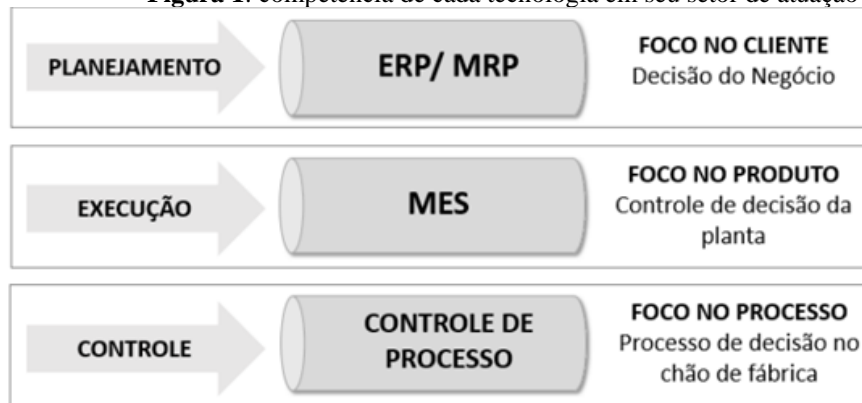
2.2 Objetivo de um sistema MES

O MES tem como objetivo principal captar e executar informações em tempo real da produção no chão de fábrica através dos sistemas supervisórios e 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).

Por fim, a integração de todos os processos percorridos na revisão deve ocorrer de modo simbiótico, pois uma área é dependente da outra, assim como uma tecnologia também depende da outra para transmitir e receber informações para que seja realizado o trabalho como um todo.

A figura 1 a seguir demonstra em qual setor de atuação cada tecnologia e processo deve se encaixar:

Figura 1: competência de cada tecnologia em seu setor de atuação



Fonte: Fonte: Vargas & Selitto pg 878 (2016)

2.3 TI

Tecnologia da informação é o conceito que abrange áreas como comunicação de dados, hardware, software e várias áreas da informática. Conforme Neves (2011), os computadores estão cada vez mais substituindo a mão de obra humana, pois realizam trabalhos muito mais complexos se programados. Com isso fica evidenciado a necessidade de um setor de TI bem estruturado para implantação de qualquer sistema informatizado.

2.4 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO EMPRESARIAL (ERP)

A sigla ERP – Enterprise Resource Planning traduzida literalmente, significa “Planejamento dos Recursos da Empresa”, o que pode não refletir a realidade de seus objetivos.

Koch, Slater e Baatz (1999) citam: “...esqueça a parte do planejamento – ele não o faz, e esqueça os recursos, é apenas um termo de ligação. Mas lembre-se da parte da empresa. Esta é a real ambição dos sistemas ERP”.

De acordo com Chopra e Meindl (2003), os sistemas ERP fornecem rastreamento e visibilidade global da informação de qualquer parte da empresa e de sua Cadeia de Suprimento, o que possibilita decisões inteligentes e com maior precisão.

Estes Sistemas, também são chamados no Brasil de Sistemas Integrados de Gestão Empresariais, controlam e fornecem suporte a todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. Todas as transações realizadas pela empresa devem ser registradas para que as consultas extraídas do sistema possam refletir o máximo possível a realidade.

Segundo Bradford (2015), os Erp's fazem a integração dos dados da empresa, otimizando-os em um sistema único, conforme suas demandas. Ainda segundo a autora, até meados dos anos 1990 existiam múltiplos sistemas dentro de uma mesma organização, a criação dos erp acabam por aperfeiçoar as informações, dando lugar apenas a uma plataforma de banco de dados.

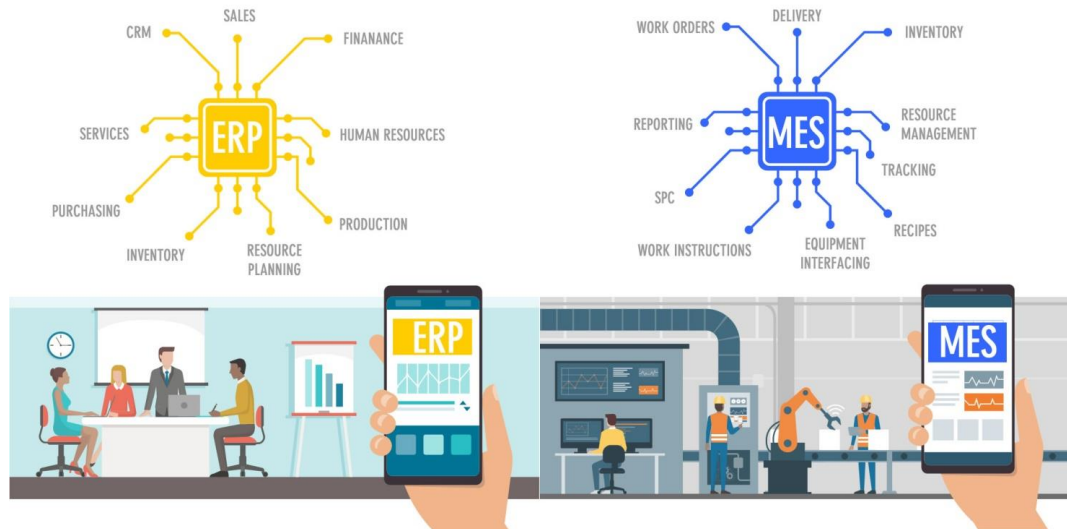
De acordo com Chopra e Meindl (2003), pode-se dizer que o ERP é um sistema integrado, que possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa, sob uma única base de dados. É um instrumento para a melhoria de processos de negócios, como a produção, compras ou distribuição, com informações on-line e em tempo real. Em suma, o sistema permite visualizar por completo as transações efetuadas pela empresa, desenhando um amplo cenário de seus negócios.

Para SKA (2023), A distinção entre os sistemas MES e ERP é fundamental, pois ambos desempenham funções específicas que se complementam no ambiente empresarial. O ERP, tem a função de integrar as diversas áreas de uma organização em um único sistema de informações. Isso resulta na disponibilização de dados em tempo real, facilitando a tomada de decisões ágeis por parte dos gestores.

Por outro lado, o MES, preenche uma lacuna estratégica entre o ambiente de produção no chão de fábrica, onde se encontram os equipamentos e sistemas supervisórios, como o SCADA, e o nível de planejamento de negócios, onde são utilizadas ferramentas como o ERP. Uma integração entre o MES e o ERP se faz necessária para abranger todos os dados da organização. (SOUZA, 2003).

Enquanto o ERP concentra-se em identificar as áreas que requerem melhorias, o MES desempenha o papel de indicar como efetuar essas melhorias de forma prática e eficaz. Essa interação entre os sistemas proporciona uma visão abrangente e integrada da empresa, aprimorando a gestão e a eficiência operacional. (SANTOS *et al.* 2007).

Figura 2: MES e ERP



Fonte: Santos (2007)

2.5 Histórico – Evolução dos Sistemas de Informação

A partir da década de 90, o cenário mundial e as organizações começaram a sofrer mudanças cada vez mais drásticas e rápidas. Cada vez mais pessoas lidavam com um volume maior de informações, provenientes tanto do ambiente interno, quanto do externo. De fato, com a globalização, que vem reduzindo o protecionismo nos mercados e ampliou a concorrência externa nas empresas, houve a necessidade de se buscar novos padrões de qualidade, insistir na redução de custos e da margem de lucros. Mais recentemente surgiu um novo elemento neste cenário macroeconômico, que foi o e-business, que criou novos canais de distribuição e comunicação para a cadeia de suprimentos, propiciou a abertura de novos modelos de negócios com acesso a novos mercados, tudo isso levando as empresas a repensarem suas práticas em Logística devido às mudanças no comportamento dos clientes (em todos os níveis da cadeia) no que tange a exigências de prazos, custos e personalização dos produtos.

Conforme expõe Chopra e Meindl (2003), acompanhando essa evolução dos Sistemas de Informação, houve também uma mudança na tecnologia adotada pelas empresas, que passaram de plataformas tipo mainframe para cliente/ servidor. Nesta segunda categoria de tecnologia, duas linhas de produtos têm se destacado:

(a)Aplicativos com base em navegador – onde os usuários precisam apenas de acesso à Internet e de um navegador em seu computador, pelo qual se acessa o sistema. Qualquer informação, ou análise fica disponível pelo navegador; orçamentos e armazenagem ficam em um servidor central. Essa tecnologia não requer muitos gastos com atualizações de software no computador do usuário;

(b)Fornecedores de Serviço de Aplicativos – ASP (Application Service Providers) – são hospedeiros de programas desenvolvidos por outros e alugam o uso do produto para as empresas.

2.6 ASP

O ASP é responsável pela execução dos aplicativos que o cliente aluga, incluindo sistemas ERP e alguns aplicativos analíticos, como sistemas focados em capacidades de planejamento (como exemplo, tem-se o Planejamento Avançado e Programação ou APS – Advanced Planning and Scheduling, que cria programações do que deve ser fabricado, onde, quando e como deve ser feito, considerando a disponibilidade de matéria-prima e a capacidade da fábrica) e sistemas focados no nível operacional (como exemplo, tem-se o Sistema Integrado de Controle da Produção ou MES – Manufacturing Execution System, que é semelhante ao ERP, mas centrado na produção da instalação fabril).

Para Cardoso e Souza (2001), os níveis hierárquicos básicos até então (início dos anos 90), estratégico, tático e operacional, foram reavaliados e mostraram a necessidade de um quarto nível hierárquico: o do conhecimento. Este novo nível na hierarquia, apesar de ter estado sempre presente, mostrou-se crítico para o sucesso do fluxo de informações na empresa.

Esta mudança na estrutura organizacional das empresas trouxe à tona a necessidade de um novo tipo de Sistema de Informação, que conseguisse integrar todos os diferentes tipos existentes, tanto no nível das diversas áreas funcionais da empresa – como produção, marketing, finanças e recursos humanos –, quanto no nível hierárquico – operacional, do conhecimento, tático e estratégico –, de modo a realmente permitir, ou pelo menos facilitar, a criação de conhecimento a partir das informações existentes. Foi o início do surgimento dos Sistemas ERP.

De acordo com GED (1999), os sistemas ERP, ou Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, passaram a ser largamente utilizados na década de 90, dentre outros motivos devido ao acirramento da concorrência e à globalização, evidenciando a necessidade de ferramentas mais aprimoradas para a gestão das empresas. Além dos problemas já mencionados, o bug do milênio fez com que muitas empresas, ao invés de fazer a manutenção

em seus antigos sistemas e continuar a desenvolvê-los internamente, optassem pela adoção de um sistema ERP, complementa Davenport (1998).

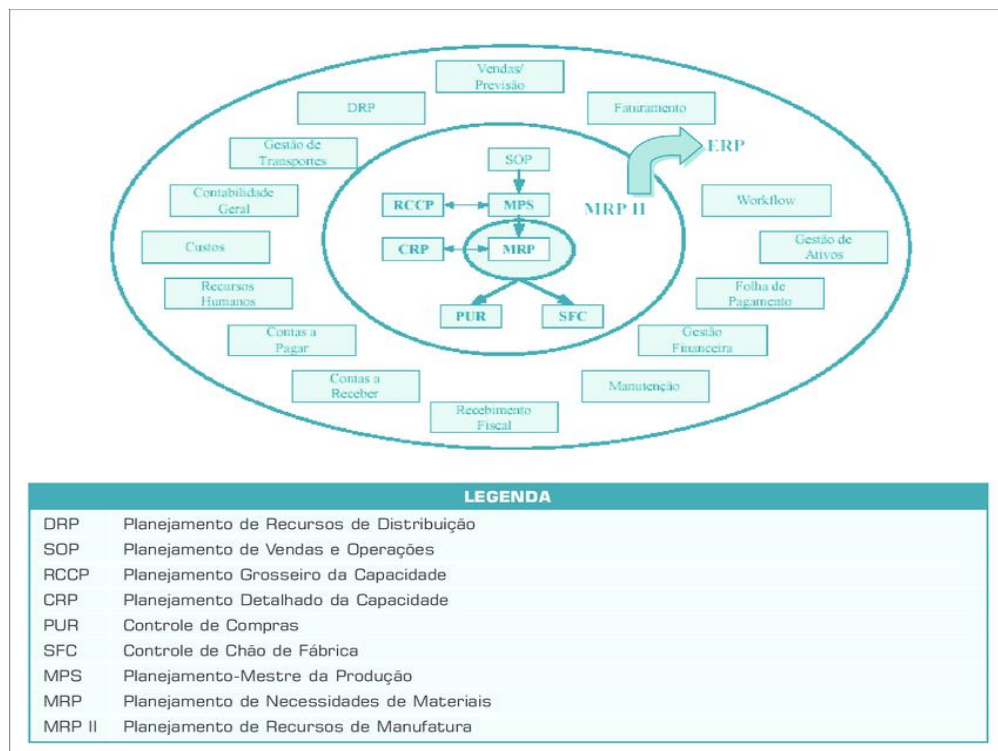
Os sistemas ERP surgiram (CORRÊA *et al.*, 1999) a partir da evolução dos sistemas MRP e MRP II, respectivamente, Planejamento das Necessidades de Materiais (Materials Requirement Planning) e Planejamento dos Recursos de Manufatura (Manufacturing Resources Planning). Ao módulo básico de cálculo de necessidades de materiais do MRP, foram agregados novos módulos, programação-mestre da produção, cálculo grosseiro de necessidades de capacidade, cálculo detalhado de necessidade de capacidade, controle do chão de fábrica, controle de compras, planejamento de operações e vendas, dando origem ao MRP II, que passou a atender às necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial sobre todos os recursos de manufatura.

Na sequência, novos módulos foram agregados ao MRP II, como por exemplo Gerenciamento dos Recursos Humanos, Vendas e Distribuição, Finanças e Controladoria, ultrapassando os limites da manufatura, percorrendo toda a empresa e chegando ao seu estágio atual de desenvolvimento, caracterizando um Sistema ERP.

A utilização de sistemas ERP otimiza o fluxo de informações e facilita o acesso aos dados operacionais, favorecendo a adoção de estruturas organizacionais mais enxutas e flexíveis. Além disso, as informações tornam-se mais consistentes, possibilitando a tomada de decisão com base em dados que refletem a realidade da empresa.

A figura 3 apresenta o caminho percorrido do MRP ao ERP, observando a estrutura de cada estágio bem como sua evolução.

Figura 3 - caminho percorrido do MRP ao ERP



Fonte: Adaptado de Corrêa *et al.* (1999, p. 350).

Figura 4: Funcionalidades dos sistemas ERP



Fonte: adaptado de Davenport (1998)

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Estrutura

O presente capítulo aborda a forma como elaboramos o projeto, os métodos utilizados, suas principais etapas e o cenário objeto de estudo. Serão detalhadas as etapas utilizadas para investigar o problema e propor suas soluções. Em seguida, é detalhado o cenário atual da empresa e os detalhes dos seus processos. Por fim, são expostos como avaliamos as possíveis soluções e os modelos de melhorias elaborados.

3.2 Classificação da Pesquisa

O método utilizado nesse estudo é uma pesquisa de natureza aplicada, por não se tratar de uma busca por conhecimento novo, e sim de uma solução voltada a um problema previamente existente (JACOBSEN, 2009). Quanto aos objetivos, pode-se afirmar que se classifica como exploratória, por estar focada em expor o tema e explorar o problema estudado.

No que se refere à abordagem, foi uma pesquisa de métodos mistos, qualitativa e quantitativa, onde foram levantados indicadores do processo e apresentado parte dos resultados em termos numéricos, além de terem sido utilizadas análises interpretativas (GIL, 2010). Pode-se classificar o procedimento desse trabalho como um estudo de caso único, por tratar-se de uma pesquisa voltada ao conhecimento aprofundado de um processo específico, com a finalidade de proporcionar uma visão global de um problema e descrever detalhadamente a situação do contexto em que ele está sendo analisado (GIL, 2010).

Quanto aos métodos de coleta de dados, foram utilizadas diferentes fontes para levantamento e análise, como pesquisas em artigos científicos, livros de literatura relacionada ao tema, revistas, sites e materiais áudio visuais. A etapa mais importante do estudo foram as visitas técnicas realizadas na empresa acompanhadas e orientadas pelo gestor responsável do setor, onde foram realizadas reuniões para expor o problema proposto e sugestões para foco da pesquisa, também durante o processo foi efetuada entrevistas com colaboradores da empresa e especialistas do tema para contribuir com o desenvolvimento do projeto.

4. Questão Central

O tema central deste estudo é Mapeamento, Medição e Efetividade do MES no setor das dobradeiras em uma empresa no ramo da metalurgia do interior de São Paulo – empresa (A), a mesma está a 95 anos no mercado. Foram identificados alguns gargalos na área de entrada de peças no buffer e seu sequenciamento para alocá-las ao ferramental correto, estas falhas tem dificultado o acompanhamento em tempo real da produção. “O tempo de ciclo é o tempo que passa do início de um processo ou atividade individual até o seu término. Diversos tempos de ciclo podem estar incluídos em um processo ou função individual”, (TAPPING e SHUKER, 2010). assim prejudicando o *takt time* (métrica que estabelece o ritmo em que um produto deve ser realizado), e conseqüentemente o *lead time* da empresa. O *lead time* está ligado de forma direta à produção. Nos processos produtivos pode ser que ocorram atrasos inesperados ou inatividade e, quando a linha de produção está parada, a eficiência da produção sofre um impacto negativo. E, como o *lead time* impacta estrategicamente na empresa, é necessário que a linha de produção esteja organizada de forma ímpar, para que as necessidades dos clientes sejam atendidas; (BOWERSOX, 2006).

Como resultado das visitas técnicas na empresa foi observado pelo grupo que o sistema de apontamento da empresa existe algumas dificuldades de informações concretas, sincronização entre apontador e operador, assim causando um déficit nas informações impedindo que a empresa receba um apontamento efetuado em tempo real. Com estas observações podemos identificar possíveis estratégias que otimizarão estes gargalos.

Para a composição das ideias, escolhemos melhorias e renovações de alguns pontos que já são executados pela empresa, porém percebemos que não de forma correta, uma sugestão inicial é a criação e inclusão de uma linguagem única, em que os apontadores e os operadores pudessem entender com facilidade e executar sem que a produção seja pausada.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Abaixo será listado algumas estratégias que auxiliariam na melhoria e que é considerado ser necessário um baixo investimento da empresa para ser aplicado:

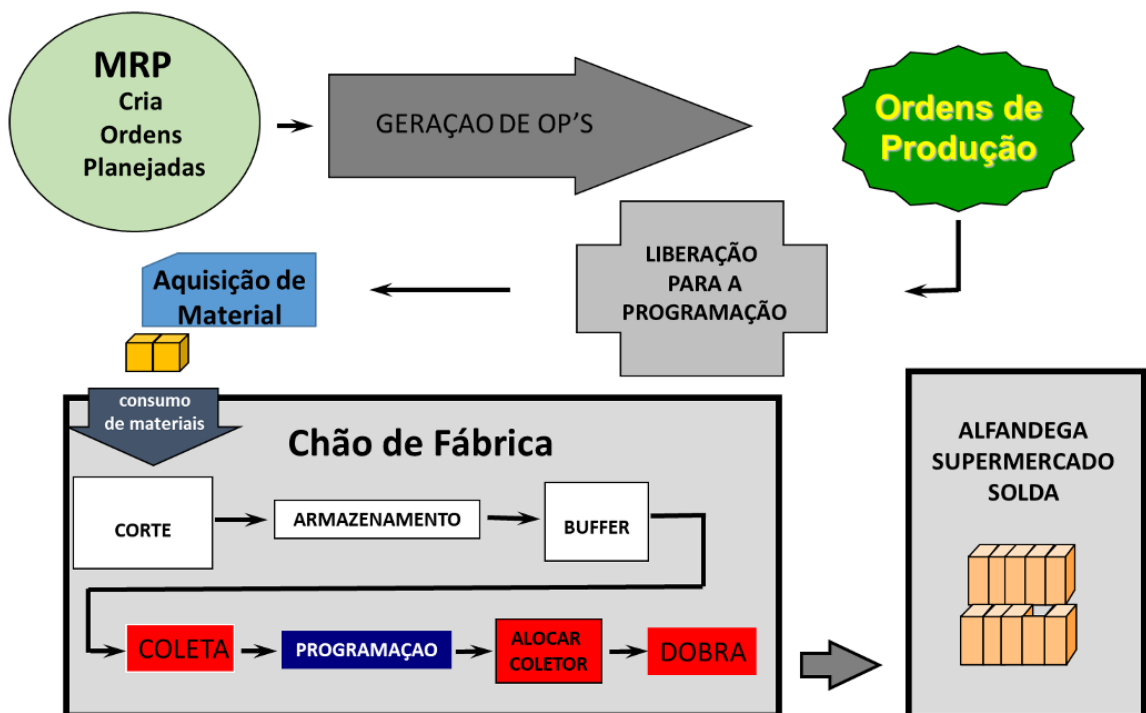
- Melhor organização dos materiais que entrarão no Buffer, facilitando a coleta das OPS e separação, assim ganhando mais tempo.

- Definir / revisar área de entrada de peças do buffer para que tenha os locais de cada (sequenciamento/data), para que o empilhador possa colocar os paletes de peças no seu local correto.
- Desenvolver Metodologia de trabalho, que mostre ao preparador do Buffer se o lote de peças ao qual ele fez a coleta, está 100% concluído, assim diminuindo a perda de peças e facilitando o encontro dela de imediato.

4.1 Sugestões de melhorias:

Para exemplificarmos as melhorias sugeridas, iniciamos pela observação processo e como eles estão sendo executados atualmente e enquadrá-los em um fluxograma para um melhor entendimento.

Figura 5 - Fluxograma atual da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

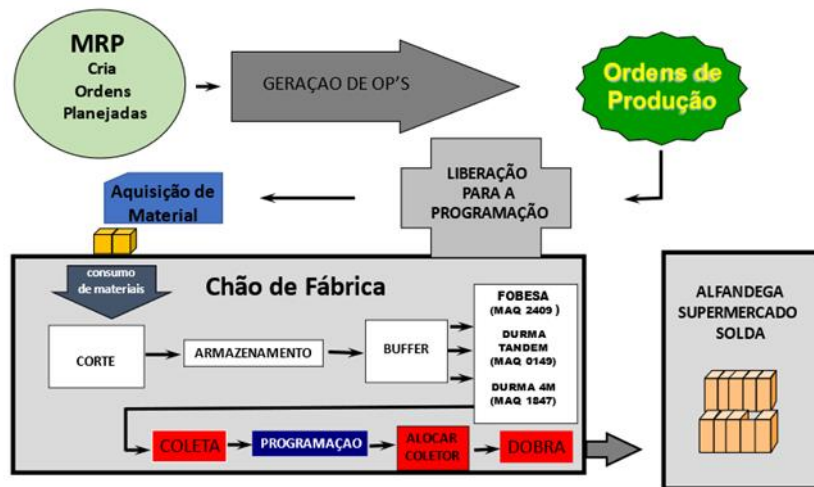
Na figura acima podemos enxergar claramente o fluxograma das operações atuais da empresa e onde foi visualizado melhorias e sugestões de aplicar ideias que serão possíveis para otimizar os processos e termos mais controle e simplificar o entendimento visual.

Para iniciar as propostas de melhorias podemos definir, irá começar por quem efetua a criação da ordem de produção, no momento podemos descrever que é feito pelo ERP, porém sabemos que esta ordem de produção é efetivada em tempo real.

O primeiro passo para a implantação desta estratégia é a Melhor organização dos materiais que entrarão no Buffer, facilitando a coleta das OPS e separação, assim ganhando mais tempo.

Para o progresso do *takt time* (ritmo no qual precisa completar um produto para suprir a demanda do consumidor) foi refletido a importância de definir / revisar área de entrada de peças do buffer para que tenha os locais de cada (sequenciamento/data), para que o empilhador possa colocar os paletes de peças no seu local correto.

Figura 6 - Novo fluxograma sugerido



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

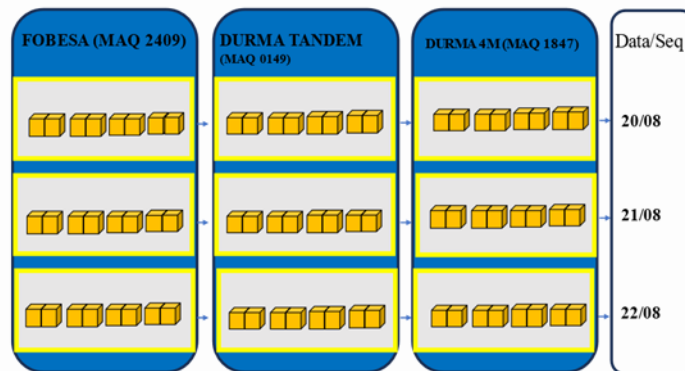
A figura acima representa o fluxograma elaborado com as melhorias sugeridas, com pequenas alterações no fluxograma atual acredita-se que serão obtidos resultados promissores.

4.2 Definir / revisar área de entrada de peças do buffer:

Foi observado que durante a coleta de dados pelos colaboradores a principal dificuldade relatada é ter um padrão estabelecido que permita que o início e o término da sequência, evitando assim a troca excessiva do ferramental do equipamento.

Para este caso, levantou-se a seguinte proposta, alteração do layout da área de atuação no buffer onde a sequência da máquina e data seria separada por data e ferramenta, seriam delimitadas no solo, para melhor visualização.

Figura 7 - Definir / revisar área de entrada de peças do buffer



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

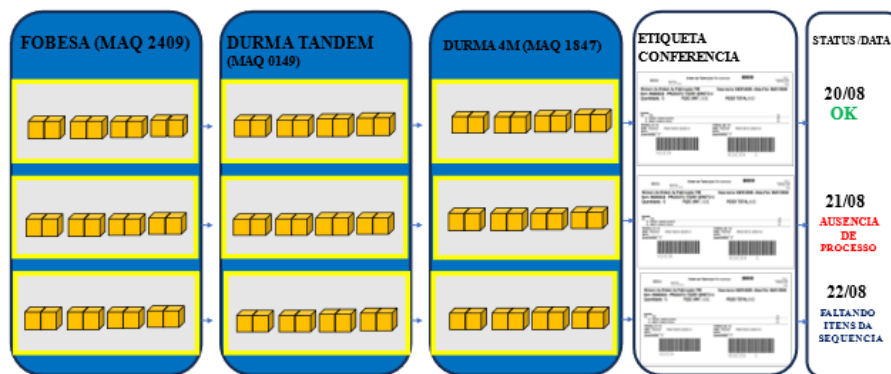
Esse padrão de sequenciamento tem total coerência com o com o *lead time* pois o sequenciamento das atividades de produção é conhecido, assim como o tempo de aquisição dos materiais e de produção gasto em cada atividade.

4.3 Possível Nova Metodologia de trabalho

Foi observado também uma nova possibilidade de melhoria nas coletas das OPs, enquanto são feitas as operações, cada sequência e data tenha seu lugar demarcado de acordo com as regras estabelecidas pelo 5S, seria de fundamental importância que cada item tenha um código de barras indicado o status da operação, se ela já está em produção ou não, evitando assim a perda de tempo, procurando peças dos lotes que muitas vezes já estão em seu destino

Ao analisar esse processo, desenvolvemos soluções que podem não só auxiliar e padronizar essa comunicação, mas também agilizar o processo de rotatividade de funcionários, já que às vezes são necessárias mudanças estratégicas para acomodar possíveis afastamentos e faltas, tornando assim mais fácil e rápido o processo de aprendizagem e treinamentos de novos colaboradores.

Figura 8- Possível Nova Metodologia de trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A proposta seria a de padronizar a área de entrada e trabalho do buffer e posicionar suportes com etiquetas de conferências de status com os processos existentes para aquela peça, determinando quais processos faltam para finalizar a mesma e quais processos ela deixou de passar. Os custos monetários seriam mínimos, pois a própria empresa já produz os atuais, apenas seria adaptado o novo design padronizado para o setor.

Aplicando esses métodos acreditamos que os colaboradores terão muito mais efetividade em seu trabalho, irá eliminar perda de tempos desnecessários com retrabalho de peças e procurando seu paradeiro com mais certeza e irá otimizar o procedimento, deixando-o cada vez mais autônomos.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Por meio do estudo realizado, considera-se que o objetivo foi alcançado, sendo ele a identificação das falhas de coleta sequenciamento de peças a serem dobradas e a idealização de melhorias para esse processo.

Acreditamos que com a implementação dos procedimentos sugeridos proporcionará à empresa melhorias no sistema de coleta e preparação das peças, os resultados obtidos com as modificações permitirão um processo mais eficiente do Buffer, permitindo a programação fazer o melhor aproveitamento do ferramental e alocações de OP, os resultados obtidos por meio das correções garantem a confiabilidade dos registros exibidos no sistema, garantem a relevância e precisão dos dados e auxiliam nos processos e na tomada de decisões.

Os dados obtidos para a realização deste trabalho correspondem a um período de cinco meses, devido ao curto período de investigação, para garantir a melhoria contínua do processo é de suma importância a aquisição de uma base de dados maior. O procedimento deve ser ainda mais explorado para ser aprimorado continuamente.

REFERÊNCIAS

- BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J.; COOPER, M.B. - **Supply chain logistics management**. 2^a ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2006. Acesso em: 02 out. 2023
- BRADFORD, M. **Modern ERP: Select, Implement, and Use Today's Advanced Business Systems**. 3^a ed. [S.l.]: Lulu.com, 2015. Acesso em: 02 out. 2023
- CARDOSO, D.; SOUZA, A. Sistemas ERP: Bons para a área de produção, ruins para a área financeira. In: **Encontro Nacional da Engenharia de Produção**. Anais. Salvador, 2001. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr91_0833.pdf> Acesso em: 02 out. 2023.
- 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. Acesso em: 02 out. 2023.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e Operação**. Prentice Hall, 2003.

Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/exatas/article/download/1763/1077/6200>>.

Acesso em: 06 out. 2023

CRAVO, Edilson. **Sistema MES: entenda o que é e para que serve**. 2023. Disponível em: <<https://blog.kalatec.com.br/sistema-mes/>>. Acesso em: 06 out. 2023.

ESCOBAR, J.; CARVALHO, M.; FREIRES, F. O uso de tecnologias para o processo de preparação de pedidos: implicações e proposições. **Produção Online**, v.15, n.1, p.188, 2015. <<http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i1.1743>>. Acesso em: 06 out. 2023.

FERRAMENTAL, Blog. Sistema MES: O que é e como funciona. 2020. Disponível em: <<https://www.revistaferramental.com.br/artigo/sistema-mes-o-que-comofunciona/>> Acesso em: 06 out. 2023.

GED, A. **Mundo integrado ao ERP**. Mundo da Imagem, n. 36, p. 2-6, nov./ dez. 1999. Disponível em: <<https://prod.org.br/article/doi/10.1590/S010365132005000100009>>. Acesso em: 06 nov. 2023.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIUNCHETTI, F. F. **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: 12 nov. 2023.

GONÇALVES, L.A. **Modelagem do processo de produção de álcool, baseada em indicadores, utilizando softwares transacionais, MES e automação industrial**. Orientador: Rubens Maciel Filho 2011.123p Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química

JABBOUR, A.; ALVES FILHO, A. **Tendências da área de pesquisa em estratégia de produção**. Sistemas e Gestão, v.4, n.3, p.238–262, 2010. Disponível em: <<https://www.revistasg.uff.br/sg/article/download/V4N3A4/V4N3A4/463>>. Acesso em: 08 out. 2023.

JACOBSEN, A. **Gestão por Resultados, Produtividade e Inovação**. Florianópolis, UFSC, 2009.

KOCH, C.; SLATER, D.; BAATZ, E. The ABCs of ERP. Disponível em <<https://www.prod.org.br/doi/10.1590/S0103-65132005000100009?lang=en>>. Acesso em: 08 out. 2023.

MARTINS, B. C. **Implantação do sistema MES no setor de acabamento em uma indústria do ramo madeireiro de médio porte**; Universidade do Planalto Catarinense; Curso

de Engenharia de Produção, Lages 2019. Disponível em:

<<https://repositorio.camporeal.edu.br/index.php/tccprod/article/download/353/118/>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

MATSUBARA, Rafael Yuji. **Redução de custos através do manufacturing execution system (MES) e sua integração com o enterprise resource planning (ERP)**. Orientador: Adriana Marotti de Mello 2014. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. USP, São Paulo, 146p., 2014. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde10032015200955/publico/RafaelYujimatsubaraVC.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2023.

NEVES, J.M.S. **Contribuições da implantação da tecnologia de informação MÊS – Manufacturing Execution System – para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura – estudo de caso Novelis Brasil Ltda.** 2011. Orientador Dr. Fernando Augusto Silva Marins. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 190p., 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/1574835-Jose-manoel-souza-das-neves.html>>. Acesso em: 08 nov. 2023.

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: 12 nov. 2023.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, J. M. Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso. In: **ENEGEP, Foz do Iguaçu, 2007**. Disponível em: <<https://www.volumetric.com.br/anexos/oe.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SKA, Blog. **Solução MES: O que é, como funciona e quais os benefícios**. 2023. Disponível em: <<https://www.ska.com.br/blog/mes-o-que-e-como-funciona/>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SOUZA, D. L. O. **Ferramentas de gestão de tecnologia: um diagnóstico de utilização nas pequenas e médias empresas industriais da região de Curitiba**. 2003. 120p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2003.

TAPPING, Don; SHUKER, Tom. **Lean Office: Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas**. 1ª ed. São Paulo, Leopardo Editora, 186p., 2010.

TRENTIN, Luciano. Manufatura enxuta: Contribuições para a obtenção da vantagem competitiva. **Revista Espacios**, [S.I.], v. 38, n. 9, p.1-10, 2 out. 2016. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n09/17380906.html>>. Acesso em:12 nov. 2023.

VARGAS; SELITTO. 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://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2161/1433>>. Acesso em:12 nov. 2023.

YANG, Zhixin; ZHANG, Pengbo; CHEN, Lei. RFID-enabled indoor positioning method for a real-time manufacturing execution system using OSELM. *Neurocomputing*, [s.l.], v. 174, p. 121-133, jan. 2016. Disponível em: <<https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html>>. Acesso em:15 nov. 2023.