

## IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM*: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO PARA EMPRESAS DO SETOR MOVELEIRO

## IMPLEMENTING THE SOFTWARE *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM*: PROPOSING A MODEL FOR COMPANIES IN THE FURNITURE SECTOR

Leandro Barboza Sodré\*  E-mail: [leandrobsodre@hotmail.com](mailto:leandrobsodre@hotmail.com)

Yuri Dias Hamdan\*  E-mail: [yuridh@outlook.com](mailto:yuridh@outlook.com)

Bianca Fogaça Moretto\*  E-mail: [biancafmoretto@gmail.com](mailto:biancafmoretto@gmail.com)

Fabio Antonio Sartori Piran\*  E-mail: [fpiran@unisinors.br](mailto:fpiran@unisinors.br)

\*Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS, Brasil.

**Resumo:** A indústria moveleira brasileira desempenha um papel importante na economia do país, sendo responsável pela fabricação de móveis em pequena, média ou grande escala. Esse segmento é o sexto maior produtor de móveis do mundo e exporta para 172 países em cinco continentes. Mesmo assim, a indústria moveleira brasileira enfrenta desafios em relação à sua competitividade global. Um desses desafios é a adaptação à Indústria 4.0, que traz novas tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), Impressão 3D (Três Dimensões), robótica avançada, *Big Data* e Inteligência Artificial (AI). Essas inovações possibilitam vantagens como o acompanhamento de dados em tempo real, automatização e integração de processos, aumentando ainda mais a produtividade. O MES (*Manufacturing Execution System*) é um *software* amplamente adotado em vários segmentos para gerenciar os processos produtivos no chão de fábrica. O objetivo deste estudo é criar um método para a implementação do *software* MES na indústria de móveis, dada a escassez de pesquisas acadêmicas e a demanda por soluções tecnológicas na área moveleira. Utilizou-se a *Design Science Research* (DSR), esta metodologia busca solucionar problemas e melhorar o ambiente de aplicação através da criação de artefatos, contribuindo assim para o avanço do conhecimento em tecnologia e ciência. A implementação do MES (*Manufacturing Execution System*) resultou em melhorias na geração de relatórios de paradas de máquinas, aumentando a precisão das informações e diminuindo o tempo de geração, proporcionando a oportunidade para um aumento na eficiência operacional.

**Palavras-chave:** MES. Eficiência. Indústria de Móveis. DSR. Artefato.

**Abstract:** The Brazilian furniture industry plays an important role in the country's economy, being responsible for the manufacture of furniture on a small, medium or large scale. This segment is the sixth largest furniture producer in the world and exports to 172 countries on five continents. Even so, the Brazilian furniture industry faces challenges in terms of its global competitiveness. One of these challenges is adapting to Industry 4.0, which brings new technologies such as the Internet of Things (IoT), 3D Printing (Three Dimensions), advanced robotics, Big Data and Artificial Intelligence (AI). These innovations enable advantages such as real-time data monitoring, automation and process integration, further increasing productivity. The MES (*Manufacturing Execution System*) is software that has been widely adopted in various industries to manage production processes on the shop floor. The aim of this study is to create a method for implementing MES software in the furniture industry, given the scarcity of academic research and the demand for technological solutions in the furniture sector. Design Science Research (DSR) was used. This methodology seeks to solve problems and improve the application environment through the creation of artifacts, thus contributing to the advancement of knowledge in technology and science. The implementation of MES (*Manufacturing Execution System*) resulted in

improvements in the generation of machine stoppage reports, increasing the accuracy of the information and reducing the generation time, providing the opportunity for an increase in operational efficiency.

**Keywords:** MES. Efficiency. Furniture Industry. DSR. Artifact.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da globalização, as indústrias enfrentam não apenas a concorrência local, mas também concorrentes situados em outros países. A concorrência é um elemento central na teoria da estratégia empresarial e é caracterizada por forças competitivas que devem ser enfrentadas (Porter, 2004). Neste contexto, as empresas que almejam manter sua competitividade precisam buscar constantemente maneiras de otimizar seus processos, reduzir custos e aumentar a produtividade (Younus *et al.*, 2010).

A Indústria 4.0 gerou uma nova forma de competição entre as organizações, levando a busca por soluções fundamentais para melhorar a qualidade, o desempenho e a agilidade em seus processos e produtos. Assim, o Sistema de Execução de Manufatura tornou-se uma ferramenta indispensável para auxiliar as empresas nesse processo (Lima; Gomes, 2020).

O Brasil está inserido em um ambiente global altamente competitivo no contexto industrial. A indústria brasileira desempenha um papel importante na economia global e enfrenta desafios para se manter competitiva em um mundo globalizado e em constante mudança (Portal da Indústria, 2014). A participação do Brasil na produção mundial da indústria de transformação caiu de 1,21% em 2021 para 1,20% em 2022. Isso fez com que o Brasil mantivesse a 16ª posição no *ranking* dos maiores produtores industriais do mundo (Portal da Indústria, 2023).

A indústria moveleira brasileira desempenha um papel importante na economia do país, sendo responsável pela fabricação de móveis em pequena, média ou grande escala. Esse segmento em 2021 faturou R\$ 79,76 bilhões, contatando com 17.954 indústrias e é o responsável pela geração de cerca de 275 mil empregos diretos e indiretos. Além de ser o responsável pela sexta maior produção mundial de móveis. (Abimóvel, 2021).

Mas a indústria moveleira brasileira enfrenta desafios em relação à sua competitividade global. Um desses desafios é a adaptação à Indústria 4.0, que traz novas tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), Impressão 3D, robótica avançada, *Big Data* e Inteligência Artificial (AI). Essas inovações possibilitam

vantagens como o acompanhamento de dados em tempo real, automatização e integração de processos, aumentando ainda mais a produtividade (HORAK *et al.*, 2022).

O MES (*Manufacturing Execution System*) é um *software* amplamente adotado em vários segmentos da indústria para gerenciar os processos produtivos no chão de fábrica. Ele fornece uma visão abrangente das atividades do chão fabril e auxilia os gestores a tomar decisões mais assertivas (Souza *et al.*, 2021).

Um estudo recente descreveu uma abordagem baseada em modelos para o desenvolvimento de um sistema MES personalizado para a indústria de alimentos e bebidas (Chen *et al.*, 2021). Esta abordagem apresentou uma redução na complexidade das implementações do MES em termos de programação e personalização. O objetivo principal da pesquisa foi avaliar a viabilidade e praticidade do *software* através de dois casos, um na área de processamento e outro na área de embalagem, áreas estas que são fundamentais na indústria de alimentos e bebidas. Como resultado, foi demonstrado que a abordagem baseada em modelos pode ser utilizada para projetar o MES para atender a diferentes requisitos, permitindo a personalização do sistema gerado (Chen *et al.*, 2021).

Outro artigo publicado recentemente propôs uma arquitetura global para uma fábrica digital sustentável, combinando o método e a tecnologia da tabela intermediária e estudando a implementação de um armazém automatizado baseado na integração de ERP (*Enterprise Resource Planning*) e WMS (*Warehouse management system*) (Tong *et al.*, 2023). Uma fábrica digital sustentável é a principal forma de alcançar a manufatura inteligente, com o MES atuando como o cérebro e o núcleo central. A empresa adota tecnologias inteligentes e avançadas de informação para construir e implementar a plataforma do *software* MES, permitindo uma gestão refinada e produção ágil para atender às demandas personalizadas do mercado (Tong *et al.*, 2023).

Outra pesquisa apresentou um projeto que gera dados de características através da implementação de controle de qualidade na produção de componentes de fibra de carbono para aeronaves (Zörrer *et al.*, 2019). Para apoiar o processo de tomada de decisão relacionado a características específicas, foi proposto um sistema híbrido extensível de apoio à decisão. Esse sistema combina *software* para visualização de processos baseados em dados 3D (Três Dimensões) de recursos específicos, que suportam a execução de decisões de retrabalho, e um *cockpit* de

análise de negócios baseado na *web*. O *cockpit* apresenta visualmente os dados gerados por uma ferramenta de modelagem de simulação para várias estratégias de retrabalho, bem como dados do MES (Zörrer *et al.*, 2019).

Considerando a carência de registros acadêmicos sobre o uso do *software* MES na indústria moveleira e a demanda por soluções tecnológicas nesse setor, este artigo tem como objetivo desenvolver um método para implementar o MES em empresas moveleiras. Para isso, serão utilizados como base estudos bem-sucedidos sobre esse tema, agregando novos conhecimentos para adaptar essa tendência tecnológica ao setor moveleiro.

Este estudo é organizado em seis seções principais. Primeiro, a introdução apresenta o contexto e os objetivos da pesquisa. Em seguida, o referencial teórico reforça os conceitos aplicados ao artefato. O procedimento metodológico apresenta a base para o desenvolvimento da pesquisa. A análise e discussão dos resultados obtidos são apresentadas em seguida. Por fim, a conclusão resume as principais descobertas e implicações do estudo. As referências utilizadas para a construção do artigo são listadas no final.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Tecnologia da informação na indústria**

A Tecnologia da Informação (TI) tem sido fundamental para impulsionar o crescimento da Gestão da Informação, uma área de crescente interesse. A economia moderna é marcada por novos esquemas operacionais e uma integração sem precedentes das cadeias de valor, mudando completamente os conceitos de projeto, fabricação e distribuição de produtos. Além disso, a distinção entre produtos e serviços está se tornando cada vez mais sutil. Isso aumenta a necessidade de um gerenciamento eficiente da informação para que as empresas possam competir com sucesso em um ambiente em constante mudança (Monteiro; Duarte, 2018).

A Inovação Tecnológica tem se destacado nos últimos anos e está ligada à discussão estratégica sobre o futuro da empresa e sua reformulação em termos do impacto das inovações nos sistemas de produção e logística. O desenvolvimento de novas Tecnologias da Informação e a criação de novos canais de informação têm sido

fundamentais para a integração da economia global e para a mudança de muitos conceitos relacionados à produção (Kenski, 2022).

Na área de Produção, é crucial que as informações do chão de fábrica sejam gerenciadas adequadamente para evitar problemas. Se as informações não forem gerenciadas corretamente, pode ser difícil recuperá-las para consultas, o que pode resultar em decisões baseadas em informações desatualizadas ou imprecisas. Além disso, se as informações não estiverem prontamente disponíveis, poderão ocorrer atrasos e pode ser necessário um esforço adicional para obtê-las. Isso ressalta a importância da gestão da Informação na área de produção (Rodrigues; Blattmann, 2014).

Atualmente, existem várias técnicas e ferramentas para coletar, gerenciar e armazenar informações do chão de fábrica, como o registro manual, o uso de sensores em equipamentos de produção e coletores de dados. No entanto, muitas vezes essas técnicas e ferramentas são usadas de forma isolada, apenas para controle local sem uma conexão estreita com o processo de Administração da Produção ou com integrações limitadas (Bochi, 2008).

As empresas estão procurando soluções que integrem várias tecnologias e ferramentas para garantir que as informações do chão de fábrica atendam às suas necessidades de competitividade. Isso pode envolver a integração de *softwares* de gerenciamento de informações com *softwares* de produção e logística para garantir que as informações sejam compartilhadas e usadas de maneira eficaz em toda a empresa (Bochi, 2008).

Existem vários tipos de *softwares* de informação, como *softwares* de informações gerenciais, *softwares* de apoio à decisão e *softwares* de informações executivas. O MES e o ERP são dois exemplos desses tipos de *softwares*, sendo identificados como o segundo e o terceiro tipo, respectivamente (Padilha; Marins, 2005).

Embora os sistemas ERP possam parecer abrangentes e capazes de integrar toda a empresa, pesquisas têm mostrado que existe uma lacuna entre os ERPs e o chão de fábrica. Isso significa que os ERPs podem não ter funcionalidades para suportar atividades que ocorrem no ambiente operacional. Uma solução para esse problema é o *software* MES, que possui funcionalidades específicas para suporte ao controle e gestão da produção (Padilha; Marins, 2005).

## 2.2 ERP (*Enterprise Resource Planning*)

O *Enterprise Resource Planning* é um *software* que integra as diferentes funções da empresa para criar operações mais eficientes, integrando os dados-chave e a comunicação entre as áreas da empresa e fornecendo informações detalhadas sobre suas operações (Mendes; Escrivão Filho, 2002). O objetivo do ERP é integrar os processos de negócio da empresa e apoiar decisões estratégicas, abrangendo várias entidades de negócios, integrando a cadeia de suprimentos de fornecedores a clientes e buscando melhorar a competitividade das organizações empresariais (Mendes; Escrivão Filho, 2002). Esta ferramenta impõe sua própria lógica à estratégia, cultura e organização da empresa e é desenvolvido para refletir as melhores práticas de negócio, embora compita ao cliente definir qual é a melhor prática para sua empresa (Davenport, 1998). O ERP permite à empresa automatizar e integrar a maioria de seus processos, compartilhar práticas e dados comuns e disponibilizar informações em tempo real, sendo visto como uma solução para acabar com programas isolados que produzem informações de baixa qualidade (Mendes; Escrivão Filho, 2002).

O *software* fornece informações geradas a partir do processo operacional para otimizar o dia a dia da empresa, permitindo um planejamento estratégico mais seguro e garantindo flexibilidade para evoluir. Isso significa que o ERP pode ajudar a empresa a tomar decisões mais assertivas e a se adaptar às mudanças do mercado (Mendes; Escrivão Filho, 2002). Além disso, possibilita um fluxo único, contínuo e consistente de informações em toda a organização, utilizando uma única base de dados. É um instrumento para melhorar os processos de negócio, orientado por esses processos e não pelas funções e departamentos da empresa. Com informações on-line em tempo real, o ERP permite visualizar as transações efetuadas pela empresa e desenhar um amplo cenário de seus processos de negócios (Mendes; Escrivão Filho, 2002).

O *software* é composto por módulos que atendem às necessidades de informação para tomada de decisão em todos os setores da empresa. Esses módulos são integrados entre si e utilizam uma base de dados única e não redundante. Os ERPs podem ser vistos como uma evolução do MRP II (*Material Requirements Planning II*), pois controlam tanto os recursos utilizados na manufatura quanto os demais recursos da empresa (Corrêa; Glanesi; Caon, 2007). Além disso, são teoricamente capazes de integrar a gestão da empresa e agilizar a tomada de decisão.

Podem ser adaptados a qualquer empresa e permitem o monitoramento em tempo real (Wood, 1999). Esses *softwares* surgiram da confluência de fatores como a integração de empresas transnacionais exigindo tratamento único e em tempo real da informação, a tendência de substituição de estruturas funcionais por estruturas ancoradas em processos e a integração dos vários sistemas de informação em um único sistema (Wood, 1999).

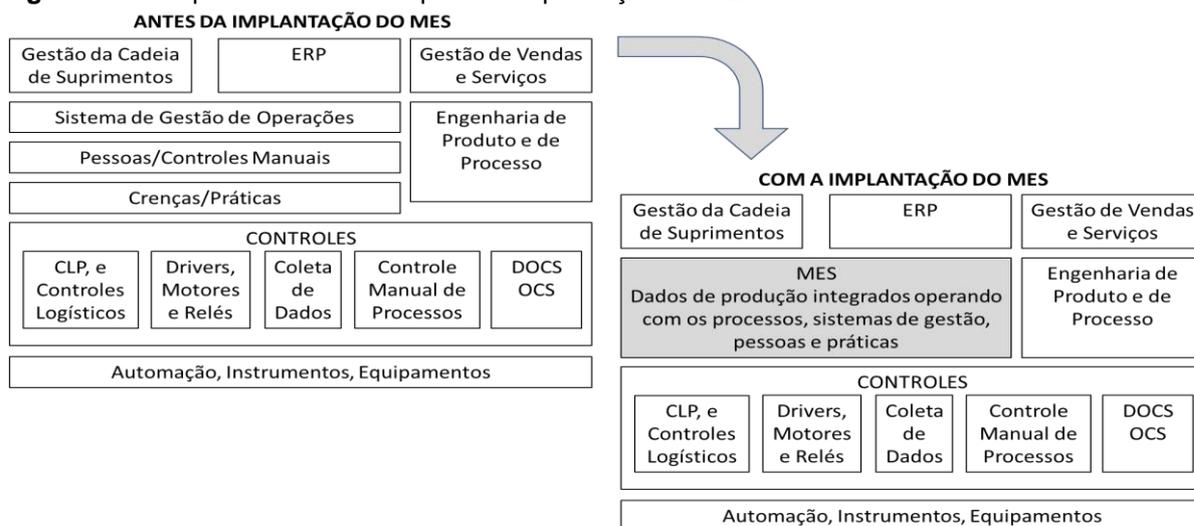
O *software* ERP tem como objetivo fornecer informações gerenciais necessárias aos tomadores de decisão em uma organização e auxiliar na eficiência das operações (Law; Ngai, 2007). Um dos motivos que levaram diversas empresas a adotar o ERP foi a possibilidade de integrar todas as áreas e setores funcionais, compartilhando uma mesma base de dados e administrando de maneira eficiente e efetiva os recursos de negócios (Aloini; Dulmin; Mininno, 2007).

Este *software* proporciona soluções que melhoram a eficiência, qualidade e produtividade da empresa, aumentando a satisfação dos clientes (Mendes; Escrivão Filho, 2002). O diferencial do ERP é sua capacidade de integração, diminuindo as lacunas ao longo da cadeia produtiva, controlando a empresa como um todo e proporcionando atualização tecnológica (Schmitt, 2004; Souza, 2000).

### **2.3 MES (*Manufacturing Execution System*)**

O *Manufacturing Execution System* entrega a informação que permite a otimização das atividades de produção desde a emissão da ordem de produção até o produto acabado (Mesa International, 1994). Usando dados atualizados e precisos o MES guia, responde e relata as atividades do chão de fábrica assim que ocorrem. A resposta rápida resultante às mudanças de quaisquer condições operacionais, acoplada com um foco em reduzir as atividades sem valor agregado, dirige efetivamente as operações e processos de uma empresa. O MES aumenta o retomo sobre ativos da produção bem como os giros de estoque de produtos acabados, margem bruta e desempenho de fluxo de caixa. Além disso, proporciona informação crítica para a missão da empresa sobre as atividades de produção através de toda a organização e cadeia de suprimentos via comunicações bidirecionais e em tempo real, conforme mostra a Figura 1.

**Figura 1** – Comparativo antes e depois da implantação do MES



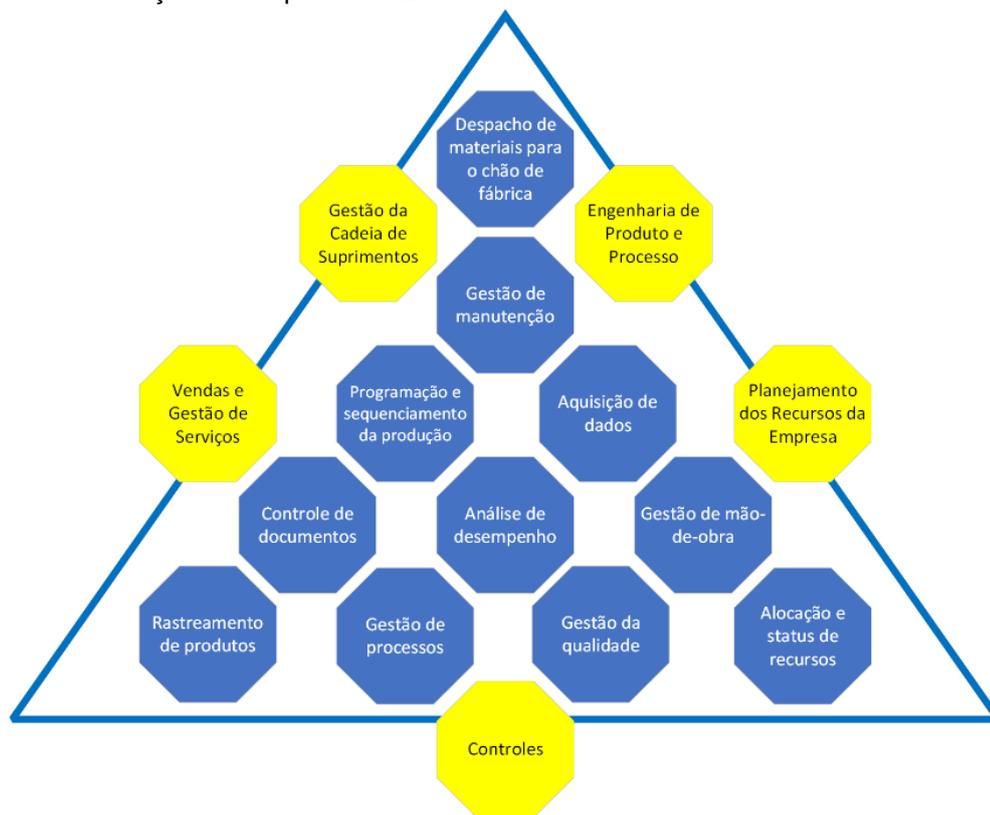
**Fonte:** Adaptado pelos autores de MESA INTERNACIONAL (1997).

Muitas fábricas têm sistemas de informação na produção que funcionam manualmente e baseados em documentos do chão de fábrica, enquanto outras áreas da empresa possuem *softwares* automatizados. A Figura 1 mostra que o MES é um conjunto de funcionalidades sob a forma de *software* e *hardware* que trabalha integrado com os sistemas de informações e de gestão de negócios, pessoas e práticas para apoiar a excelência em operações (Mesa Internacional, 1997).

O crescimento do mercado deste *software* surgiu da necessidade de criar um nível intermediário entre os sistemas ERP e o chão de fábrica. Os *softwares* MES têm como objetivo aumentar a dinâmica dos sistemas de planejamento da produção, como o MRP II, e conseqüentemente dos sistemas ERP, que não seriam capazes de lidar com aspectos como o andamento de uma ordem em progresso e restrições de capacidade de curtíssimo prazo (Corrêa; Glanesi; Caon, 2007).

O MES é um dos *softwares* de informação mais utilizados em empresas de manufatura norte-americanas e europeias. A integração entre o MES e o ERP é fundamental para obter os benefícios plenos de ambos os *softwares* (Mesa Internacional, 1997). Uma manufatura apresenta várias atividades e métricas para avaliar seu desempenho e possibilitar sua administração. Este sistema tem onze funções representadas pelos octógonos azuis, que apoiam, guiam e rastreiam as seguintes atividades primárias: Gestão da Cadeia de Suprimentos, Vendas e Gestão de Serviços, Engenharia de produto e Processo, Planejamento dos Recursos da Empresa e Controles (Mesa Internacional, 1997), conforme a Figura 2.

**Figura 2** – As 11 Funções Principais do MES



**Fonte:** Adaptado pelos autores de Mesa Internacional (1997).

Além de trabalhar em conjunto com o ERP, o MES também ajuda a melhor utilizar suas funcionalidades. Coleta e acumula informações do chão de fábrica e as realimenta para o *software* de planejamento (Corrêa; Glanesi; Caon, 2007). Além de desempenhar dois papéis: controlar a produção, comparando o que foi produzido com o que estava planejado e permitindo ações corretivas em caso de não coincidência; e liberar as ordens de produção, detalhando a decisão de programação da produção definida pelo MRP e definindo os centros produtivos e a sequência das operações a serem realizadas. Isso permite saber exatamente a capacidade do chão de fábrica dentro de um determinado horizonte de planejamento (Corrêa; Glanesi; Caon, 2007).

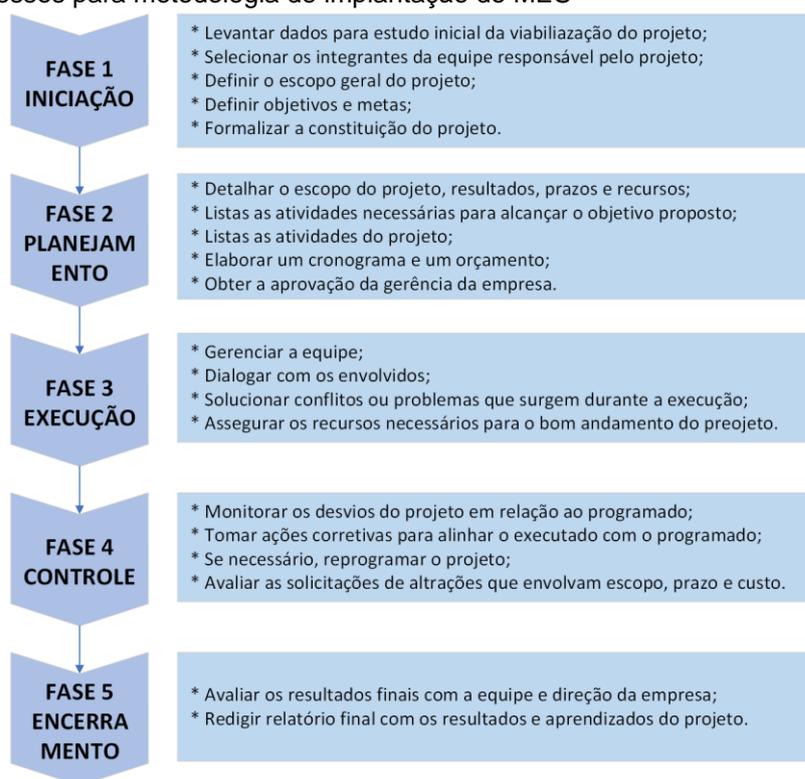
Outros benefícios de sua utilização são, a redução do *lead time*, menores níveis de estoque, redução do tempo de ciclo, aumento da qualidade, maior produtividade dos colaboradores, apoio à tomada de decisão, retorno sobre investimento, redução dos custos operacionais, melhor atendimento ao cliente (Mesa Internacional, 1997).

Mesmo com um bom planejamento, a realidade nem sempre ocorre conforme o esperado. Erros de previsão, problemas de qualidade, gargalos de capacidade, quebras, falhas de comunicação e ineficiências podem prejudicar os melhores planos e afetar o desempenho da produção. Os *softwares* ERP geralmente não conseguem

detectar esses problemas antes que eles ocorram e nem sempre atendem às necessidades da organização em relação a informações de prevenção e correção (Corrêa; Glanesi; Caon, 2007).

A Figura 3 mostra os processos de um método baseado no Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK), para implementar o *software* MES através de cinco fases. Na primeira, faz-se um estudo de viabilidade, seleciona-se a equipe, define-se o escopo, os objetivos e as metas, e formaliza-se a constituição do projeto. Na segunda, detalha-se o escopo, os resultados, os prazos e os recursos do projeto, lista-se as atividades necessárias e elabora-se um cronograma e um orçamento para a aprovação da gerência. Na terceira, lidera-se a equipe, comunica-se com os envolvidos, soluciona-se conflitos ou problemas e assegura-se os recursos para o sucesso do projeto (Andreazza; Bertéli, 2020; Pmi, 2021).

**Figura 3** – Processos para metodologia de implantação do MES



**Fonte:** Adaptado pelos autores de Andreazza e Bertéli (2020).

Na quarta, monitora-se o projeto para detectar e corrigir desvios, reprograma-se o projeto se preciso e avalia-se as solicitações de alterações que impactem o escopo, o prazo e o custo. Na quinta, avalia-se o projeto com a equipe e a direção,

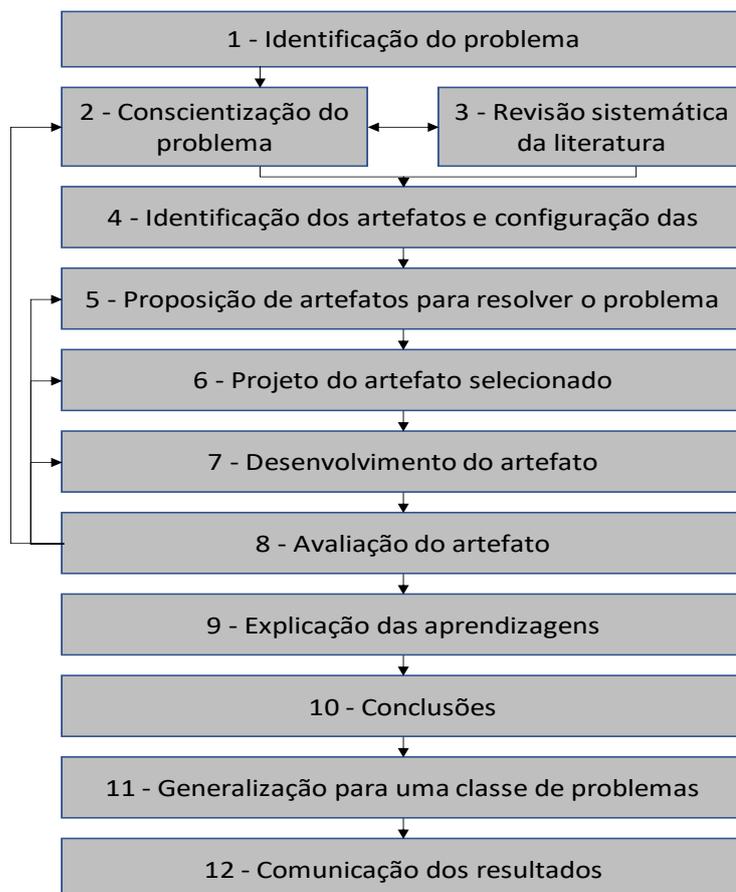
verifica-se se os resultados atingiram os objetivos e metas e redige-se um relatório final com os resultados e aprendizados.

### 3 PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS

#### 3.1 DSR (*Design Science Research*)

Para realizar esta pesquisa, foi utilizada a *Design Science Research* (DSR), uma metodologia de pesquisa que busca melhorar o conhecimento humano através da criação de artefatos inovadores. Essa abordagem busca aprimorar o conhecimento em tecnologia e ciência através da criação de artefatos que resolvem problemas e melhoram o ambiente em que são aplicados (Pacheco Lacerda *et al.*, 2013). A DSR é dividida em doze etapas, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Etapas da *Design Science Research*



Fonte: Adaptado pelos autores de (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015).

### 3.2 Método de trabalho

Este estudo segue as doze etapas estabelecidas pela DSR, iniciando pela primeira etapa, com a identificação do problema de pesquisa, a partir da seguinte pergunta: “como desenvolver um método para implementar o *software* MES (*Manufacturing Execution System*) em empresas do setor moveleiro?” Esse questionamento foi elaborado após identificar a carência de registros acadêmicos sobre o uso do *software* MES na indústria moveleira e a demanda por soluções tecnológicas nesse setor, além da grande competitividade desse segmento, inclusive no contexto global.

Na segunda etapa, com o objetivo de justificar a escolha do tema, foram pesquisados conceitos anteriores de autores reconhecidos sobre o *software* MES e assuntos relacionados. Devido à correlação direta, foram apresentados conceitos sobre a Tecnologia da Informação na indústria e conceitos do sistema ERP.

Na terceira etapa, é conduzida uma revisão sistemática da literatura. A busca inicial por estudos acadêmicos existentes sobre a aplicação de métodos em empresas do setor moveleiro não obteve sucesso. Então, uma nova rodada de pesquisas foi realizada nas mesmas bases de dados anteriores (EBSCO *Host*, Google Acadêmico e *ScienceDirect*), usando os termos de busca “Sistema MES” e “*Manufacturing Execution System*”. Foram encontrados 40 estudos e, após uma triagem cuidadosa a partir da leitura dos resumos, introdução e procedimentos metodológicos, a revisão sistemática da literatura selecionou 24 artigos, 01 tese, 01 dissertação e 05 livros, utilizados na pesquisa.

Na quarta etapa, os artefatos anteriores a esta pesquisa são identificados para aprimorar o entendimento sobre o *software* MES. Os métodos foram analisados para serem executados. Durante a revisão da literatura, pontos cruciais dos métodos estudados foram avaliados. Com o auxílio de figuras e quadros, esses métodos foram apresentados de maneira compreensível, permitindo sua utilização e adaptação à realidade do problema enfrentado pela organização.

Na quinta etapa, propõe-se a criação de artefatos para solucionar um problema específico. Nela o observador deve, com base no conteúdo pesquisado, identificar a solução mais adequada para a implementação do artefato, levando em conta os conhecimentos e habilidades adquiridos (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). Assim, é

possível propor procedimentos para solucionar o problema de acordo com a necessidade atual.

Na sexta fase, o design do artefato selecionado é abordado. Utilizando os fundamentos da etapa anterior, um novo método é desenvolvido, onde a ideia dos autores é aprimorada com o auxílio das ferramentas apresentadas. O novo artefato, em conjunto com a revisão da literatura, tem como objetivo aprimorar a organização. Um método para a implementação do *software* MES em empresas do setor moveleiro foi estudado, com um fluxograma que guia o processo de implementação através de várias etapas e decisões. O objetivo da empresa deve estar em sintonia com o artefato em estudo.

Na sétima etapa, o desenvolvimento do artefato ocorre, alinhado sua idealização. A construção do artefato adequado para resolver o problema em questão é feita a partir da revisão da literatura e das pesquisas de campo. A oitava etapa envolve a validação do artefato, onde a performance do artefato estudado é verificada (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). A primeira versão do estudo será avaliada por três especialistas, que serão apresentados no Quadro 1 a seguir. O objetivo desta avaliação é obter contribuições e opiniões para o aprimoramento do artefato.

**Quadro 1** – Especialistas avaliadores do artefato inicial

<b>PROFISSIONAL</b>	<b>CITAÇÃO</b>	<b>ATRIBUIÇÕES</b>
Especialista 1	E1	Gestor de engenharia de projetos, produtos e processos de uma empresa moveleira.
Especialista 2	E2	Especialista de implementação de <i>software</i> MES.
Especialista 3	E3	Professor acadêmico do curso de Engenharia de Produção da UNISINOS.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Na nona etapa, as aprendizagens são explicitadas. Assim, considerando que o artefato alcançou seu objetivo, nesta etapa são apresentados os resultados obtidos a partir da pesquisa do artefato, que servirão como referência para futuras consultas, estudos e projetos com o mesmo foco. Na décima fase, a conclusão do artigo é apresentada, revelando os resultados do estudo realizado, bem como a exposição das limitações encontradas e sugestões para o futuro.

Na décima primeira etapa, ocorre a generalização para uma classe de problemas. Isso significa que o conhecimento adquirido em uma situação específica permite que o artefato desenvolvido seja aplicado ao longo do tempo em outras

organizações com situações semelhantes, tornando-se assim uma ferramenta útil e de grande importância (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Na etapa final, a comunicação do artefato é desenvolvida, divulgando os resultados alcançados com o trabalho finalizado.

#### **4 ANÁLISE DE RESULTADOS**

Este trabalho foi realizado tendo como base uma indústria moveleira de grande porte, localizada no Rio Grande do Sul. Sua planta conta com aproximadamente 2,5 mil colaboradores e atende o mercado nacional, além de, América Latina, Reino Unido, Estados Unidos, entre outros países. Suas principais linhas de produtos são: estofados, colchões, camas, espumas e móveis. No entanto, o formato para implementação desta pesquisa é flexível, podendo ser utilizado em diversos outros setores que possuam maquinário produtivo. A versão inicial do artefato baseou-se nos grupos de processos de gestão de projetos, sugeridos pelo PMBOK, denominados no artefato como, Diagnóstico do Cenário Atual, Avaliações de Soluções de Mercado, Planejamento de Teste e Execução de Teste.

A partir da versão inicialmente desenvolvida, houve uma discussão com os especialistas mencionados no Quadro 1, avaliando a consistência e relevância do estudo no contexto atual das empresas. No entanto, alguns pontos foram revisados, melhorados e ajustados em uma sequência que correspondesse à realidade industrial. Demonstrado na Figura 5, foram adicionados os principais objetivo, levando em consideração a aplicação bem-sucedida do artefato.

Na discussão com o especialista E3, foi mencionada a necessidade de incluir a sub etapa de definição de escopo antes de se reunir com a empresa escolhida, isso na etapa de planejamento de teste. Outra modificação realizada a partir da discussão com o especialista E1, foi definir claramente os objetivos de implementação do *software*, ou seja, deixar explícito quais problemas serão resolvidos com a aplicação dessa metodologia. O especialista E2 sugeriu separar as sub etapas de instalação e de parametrização. Segundo ele, em suas experiências de implementação do *software* em várias empresas, obteve-se mais sucesso neste formato. Assim, foi construída a versão final do artefato conforme a Figura 5.

**Figura 5 – Versão Final do Artefato**



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

O artefato desenvolvido pode ser resumido como um processo composto por quatro etapas principais. Cada uma dessas etapas é crucial para a eficácia do artefato e envolve uma série de decisões por parte dos envolvidos. As etapas são as seguintes:

- Diagnóstico do cenário atual: esta etapa envolve uma análise detalhada do ambiente atual;
- Avaliação de soluções de mercado: aqui, diferentes soluções disponíveis no mercado são avaliadas para determinar a mais adequada;
- Planejamento de teste: esta etapa envolve a elaboração de um plano de teste abrangente;
- Execução de teste: finalmente, o teste é realizado de acordo com o plano estabelecido.

Cada uma dessas etapas principais se desdobra em várias sub etapas, formando um processo complexo e interconectado. A seguir, são detalhadas cada uma dessas etapas e suas respectivas sub etapas de maneira sequencial.

#### **4.1 Diagnóstico do cenário atual**

A primeira etapa do processo envolve a formação de um comitê diversificado, composto por indivíduos com experiência e conhecimento relevantes da unidade de negócio. O objetivo principal deste comitê é avaliar o cenário atual em relação aos objetivos que se pretende alcançar com a implementação do *software* MES.

Os objetivos motivadores para a implantação do *software* MES, definidos neste estudo de caso, incluem:

- apontamentos confiáveis de peças;
- apontamentos confiáveis de paradas;
- rastreabilidade das peças;
- indicador e lead time de cada ordem;
- desvios de tempo entre previsto e realizado de ordens;
- cenário de planejamento e custos mais confiável;
- agilizar tomadas de decisão;
- aumento de eficiência operacional.

É importante enfatizar que os objetivos estabelecidos por uma organização não são estáticos e podem ser ajustados conforme as metas e aspirações da empresa. Essa flexibilidade é fundamental para garantir que a empresa possa se adaptar às mudanças nas condições de mercado, às demandas dos clientes e a outros fatores externos que possam influenciar suas operações.

Após a definição desses objetivos, o comitê deve criar uma matriz de avaliação do cenário atual em relação a esses objetivos. Para isso, sugere-se a utilização do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Este método auxiliará o comitê na tomada de decisões, permitindo uma avaliação individual de cada participante em relação aos objetivos, tendo em vista o cenário atual da empresa (Piran; Lacerda; Camargo, 2018).

A utilização do método AHP requer a definição prévia do peso de cada objetivo, que deve ser estabelecido de forma hierárquica, do mais importante para o menos importante (Piran; Lacerda; Camargo, 2018).

Com essas definições em mãos, o comitê pode então avaliar o cenário atual em relação aos objetivos de uma implementação do MES. Após a consolidação de todas as avaliações individuais em uma única planilha, os resultados são apresentados aos membros do comitê. Com base nesses resultados, o comitê decide se prossegue para a próxima etapa, caso o cenário atual seja insatisfatório, ou se encerra o projeto, caso a avaliação seja satisfatória.

#### **4.2 Avaliação de soluções de mercado**

Essa etapa começa após o comitê do projeto avaliar de forma insatisfatória os objetivos propostos, considerando a situação atual da empresa. A insatisfação ocorre quando o comitê percebe que os objetivos propostos não estão sendo totalmente atingidos, o que abre a possibilidade de avaliar soluções de mercado para o *software* MES (*Manufacturing Execution System*).

A primeira tarefa desta segunda etapa é realizar uma pesquisa de mercado buscando empresas com soluções de *software* MES, segundo o especialista E2, é recomendável a análise de 3 a 5 empresas para uma boa avaliação.

Após essa definição das empresas que irão participar da avaliação, deve-se criar uma matriz para avaliar cada uma dessas empresas de acordo com alguns critérios. Para esta avaliação, também é recomendado o método AHP já apresentado na primeira etapa, e nele conforme já abordado, é necessário a definição de pesos para todos os critérios.

Conforme sugestão do especialista E3, segue abaixo critérios a serem avaliados nesta sub etapa:

- manutenção e suporte técnico;
- integração de hardware e software;

- segurança dos dados;
- capacidade de escalabilidade;
- integração com ERP;
- relatórios objetivos;
- controle de qualidade;
- custo do *software*;
- infraestrutura física e tecnológica necessária.

Após definição desses critérios e pesos, deve ser marcada reunião com cada empresa pré-escolhida para apresentação de cada plataforma, nestas reuniões o comitê deve avaliar cada empresa em relação aos critérios. Após todas as reuniões e avaliações individuais, os dados são consolidados em uma única planilha e os resultados apresentados para uma tomada de decisão da empresa escolhida para testar o *software*.

### **4.3 Planejamento de teste**

Nesta etapa a primeira tarefa é a definição do escopo do teste a ser realizado, sugere-se que sejam escolhidas poucas máquinas inicialmente, de 5 a 10. Após isso deve-se marcar uma reunião local com a empresa escolhida, nesta reunião deve ser apresentada o escopo do teste e os objetivos que a empresa deseja alcançar com o teste a ser realizado. Nesta reunião é recomendável ajustar o escopo usando a expertise da empresa com a solução a ser testada.

Nesta mesma reunião são alinhadas as etapas que devem ser realizadas e montado um cronograma com ações, prazos e responsáveis. Após todo esse alinhamento entre comitê e o parceiro com a solução de MES escolhido, deve ser realizada uma reunião de apresentação para os principais envolvidos da produção com o objetivo de buscar engajamento.

Então após todas as reuniões de alinhamento, a parte prática se inicia com as instalações físicas, tais como:

- fiações elétricas;
- fiações de rede;
- antenas *WI-FI*;
- instalação de IOTs;

- dispositivos para apontamentos;
- placas de captação de pulsos.
- então se inicia a parametrização do *software* com:
- criação de logins de acesso;
- inserção sistêmica das máquinas e serem testadas;
- verificação e ajuste do recebimento dos pulsos elétricos;
- cadastro de motivos de paradas de máquinas;
- cadastro de tempo produtivo.

Após tudo isso é realizado um treinamento com todos os usuários, iniciando por quem irá administrar o *software* na parte interna da empresa e esta pessoa irá treinar os usuários das máquinas, ensinando a interagir com o *software* fazendo apontamentos.

#### **4.4 Execução do Teste**

A execução do teste é iniciada pelo administrador interno do *software*, com o suporte do responsável técnico da empresa que fornece o *software* escolhido. Nesta fase, é realizada uma verificação diária para garantir que os dados gerados pelos dispositivos IoT (Internet of Things) e registrados no banco de dados estão corretos.

Se os dados não estiverem coerentes, é necessário fazer ajustes nas parametrizações ou até mesmo refazê-las completamente. É recomendável que os usuários envolvidos no teste sejam treinados novamente, a fim de esclarecer quaisquer dúvidas que possam ter em relação aos apontamentos ou a possíveis interferências físicas nos dispositivos IoT.

Se os dados estiverem coerentes, o processo avança para a próxima sub etapa, que envolve a gestão dos dados. Nesta fase, são definidas ações para reduzir as principais paradas de cada máquina. A partir daí, inicia-se um ciclo de gestão para verificar se as ações implementadas resultam em um aumento da eficiência operacional. Se não houver melhoria, é necessário insistir nas ações existentes ou propor novas ações e verificar novamente se elas produzem o efeito desejado.

Após a confirmação do aumento da eficiência operacional, o administrador deve consolidar os dados do período de teste e calcular uma previsão de ganhos. Esta previsão deve ser apresentada à direção da empresa para que seja tomada uma

decisão sobre se o processo de teste deve ser implementado em outras máquinas, caso os resultados sejam satisfatórios, ou se a empresa deseja encerrar o teste.

## 5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O trabalho desenvolvido apresenta contribuições acadêmicas e gerenciais. Por exemplo, Saenz de Ugarte *et al.* (2009), ressaltam que a adoção do *software* de Execução de Manufatura (MES) é um processo de mudança organizacional que deve ser devidamente gerenciado pelas empresas para garantir uma implementação bem-sucedida. Além disso, eles sublinham a necessidade de integrar as novas funcionalidades, serviços e operações proporcionados pelo MES aos processos e práticas comerciais já estabelecidos. Assim, o artefato desenvolvido desempenha um papel crucial ao auxiliar empresas que estão buscando implementar uma solução MES de mercado, mas se encontram incertas sobre como iniciar esse processo. Ele fornece um roteiro claro e estruturado, orientando as empresas através de cada etapa do processo de implementação. Isso inclui a identificação das necessidades específicas da empresa, a seleção da solução MES mais adequada, a configuração e personalização da solução para atender a essas necessidades, e finalmente, a implementação e teste da solução no ambiente da empresa. Ao seguir este método, as empresas podem ter a confiança de que estão tomando as decisões corretas e maximizando o valor de seu investimento em uma solução MES de mercado.

Adicionalmente, Boiko *et al.* (2020), debatem a importância da conexão entre os subsistemas de informação de manufatura já existentes para formar um Sistema de Informação Empresarial completo. Eles sugerem métodos para a fusão de dados MES/ERP e recomendam a implementação de interfaces externas que possam abranger algumas funcionalidades MES/ERP. O estudo desenvolvido não alcançou esta etapa, no entanto, muitas soluções de mercado oferecem a opção de integrar ambos os sistemas. Isso permite um controle de previsão e realização dos tempos das ordens de fabricação, possibilitando assim, o gerenciamento eficaz e o cumprimento de um objetivo crucial: a obtenção de um cenário de planejamento e custos mais confiável.

De acordo com Mesa International (1997), o Sistema de Execução de Manufatura (MES) é uma ferramenta essencial que fornece dados vitais sobre as atividades de produção em toda a estrutura organizacional e ao longo da cadeia de

suprimentos, por meio de comunicações bidirecionais e em tempo real. Enquanto muitas instalações industriais ainda operam sistemas de informação baseados em documentos e manuais, o MES se destaca por integrar funcionalidades de software e hardware com sistemas de informação e gestão de negócios, pessoas e práticas, promovendo a excelência operacional, como já ilustrado na Figura 1 deste estudo acadêmico. O artefato desenvolvido contribui para a expansão do conhecimento existente na literatura, estabelecendo um fluxo dividido em etapas e sub etapas para a seleção e decisão de implantação de um *software* MES de maneira crítica e analítica, isso é ancorado por objetivos claros definidos pela empresa. Após a implantação do *software* MES, haverá uma conexão clara com o ERP, fornecendo dados mais precisos para atualização e planejamento. Além disso, haverá uma ligação com a engenharia de processos, fornecendo pontos críticos que necessitam de análise para melhorias de processos. Haverá também uma conexão com os controles, visto que muitos dos dados são gerados instantaneamente através dos IOTs.

Um benefício já observável com a implementação do Sistema de Execução de Manufatura (MES) é a melhoria na geração de relatórios de paradas de máquina. Agora, não só a precisão dessas informações aumentou significativamente, como o tempo necessário para gerar esses relatórios também diminuiu. Além disso, esses relatórios são gerados usando *templates* do *Power BI*, o que padroniza a apresentação das informações, tornando-as mais fáceis de entender e comparar. Isso permite que a empresa identifique rapidamente problemas e implemente soluções.

Embora o estudo ainda não tenha demonstrado ganhos econômicos devido ao curto período de teste, há uma expectativa positiva com base em outros casos de sucesso. Estima-se que a implementação do Sistema de Execução de Manufatura (MES) possa resultar em um aumento de cerca de 30% na eficiência operacional da empresa. Isso significa que a empresa poderá produzir mais com os mesmos recursos, reduzindo custos e aumentando a lucratividade. No entanto, é importante notar que esses são apenas estimativas e os resultados reais podem variar dependendo de uma série de fatores, incluindo a forma como o sistema é implementado e utilizado.

O trabalho desenvolvido pode ser extremamente útil para as empresas, pois pode servir como uma base sólida para a aplicação do Sistema de Execução de Manufatura (MES) em uma variedade de contextos. Isso significa que as empresas

de diferentes setores e tamanhos podem se beneficiar deste trabalho, adaptando e aplicando os princípios e práticas do MES de acordo com suas necessidades e objetivos específicos. Isso pode levar a melhorias significativas na eficiência operacional, na precisão dos dados e na tomada de decisões baseada em dados.

## 6 CONCLUSÃO

Este artigo se concentra no desenvolvimento de um método para a implementação do *software* MES (*Manufacturing Execution System*) na indústria moveleira, um setor que demanda soluções tecnológicas e carece de registros acadêmicos sobre o uso desse *software*. Através da análise de estudos bem-sucedidos sobre o tema, o artigo busca adaptar essa tendência tecnológica ao setor moveleiro, contribuindo com novos conhecimentos para a área.

O objetivo de desenvolver um método para a implementação do *software* MES em empresas do setor moveleiro foi alcançado com sucesso. Este método, que se divide em etapas de diagnóstico do cenário atual, avaliação de soluções de mercado, planejamento e execução do teste. Cada uma dessas etapas foi subdividida em sub etapas, formando um fluxo contínuo com pontos de tomada de decisões. Este processo meticuloso garantiu que todas as variáveis fossem consideradas e que a implementação do *software* MES fosse realizada. Portanto, pode-se afirmar que a metodologia proposta cumpriu seu propósito e pode servir como um modelo valioso para futuras implementações do *software* MES no setor moveleiro.

A limitação deste estudo consiste na aplicação parcial do artefato desenvolvido. Devido à natureza da implementação, que exige uma grande quantidade de tempo, e ao prazo limitado para a conclusão deste artigo, o estudo foi restrito até a etapa de testes. Ainda é necessário comprovar os resultados para avançar para novos ciclos de implementação em outras máquinas. Portanto, a aplicação completa do artefato desenvolvido e a verificação de seus resultados são aspectos que não foram totalmente explorados neste estudo.

Uma sugestão para pesquisas futuras é a aplicação prática do modelo proposto, não apenas em empresas do setor moveleiro, mas também em empresas de outros segmentos. A implementação deste modelo em uma variedade de contextos permitiria uma avaliação mais abrangente de sua eficácia e adaptabilidade. Além disso, acredita-se que este trabalho tem o potencial de contribuir significativamente

para a evolução das fábricas em geral. Dada a crescente necessidade de soluções tecnológicas nas indústrias, a implementação de um *software* como o MES pode ser um passo crucial para melhorar a eficiência e a produtividade. Portanto, a realização de mais estudos que apliquem e avaliem o modelo em diferentes contextos é altamente recomendada.

## REFERÊNCIAS

ABIMÓVEL, Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário. **Os grandes números do setor moveleiro**. 2021. Disponível em: <https://abimovel.com/capa/dados-do-setor/>. Acesso em: 18 jun. 2024.

ALOINI, Davide; DULMIN, Riccardo; MININNO, Valeria. Risk management in ERP project introduction: Review of the literature. **Information & Management**, [S. l.], v. 44, n. 6, p. 547–567, 2007. DOI: 10.1016/j.im.2007.05.004.

ANDREAZZA, Luan Michel; BERTÉLI, Michele Otobelli. **Estudo para implantação do Manufacturing Execution System (MES) em uma fábrica de injeção plástica**. 2020.

BOCHI, Marco Antonio Marques. **Proposta de um modelo de sistema MES sob a ótica de recurso estratégico para a gestão da produção em uma empresa de manufatura de autopeças**. 2008. Dissertação - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2008.

BOIKO, Olha; SHENDRYK, Vira; SHENDRYK, Serhii; BOIKO, Andrii. MES/ERP Integration Aspects of the Manufacturing Automation. *Em*: [s.l.: s.n.]. p. 15–24. DOI: 10.1007/978-3-030-40724-7\_2.

CHEN, Xinyu; NOPHUT, Christoph; VOIGT, Tobias. A model-driven approach for engineering customizable MES with the application to the food and beverage industry. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, [S. l.], v. 115, n. 7–8, p. 2607–2622, 2021. DOI: 10.1007/s00170-021-07317-7.

CORRÊA, Henrique Luiz; GLANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação E Controle Da Produção**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DAVENPORT, Thomas H. Putting de enterprise into the enterprise system. **Harvard Business Review**, Cambridge, 1998.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES, José Antonio Valle Júnior. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. 1 ed. [s.l.] : Bookman, 2015. v. 1

HORAK, Tibor; STRELEC, Peter; KEBISEK, Michal; TANUSKA, Pavol; VACLAVOVA, Andrea. Data Integration from Heterogeneous Control Levels for the Purposes of Analysis within Industry 4.0 Concept. **Sensors**, [S. l.], v. 22, n. 24, p. 9860, 2022. DOI: 10.3390/s22249860.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e Tecnologias**: o novo ritmo da informação. 11. ed. Campinas: Papyrus, 2022.

LAW, Chuck C. H.; NGAI, Eric W. T. ERP systems adoption: An exploratory study of the organizational factors and impacts of ERP success. **Information & Management**, [S. l.], v. 44, n. 4, p. 418–432, 2007. DOI: 10.1016/j.im.2007.03.004.

LIMA, Faíque Ribeiro; GOMES, Rogério. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**, [S. l.], v. 19, p. 1–30, 2020. DOI: 10.20396/rbi.v19i0.8658766.

MENDES, Juliana Veiga; ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. Sistemas integrados de gestão ERP em pequenas empresas: um confronto entre o referencial teórico e a prática empresarial. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 277–296, 2002. DOI: 10.1590/S0104-530X2002000300006.

MESA INTERNATIONAL. **MES Explained: A High Level Vision - White Paper Number 6**. Chandler. Disponível em: <https://www.pathlms.com/mesa/courses/24315/documents/31456>. Acesso em: 29 set. 2023.

MESA INTERNATIONAL. **The Benefits of MES: A Report from the Field**. Pittsburg. Disponível em: <https://www.pathlms.com/mesa/courses/24228>. Acesso em: 7 out. 2023.

MONTEIRO, Samuel Alves; DUARTE, Emeide Nóbrega. Bases teóricas da gestão da informação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 89–106, 2018. DOI: 10.11606/issn.2178-2075.v9i2p89-106.

PACHECO LACERDA, Daniel; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; VALLE, José Antonio; JÚNIOR, Antunes. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção Design Science Research: a research method to production engineering. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 20, p. 741–761, 2013.

PADILHA, Thais Cássia Cabral; MARINS, Fernando Augusto Silva. Sistemas ERP: características, custos e tendências. **Production**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 102–113, 2005. DOI: 10.1590/S0103-65132005000100009.

PIRAN, Fabio Sartori; LACERDA, Daniel Pacheco; CAMARGO, Luis Felipe Riehs. **Análise e gestão da eficiência: Aplicação em sistemas produtivos de bens e de serviços**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

PMI, Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 7. ed. Newtown Square: Project Management Institute Inc., 2021. Disponível em: [https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok?lastSearchTermValue=#sort=&f:ContentType=\[Foundational%20Standards\]](https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok?lastSearchTermValue=#sort=&f:ContentType=[Foundational%20Standards]). Acesso em: 30 out. 2023.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Livro da CNI investiga participação da indústria brasileira nas cadeias globais de valor**. 2014. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/livro-da-cni-investiga-participacao-da-industria-brasileira-nas-cadeias-globais-de-valor/>. Acesso em: 15 abr. 2023.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Indústria brasileira avança no ranking mundial de exportações industriais**. 2023. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/internacional/industria-brasileira-avanca-no-ranking-mundial-de-exportacoes-industriais/#:~:text=Participa%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20industrial,%25%20para%201%2C20%25>. Acesso em: 19 jun. 2024.

PORTER, Michael E. **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. New York: Free Press, 2004.

RODRIGUES, Charles; BLATTMANN, Ursula. Gestão da informação e a importância do uso de fontes de informação para geração de conhecimento. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 4–29, 2014. DOI: 10.1590/1981-5344/1515.

SAENZ DE UGARTE, B.; ARTIBA, A.; PELLERIN, R. Manufacturing execution system – a literature review. **Production Planning & Control**, [S. l.], v. 20, n. 6, p. 525–539, 2009. DOI: 10.1080/09537280902938613.

SCHMITT, Carlos Alberto. **Sistemas Integrados de Gestão Empresarial: Uma contribuição no estudo do comportamento organizacional e dos usuários na implantação de sistemas ERP**. 2004. Tese - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOUZA, Cesar Alexandre De. **Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de casos de implementação de sistemas ERP**. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. DOI: 10.11606/D.12.2000.tde-19012002-123639.

SOUZA, Karina De Lima; NASCIMENTO, Iramar Baptistella Do; KEINE, Sandro; FLEIG, Raquel. DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA (MES) NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO: UMA APLICAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TUBOS DE AÇO. **Produto & Produção**, [S. l.], v. 22, n. 1, 2021. DOI: 10.22456/1983-8026.102371.

TONG, Qingfei; MING, Xinguo; ZHANG, Xianyu. Construction of Sustainable Digital Factory for Automated Warehouse Based on Integration of ERP and WMS. **Sustainability**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 1022, 2023. DOI: 10.3390/su15021022.

WOOD, Thomaz Jr. **Modas e Modismos Gerenciais: o Caso dos Sistemas Integrados de Gestão**. São Paulo.

YOUNUS, Muhammad; PEIYONG, Cong; HU, Lu; YUQING, Fan. MES development and significant applications in manufacturing -A review. *Em: 2010 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION TECHNOLOGY AND COMPUTER 2010*, **Anais [...]**, IEEE, 2010. p. V5-97-V5-101. DOI: 10.1109/ICETC.2010.5530040.

ZÖRRER, Helmut; STERINGER, Robert; ZAMBAL, Sebastian; EITZINGER, Christian. Using Business Analytics for Decision Support in Zero Defect Manufacturing of Composite Parts in the Aerospace Industry. **IFAC-PapersOnLine**, [S. l.], v. 52, n. 13, p. 1461–1466, 2019. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.11.405.

## ***Autores***

### **Leandro Barboza Sodré**

Graduado em Gestão da Produção Industrial (2023) pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

### **Yuri Dias Hamdan**

Mestrando em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), onde também se graduou em Gestão da Produção Industrial (2018-2022) com a certificação de aluno destaque do curso. É pesquisador do GMAP UNISINOS (Grupo de Pesquisa em Modelagem para Aprendizagem).

### **Bianca Fogaça Moretto**

Mestranda em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), onde também se graduou em Engenharia de Produção (2022).

### **Fabio Antonio Sartori Piran**

Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidades do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos com período de estudos na Universidade do Porto (Portugal). Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos. Graduado em Logística pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos. Formação Superior em Gestão de Produção pela Universidade Feevale. Coordenador Adjunto e Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS/UNISINOS. Coordenador do Grupo de Pesquisa em Modelagem para Aprendizagem - GMAP UNISINOS. Possui experiência em Tomada de Decisão baseada em Dados (Data Analytics) e Modelagem para Tomada de Decisão. Desenvolveu projetos em empresas nacionais e multinacionais de calçados, componentes para calçados, artefatos, têxteis, metal mecânica, alimentação, varejo, aviação e da área da saúde. Obteve reconhecimento, por meio do Prêmio ABEPRO, de melhor dissertação de mestrado acadêmico em Engenharia de Produção no ano de 2015.



Artigo recebido em: 19/04/2024 e aceito para publicação em: 11/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i3.5252>