

**ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: PLANEJAMENTO E DESAFIOS**

**ADOPTION OF INDUSTRY 4.0: PLANNING AND CHALLENGES**

**ADOPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0: PLANIFICACIÓN Y DESAFÍOS**

Fernando de Freitas Tortorelli<sup>1</sup>; Renato Goulart Jasinevicius<sup>2</sup>; Alessandro Roger Rodrigues<sup>3</sup>;  
Marcel Henrique Militão Dib<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, Araraquara -  
fernando.tortorelli@aluno.ifsp.edu.br

<sup>2</sup> Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP - renatogj@sc.usp.br

<sup>3</sup> Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP - roger@sc.usp.br

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, Araraquara - marceldib@ifsp.edu.br

**Resumo:** A era da Indústria 4.0 é marcada por automação avançada, análise de dados em larga escala (Big Data) e Internet das Coisas, com uma redução significativa da intervenção humana nos processos de manufatura. Essa transformação impacta diretamente na área de planejamento de projetos, exigindo adaptações e atualizações para lidar com as mais recentes tecnologias e sistemas interconectados. Embora a literatura internacional forneça uma base sólida sobre a Indústria 4.0, a aplicação prática e integração são particularidades desse movimento em empresas brasileiras que ainda carecem de uma análise detalhada. Este estudo visa preencher essa lacuna ao investigar como uma empresa local se adapta às demandas e desafios da Indústria 4.0. Este estudo tem como principal objetivo analisar o sistema de planejamento de projetos, com o intuito de oferecer maior clareza para empresas que buscam implementar a Indústria 4.0. Especificamente, buscamos identificar as práticas, desafios e benefícios da virtualização de dados, bem como a capacidade de decisão autônoma do software de planejamento e o papel fundamental do software MRP (Planejamento de recursos para Fabricação) na consulta de dados. Utilizamos uma abordagem que combina revisão da literatura internacional com um estudo de caso de uma multinacional brasileira. Realizamos entrevistas com profissionais da empresa para obter informações sobre suas práticas e desafios relacionados ao planejamento de projetos. Nossas descobertas revelam que a empresa estudada possui uma sólida compreensão das práticas necessárias para a virtualização de dados, que é essencial na Indústria 4.0. Além disso, o software de planejamento permite a tomada de decisões autônomas, otimizando a eficiência e a confiabilidade dos relatórios. O software MRP desempenha um papel crítico na consulta de dados e na capacidade de negociação. Este estudo destaca a importância da adaptação das empresas aos desafios da Indústria 4.0 e a capacidade de gerenciar com eficácia o planejamento de projetos. A hierarquia na limitação de acesso ao sistema demonstra ser um fator crucial na segurança de informações, particularmente no que diz respeito à proteção do patrimônio intelectual. A Indústria 4.0 traz novos desafios e oportunidades, e as empresas que buscam aderir a esse movimento devem estar preparadas para enfrentá-los.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Planejamento de projetos. Gerenciamento de riscos tecnológicos. Virtualização de dados. Softwares de planejamento.

**Abstract:** The era of Industry 4.0 is characterized by advanced automation, large-scale data analysis (Big Data), and the Internet of Things, resulting in a significant reduction of human intervention in manufacturing processes. This transformation directly impacts project planning, necessitating adaptations, and updates to deal with the latest technologies and interconnected systems. While international literature provides a solid foundation on Industry 4.0, this movement's practical application and specificities in Brazilian companies still lack a detailed analysis. This study aims to bridge this gap by investigating how a local company adapts to the demands and challenges of Industry 4.0. The primary objective of this study is to analyze the design planning

system, providing greater clarity for companies seeking to implement Industry 4.0. Specifically, we aim to identify the practices, challenges, and benefits of data virtualization, the autonomous decision-making capabilities of planning software, and the pivotal role of MRP (Manufacturing Resource Planning) software in data retrieval. We employ an approach that combines an international literature review with a case study of a Brazilian multinational corporation. Interviews with company professionals were conducted to gather valuable insights into their practices and challenges related to project planning. Our findings reveal that the studied company possesses a solid understanding of the practices required for data virtualization, which is essential in Industry 4.0. Furthermore, the planning software enables autonomous decision-making, optimizing efficiency and reporting reliability. MRP software plays a critical role in data retrieval and negotiation capabilities. This study underscores the importance of companies adapting to the challenges of Industry 4.0 and effectively managing project planning. Hierarchy-based access limitations to the system prove to be a crucial factor in information security, particularly regarding intellectual property protection. Industry 4.0 brings new challenges and opportunities, and companies seeking to embrace this movement must be prepared to confront them.

**Keywords:** Industry 4.0. Project planning. Technological risk management. Data virtualization. Planning software.

**Resumen:** La era de la Industria 4.0 se caracteriza por la automatización avanzada, el análisis de datos a gran escala (Big Data) y la Internet de las Cosas, lo que resulta en una reducción significativa de la intervención humana en los procesos de fabricación. Esta transformación impacta directamente en el campo de la planificación de proyectos, lo que requiere adaptaciones y actualizaciones para lidiar con las últimas tecnologías y sistemas interconectados. Si bien la literatura internacional proporciona una base sólida sobre la Industria 4.0, la aplicación práctica y las especificidades de este movimiento en las empresas brasileñas aún carecen de un análisis detallado. Este estudio tiene como objetivo cerrar esta brecha investigando cómo una empresa local se adapta a las demandas y desafíos de la Industria 4.0. El objetivo principal de este estudio es analizar el sistema de planificación de proyectos, proporcionando una mayor claridad a las empresas que buscan implementar la Industria 4.0. Específicamente, buscamos identificar las prácticas, desafíos y beneficios de la virtualización de datos, así como las capacidades de toma de decisiones autónomas del software de planificación y el papel fundamental del software MRP (Planificación de Recursos para la Fabricación) en la recuperación de datos. Empleamos un enfoque que combina una revisión de la literatura internacional con un estudio de caso de una corporación multinacional brasileña. Se llevaron a cabo entrevistas con profesionales de la empresa para obtener información sobre sus prácticas y desafíos relacionados con la planificación de proyectos. Nuestros hallazgos revelan que la empresa estudiada posee una comprensión sólida de las prácticas necesarias para la virtualización de datos, lo cual es esencial en la Industria 4.0. Además, el software de planificación permite la toma de decisiones autónomas, lo que optimiza la eficiencia y la confiabilidad de los informes. El software MRP desempeña un papel crítico en la recuperación de datos y las capacidades de negociación. Este estudio subraya la importancia de que las empresas se adapten a los desafíos de la Industria 4.0 y gestionen eficazmente la planificación de proyectos. Las limitaciones de acceso basadas en jerarquía al sistema demuestran ser un factor crucial en la seguridad de la información, especialmente en lo que respecta a la protección de la propiedad intelectual. La Industria 4.0 plantea nuevos desafíos y oportunidades, y las empresas que buscan unirse a este movimiento deben estar preparadas para enfrentarlos.

**Palabras llave:** Industria 4.0. Planificación de proyectos. Gestión de riesgos tecnológicos. Virtualización de datos. Software de planificación.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre as várias classificações de organizações e empresas com distintas estratégias e objetivos, a concorrência é um aspecto constantemente em crescimento. Normalmente, as empresas são encorajadas a se adaptar e adotar estratégias adequadas para enfrentar os desafios tecnológicos emergentes, muitas vezes necessárias por ameaçar sua própria sobrevivência. A Indústria 4.0, também conhecida como manufatura avançada ou indústria inteligente, representa uma transformação significativa na forma como as fábricas operam. Envolve a integração de dispositivos inteligentes em toda a cadeia produtiva e logística, conectados através de redes, sistemas ciberfísicos, bancos de dados e serviços inteligentes de internet, marcando a 4ª revolução industrial (Lee; Bagheri; Kao, 2015).

O estudo da Indústria 4.0 se justifica pela necessidade de compreender como a evolução tecnológica está redefinindo as dinâmicas de produção e gestão em nível global. À medida que a humanidade avança em direção a objetivos cada vez mais claros e eficazes, é evidente que a eficiência e segurança nos setores de produção, medicina e transporte desempenham um papel crucial. A Indústria 4.0 emerge como um tópico de destaque, uma vez que influencia substancialmente essas áreas (Kumar; Zindani; Davim, 2019). A transição do Brasil e de outros países em direção a esse desenvolvimento acentua a importância de compreender como as indústrias tecnológicas podem beneficiar a sociedade e as empresas, e como essa transição pode ocorrer de maneira segura.

A 1ª revolução industrial surgiu devido à necessidade de atender a uma crescente demanda por produtos manufaturados, antes produzidos artesanalmente. Em 1767, James Hargreaves inventou a primeira máquina de fiar, feita de madeira, que revolucionou a indústria têxtil. A 2ª revolução industrial, entre 1850 e 1945, introduziu máquinas de aço e o uso de eletricidade, impulsionando a produção em massa, seguindo o conceito de Henry Ford. A 3ª revolução destacou a manufatura enxuta, otimizando o uso de recursos, especialmente no pós-guerra (Lasi et al., 2014).

A 4ª revolução industrial representa a sincronização total das atividades empresariais, impulsionada pela internet e pelos avanços das redes móveis. Em um país em desenvolvimento como o Brasil é fundamental para a população e profissionais entender as tecnologias da 4ª revolução e como implementá-las nas empresas, assim destacando a importância deste estudo. A adoção da estratégia da Indústria 4.0 requer um contexto específico, incluindo a capacitação dos profissionais e investimentos significativos por parte das empresas.

Portanto, este trabalho busca preencher essa lacuna de conhecimento essencial, explorando as implicações da Indústria 4.0 na gestão de equipes de produção, especialmente em contextos de transição tecnológica como o brasileiro. O principal objetivo é caracterizar o planejamento de projetos de equipamentos em conformidade com a

indústria 4.0 e sua implementação, considerando referências da literatura internacional e consulta a profissionais especializados na área da indústria 4.0.

## 2. PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

A quarta revolução industrial trouxe mudanças significativas nas profissões, tornando o conhecimento em manufatura essencial para lidar com dispositivos tecnológicos (Gorecky, 2014). Isso inclui o planejamento automatizado impulsionado pela Internet das Coisas (IoT) e processamento de dados em nuvem, resultando em ambientes máquina-máquina realistas (Wang, 2016). No contexto da Indústria 4.0, decisões automáticas e sequenciais, com a possibilidade de personalização posterior pelo usuário, ocorrem no planejamento de projetos (Pedagogu e Kumar, 2014).

### 2.1 Planejamento de Projetos

No modelo de planejamento convencional, o conhecimento prático prevalece muitas vezes resistente a mudanças (Cummings e Worley, 2014). Empresas maiores com investimentos substanciais em P&D tem maior flexibilidade para adotar métodos 4.0 em resposta à crescente concorrência global. No entanto, empresas de médio e pequeno porte enfrentam desafios devido a recursos limitados. Softwares de rede, como aponta Brettel (2014), conectam recursos de manufatura, permitindo otimizações e comunicação eficaz. A cadeia de suprimentos, dependente de softwares como o MRP (*Manufacturing Resource Planning*), é crucial para manter a confiabilidade, embora essa dependência seja em grande parte baseada em entradas manuais dos usuários, como explicado por Andersson (2016). A manufatura física evolui para uma abordagem baseada em nuvem e realidade virtual, impulsionando produtos "inteligentes".

A fase de design e desenvolvimento de um produto inteligente deve incluir dados das etapas subsequentes: planejamento do processo, programação e sequenciamento da operação. O objetivo principal é coletar dados para geração de relatórios e envolver o cliente para fornecer *feedback*, melhorando a eficiência da cadeia de suprimentos e a customização de produtos. Um software utilizado para isso é o CAPP (*Computer Aided Process Planning*), amplamente usado para vincular o CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e o CAD (*Computer Aided Design*). Na Indústria 4.0, o CAPP é essencial para agendamento e sequenciamento de operações. A demanda por software de planejamento é maior, com análise em tempo real e atualização contínua do banco de dados. Dois métodos de desenvolvimento incluem análise preditiva, que usa mineração de dados, e decisão do sistema de apoio. Idealmente, ambos os métodos são usados, priorizando três critérios:

planejamento de processos, sequenciamento de operações e seleção de máquinas. O software coleta informações de diferentes partes da cadeia de suprimentos relacionadas às atividades de manufatura.

Dentro dos principais critérios existem subcritérios para a implementação completa do software, incluindo: peso do produto, material, forma, acabamento superficial, características geométricas, e insumos; preço e entregas estão interligados e controlados por uma equipe de acompanhamento; e o armazenamento de dados é fundamental para comparações futuras. Subcritérios de recursos de geometria envolvem ferramentas, máquinas e custo-benefício, enquanto subcritérios de qualidade de superfície também consideram qualidade do produto e custos. Isso ajuda a definir a qualidade ideal e custo do produto.

O segundo critério no software de planejamento de produto (CAPP) é o sequenciamento de operações, levando em consideração operações de acabamento, número de operações necessárias, método de fixação e prioridade. A otimização e o controle visam melhorar o desempenho, produtividade e redução de custos do produto final. A priorização da operação também é um subcritério importante, determinada por requisitos geométricos e organizacionais, percebidos por meio da troca de dados entre o software de sistema geral e o módulo CAPP.

O terceiro critério do software de planejamento de produto envolve a seleção de máquinas e critérios de programação, considerando subcritérios como tempo de operação, ferramentas, qualidade, custo, disponibilidade de máquinas e quantidade de produtos a serem produzidos. O software auxilia na escolha das máquinas com base nos dados do produto, calcula rotas ideais para transporte e visa minimizar custos e tempo de fabricação através de otimização. Assim, após o planejamento de produto, a fase seguinte é a implementação, considerando segurança e integração de sistemas

## **2.1 Implementação**

Pesquisas contínuas resultaram na digitalização do planejamento fabril para a Indústria 4.0. Plataformas de planejamento de projetos em desenvolvimento priorizam segurança, prontidão e customização para atender às necessidades das unidades de manufatura. A implementação técnica do software é simplificada, coletando dados em tempo real via computação em nuvem. É crucial que o software seja de código aberto para adaptação às necessidades dos usuários, embora sua implementação possa demandar mais tempo em comparação com o desenvolvimento, e a propriedade intelectual deve permanecer com a empresa.

Os riscos na Indústria 4.0, predominantemente de natureza tecnológica, incluem ciberataques e problemas de segurança de dados (Solotvsk et al., 2020). A aceitação da

Indústria 4.0 por empresas promove maior colaboração em ecossistemas industriais digitais (Oesterreich e Teuteberg, 2016), mas também traz novos riscos, como ataques cibernéticos, spyware, malware e perda de dados. A área de TI é crucial para a segurança de dados, mantendo a confidencialidade, disponibilidade e integridade das informações.

Enquanto a pesquisa na Indústria 4.0 cresce, estratégias globais, como a "Iniciativa I4.0" da República Tcheca, estão sendo desenvolvidas para simplificar sua implementação. A integração vertical e horizontal é fundamental nos sistemas de produção cibernético-físico (Brettel, 2014). A gestão de riscos empresariais (ERM) e a norma ISO 31000 são essenciais para lidar com desafios de gestão de riscos (PMI, 185 países, mais de 650.000 associados), com indicadores-chave auxiliando na detecção e monitoramento de riscos identificados (ISO 31000).

A implementação da estrutura de gerenciamento de riscos envolve etapas essenciais: identificação de riscos, design estrutural, e integração com medidas de desempenho. A adoção de sistemas de gerenciamento de informações com padrão ISO é recomendada para enfrentar esses riscos, integrando-se com sistemas ERM.

A implementação bem-sucedida da estrutura de gerenciamento de riscos segue o ciclo PDCA, começando com o planejamento de objetivos e políticas, desenhando e operando processos, controlando procedimentos, avaliando desempenho e resultados, envolvendo melhorias e prevenções, e mantendo uma gestão contínua. A estrutura deve ser bem documentada, comunicada e constantemente melhorada, atendendo a requisitos regulatórios, legais e de partes envolvidas. Análise e otimização são essenciais para monitorar a eficácia da gestão de riscos, que envolve identificar riscos técnicos, planejados e processuais.

A gestão de risco integrou-se à cultura corporativa, incorporando planos de continuidade de negócios e tratamentos de risco nos processos de fabricação. Essas medidas são implementadas, testadas regularmente e otimizadas para melhorar o desempenho da empresa. Princípios estruturais podem ser aplicados ao Gerenciamento da Performance Processual (PPM) e ao Gerenciamento de Processos Corporativos (BPM), com a identificação de riscos baseada em dados claros e indicadores-chave influenciando o monitoramento do desempenho. Um modelo de risco classifica os riscos em categorias, representadas por cores, para melhor priorização.

### **3. ESTUDO DE CASO**

Esta seção descreve a metodologia adotada para a investigação deste estudo de caso, que se concentra em uma empresa brasileira, filial de uma corporação americana. A abordagem se baseia na coleta de informações a partir de duas fontes cruciais: as



perspectivas dos funcionários-chave da empresa (expertise e conhecimento prático), e técnicas qualitativas. Este método combina entrevistas detalhadas com os principais colaboradores da organização e uma análise permitindo a exploração das questões em foco e a correlação de suas respostas com a perspectiva qualitativa.

### **3.1 Sujeitos da pesquisa**

Foram entrevistados três especialistas que trabalham em uma empresa da indústria 4.0. Cada entrevistado possui profundo conhecimento em: i) Planejamento de Projetos, ii) Gerenciamento de Suprimentos e iii) Logística e Vendas Internacionais.

A empresa em questão é uma filial americana que atua na indústria de alimentos e bebidas. Ela fabrica maquinário para o setor, oferecendo soluções tecnológicas para várias áreas desse segmento. Operando no Brasil há cerca de 40 anos, é uma subsidiária de uma multinacional americana que atende a indústrias nacionais e internacionais. Seus equipamentos têm uma alta demanda no mercado, mas também são caracterizados por um alto grau de complexidade e variabilidade.

O processo de produção é composto por manufatura interna, abrangendo operações de usinagem, corte, solda e dobra, além de serviços terceirizados quando a demanda excede a capacidade fabril.

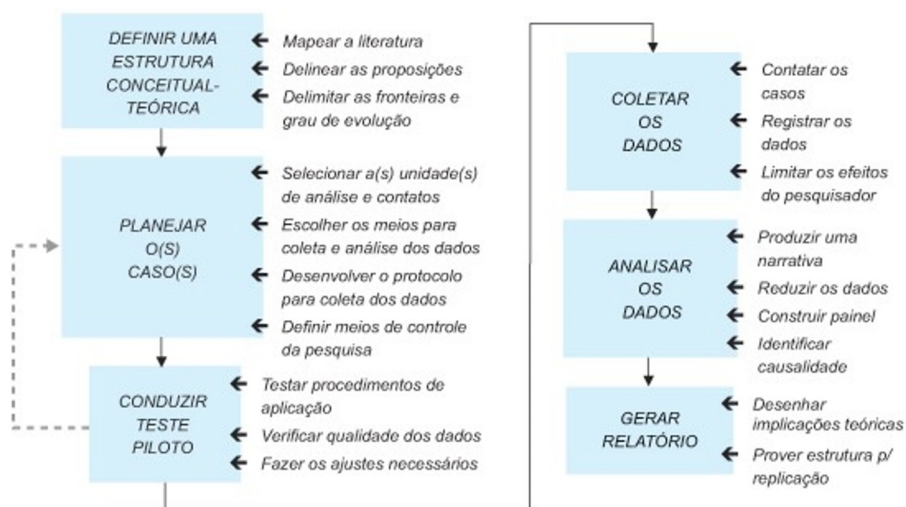
A estrutura organizacional da empresa estudada é bem definida, abrangendo diferentes áreas e níveis hierárquicos, desde operacionais até gerenciais, diretoria e presidência. As informações fluem hierarquicamente, e as decisões são tomadas por representantes de cada nível.

### **3.2 Classificação da pesquisa**

O trabalho em questão é um estudo de caso empírico que investiga um fenômeno real. O método utilizado, como sugerido por Voss et al. (2002), é versátil e pode ser aplicado em várias formas de pesquisa, incluindo exploração, que é usada na fase inicial do processo para desenvolver ideias, e pesquisa explanatória para desenvolver teorias.

O objetivo principal deste trabalho foi explorar um evento local e atual através da análise de um caso, comparando-o com a coleta e análise de dados internacionais. A condução do estudo segue a sequência de atividades delineada por Miguel e Souza (2012), conforme ilustrado na Figura 1.

Seguindo o fluxograma da Figura 1, a estrutura conceitual foi abordada no capítulo 2. A fase de planejamento do caso foi estabelecida para uma empresa local multinacional como já mencionado. As fases seguintes serão abordadas nos próximos tópicos.



**Figura1** - Condução do estudo de caso

Fonte: Miguel e Souza (2012)

### 3.3 Teste piloto

O teste piloto se deu em um prévio teste do roteiro de perguntas, o qual se dirigiu para o modelo final de aplicação aos funcionários da empresa. A proximidade do autor na área de suprimentos, que possui grande influência nos sistemas de planejamento e gerência de riscos, possibilitou um estudo envolvendo diretamente os responsáveis pela operacionalização e decisões envolvidas no processo de entrevista.

### 3.4 Procedimento para coleta de dados

Para coletar dados, adotamos uma estratégia estruturada que consistiu em entrevistar os responsáveis pelos processos de planejamento e gerenciamento de riscos da empresa em análise, além de conduzir observações diretas. A escolha da entrevista como instrumento de coleta de dados teve como objetivo principal a comparação com a literatura internacional.

As entrevistas foram conduzidas com base em um protocolo desenvolvido com referência ao trabalho de Kumar et al. (2019). Selecionamos funcionários que abrangem diversas áreas do processo, proporcionando diferentes perspectivas. O primeiro entrevistado foi o planejador de projetos, responsável por ordenar e programar as atividades necessárias no desenvolvimento de projetos. O segundo entrevistado foi o Gerente de Suprimentos, que desempenha um papel central na cadeia de suprimentos, garantindo o abastecimento e fornecimento de materiais à fábrica. O terceiro entrevistado foi o responsável pela logística e exportações, encarregado de assegurar a entrega de peças e equipamentos aos clientes da empresa em análise, gerenciando prazos e valores



envolvidos, incluindo envios nacionais, internacionais e vendas no exterior.

As entrevistas foram realizadas ao longo de uma semana para evitar interferências nas respostas e garantir a confiabilidade das informações coletadas. Cada entrevista teve uma média de duração de 30 minutos e foi registrada em áudio. As perguntas foram impressas em papel A4 e fornecidas aos entrevistados, seguindo o protocolo da entrevista, categorizadas da seguinte forma:

**Tabela 1.** Formulário de Entrevista

<p><b>Contextualização da Pesquisa</b></p> <p>Apresentação Pessoal. Introdução do Tema. Objetivos do Trabalho. Confidencialidade. Espaço para Dúvidas.</p> <p><b>Identificação do Entrevistado</b></p> <p>Nome Idade Cargo</p>	<p><b>1. Investigação Inicial sobre a Visão 4.0 da Empresa</b></p> <p><u>Pergunta 1:</u> Qual é o principal efeito 4.0 visível na empresa? Como você enxerga esse tema hoje no Brasil e em nossa região?</p>	<p><b>2. Análise sobre a Utilização de Softwares para Planejamento</b></p> <p><u>Pergunta 2:</u> A empresa em questão utiliza algum software para auxílio no planejamento? <u>Pergunta 3:</u> O software, caso seja utilizado, é capaz de decidir tomadas de ação de forma automática e sequencial? É possível ajuste personalizável? <u>Pergunta 4:</u> É utilizado algum MRP para consulta de dados de pedidos, prazos de entrega, valores e etc? Esses dados são confiáveis?</p>	<p><b>3. Impacto da Utilização de Software em Planejamento</b></p> <p><u>Pergunta 5:</u> Qual o impacto do software de planejamento no acompanhamento das ordens de trabalho?</p>
<p><b>4. Visão Logística da Empresa</b></p> <p><u>Pergunta 6:</u> No ponto de vista logístico, há algum controle interno ou uso de software para registros dimensionais de equipamentos, produtos etc.? Caso exista, ele tem sido uma ferramenta chave para economias a empresa? <u>Pergunta 7:</u> Qual o compromisso da empresa na contratação de uma equipe de acompanhamento de prazos e preços na entrega de componentes?</p>	<p><b>5. Qual a Utilidade dos Dados Armazenados?</b></p> <p><u>Pergunta 8:</u> De que forma os dados antigos armazenados servem de alicerce para novas negociações?</p>	<p><b>6. Interferência do Software na Tomada de Decisões</b></p> <p><u>Pergunta 9:</u> É utilizado algum sistema CAPP? <u>Pergunta 10:</u> O software de planejamento auxilia de alguma forma sobre qual máquina irá realizar a operação?</p>	<p><b>7. Riscos Tecnológicos</b></p> <p><u>Pergunta 11:</u> As máquinas em operação estão interligadas à rede em tempo real? <u>Pergunta 12:</u> De que forma as terceirizações são selecionadas e o que blinda o patrimônio intelectual da empresa? <u>Pergunta 13:</u> Como o sistema limita o poder de ação de cada usuário?</p>

### 3.5 Análise dos dados

As entrevistas foram transcritas e analisadas segundo o método da Análise de

Conteúdo Temática. Segundo Gomes (1994) essa análise pode ser realizada em três fases: organização do material a ser analisado, exploração do material de acordo com o que foi definido nas categorizações, e a interpretação dos dados. Ainda de acordo com o autor acima referido, a análise de dados deve ser feita com um olhar qualitativo, voltando-se para o conceito, tendências e outras determinações características do estudo.

## **4. RESULTADOS**

Nessa etapa do trabalho serão descritas as categorias estabelecidas em procedimento de coletas de dados e as respectivas análise das respostas, a começar por:

### **4.1 Investigação inicial sobre a visão 4.0 da empresa**

Com base nas respostas dos entrevistados, os resultados da investigação inicial sobre a visão 4.0 da empresa revelaram uma convergência de perspectivas sobre os principais efeitos da Indústria 4.0 na organização e sua percepção no contexto brasileiro e regional.

O Planejador de Projetos, que possui uma experiência de 15 anos na empresa, destacou que o principal efeito da Indústria 4.0 na empresa é a aproximação entre o cliente e as máquinas possibilitada pela tecnologia incorporada. Ele enfatizou que essa abordagem tornou as máquinas mais inteligentes e de fácil manipulação em nível nacional. Isso sugere que a empresa adotou tecnologias 4.0 para melhorar a interação com os clientes, tornando o processo mais eficiente.

O Gerente de Suprimentos, com 30 anos de experiência na empresa, observou que a organização é considerada um centro de excelência em suporte técnico, enfatizando a importância das operações operacionais em seus processos. Ele também destacou que o tema da Indústria 4.0 está crescendo no Brasil e na região em que atuam, impulsionando as indústrias a se adaptarem a esse modelo em busca de maior competitividade. Isso sugere que a empresa reconhece a necessidade de se manter atualizada e competitiva por meio da adoção da Indústria 4.0.

O Responsável pelas logísticas e vendas ao exterior, com 5 anos de experiência na empresa, observou uma mudança na expectativa em relação aos colaboradores. Anteriormente, o foco era na excelência técnica, mas agora é necessário que os colaboradores tenham habilidades interpessoais, oratória aprimorada e sejam polivalentes. Ele também enfatizou que a polivalência é visível no contexto brasileiro e regional. Isso sugere que a empresa está valorizando não apenas as habilidades técnicas, mas também as habilidades interpessoais e de comunicação de seus colaboradores.

Portanto, com base nas respostas dos entrevistados, a empresa está se adaptando à

era da Indústria 4.0, investindo em tecnologias que aproximam os clientes das máquinas, promovendo a excelência no suporte técnico e reconhecendo a importância das habilidades interpessoais e da polivalência em seus colaboradores. A percepção é de que a Indústria 4.0 está em crescimento no Brasil e na região, impulsionando a empresa a se manter competitiva e atualizada.

#### **4.2 Análise sobre a utilização de softwares para planejamento**

Com base nas respostas dos entrevistados às perguntas relacionadas à utilização de softwares para planejamento, pode-se entender que o processo é sequencial e híbrido.

Em relação a utilização de software para planejamento, o planejador de projetos destacou que a empresa utiliza o módulo MRP para planejar todos os equipamentos. Isso sugere que o MRP é uma parte fundamental do processo de planejamento na empresa. O Gerente de Suprimentos enfatizou que basicamente toda a estrutura de planejamento da empresa está contida no MRP. Além disso, ele mencionou que a equipe utiliza relatórios adicionais que são extraídos do sistema principal (MRP) para atividades específicas de planejamento. O Responsável pelas logísticas e vendas ao exterior informou que a empresa costumava utilizar o software Preactor (APS) para planejamento. No entanto, enfrentou desafios ao longo do tempo, especialmente em operações não seriadas. A natureza customizável dos equipamentos da empresa e a necessidade de lidar com fabricação de peças de reposição, exportação de peças e máquinas para teste tornaram o software anterior menos adequado.

Com respeito a capacidade de tomadas de ação automáticas e ajustes personalizáveis, o planejador de projetos mencionou que dentro do sistema integrado (MRP), existem funções para planejar de forma sequencial, com uma abordagem híbrida que inclui elementos automáticos e manuais. O gerente de suprimentos indicou que a equipe utiliza relatórios específicos, como o "pegging report," para captar informações do MRP. Isso sugere uma abordagem mais personalizada em relação às tomadas de ação. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior informou que embora o software anterior (Preactor) não seja mais utilizado, foi mencionado que ele tinha a capacidade de fazer seleções automáticas e sequenciais, e que podia ser personalizado em contato com o desenvolvedor, o que destaca a flexibilidade desejada pela empresa.

Quanto a utilização de MRP para consulta de dados, o planejador de projetos afirmou que o MRP integra todas as áreas da empresa e que os dados obtidos são altamente confiáveis. O gerente de suprimentos descreveu que o MRP JD do grupo Oracle é parte essencial do sistema de negócios da empresa. Ele garante o controle de todos os dados necessários para gerenciar pedidos, prazos de entrega, valores etc., com atualizações em tempo real. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior destacou a precisão dos

dados do MRP JD Edwards (Oracle) desde a implementação da plataforma em 2008.

Assim, os resultados revelam que a empresa depende fortemente de sistemas MRP para o planejamento e a gestão de suas operações. Os dados do MRP são considerados altamente confiáveis e desempenham um papel vital no negócio. Além disso, a empresa valoriza a flexibilidade na tomada de ações e adaptações personalizadas, como evidenciado pelas menções à abordagem híbrida de planejamento e à capacidade de personalização de software.

### 4.3 Impacto da utilização de software em planejamento

Com base nas respostas dos entrevistados à pergunta sobre o impacto do software de planejamento no acompanhamento das ordens de trabalho, destacando os impactos principais descritos pelos entrevistados.

No que se refere ao impacto do software de planejamento no acompanhamento das ordens de trabalho, o planejador de projetos destacou que o software é a base para o acompanhamento das ordens de trabalho. ele explicou que a partir dos dados inseridos no sistema, o software gera relatórios de progresso de produção. isso sugere que o software desempenha um papel essencial na monitorização do andamento das operações e na geração de informações relevantes. O gerente de suprimentos enfatizou a importância do software no acompanhamento das ordens de trabalho. Ele afirmou que o software fornece ao usuário todas as informações necessárias para tomar decisões em relação ao planejamento e à manufatura. Isso destaca a contribuição do software na disponibilização de dados cruciais para a tomada de decisões operacionais. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior mencionou o uso de um aplicativo chamado *Pegging* dentro do MRP para acompanhar as ordens de trabalho. Esse aplicativo gera as *Work Orders* (ordens de trabalho) com base no código do item selecionado. A *Work Order* fornece informações detalhadas, incluindo todos os itens necessários para a montagem do pedido e o roteiro de fabricação. O planejador de projetos, por sua vez, avalia se é necessário solicitar a compra de materiais com base nas informações fornecidas. Essa abordagem demonstra a integração do software na geração de *Work Orders* e no auxílio à tomada de decisões do planejador.

De maneira geral, os entrevistados concordam que o software desempenha um papel fundamental no acompanhamento das ordens de trabalho na empresa. Ele fornece informações valiosas, gera relatórios de progresso de produção e ajuda os profissionais envolvidos a tomar decisões informadas. A utilização de aplicativos como o *Pegging* no MRP demonstra a automação e a eficiência na criação de ordens de trabalho com base nas demandas e nos itens disponíveis em estoque. Isso contribui para um acompanhamento mais preciso e ágil das operações na empresa.

#### 4.4 Impacto da utilização de software em planejamento

Com base nas respostas dos entrevistados às perguntas relacionadas à visão logística da empresa, um ponto relevante na indústria 4.0 é o conceito de *Milk Run*. Essa terminologia refere-se a uma abordagem que pode levar a economias significativas por meio da otimização de rotas de entrega. Um fator crítico para alcançar essa eficiência está relacionado à equipe de acompanhamento de pedidos.

Relativamente ao controle interno e uso de software para registros dimensionais, o planejador de projetos explicou que a empresa utiliza um aplicativo interno para solicitações de transporte. Todas as informações de viagens são centralizadas no operador de logística, que é responsável pelos agendamentos de veículos e motoristas. Além disso, a empresa adota um sistema "Milk Run" para otimizar as rotas de transporte, preservando os recursos financeiros da empresa. O gerente de suprimentos destacou que o tema logístico é uma prioridade crescente na empresa, com o objetivo de disponibilizar produtos de forma eficiente aos clientes. Eles possuem uma estrutura interna que auxilia o operador logístico no planejamento das entregas, indicando uma abordagem voltada para a eficiência na logística. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior mencionou que não utilizam um software específico para registros dimensionais, mas possuem um diretório com todos os registros de embarques, cotações e estudos de frete. Esses registros desempenham um papel crucial em projetos específicos, demonstrando a importância de um registro organizado.

No que diz respeito ao compromisso da empresa na contratação de equipe de acompanhamento, o planejador de projetos enfatizou que a empresa considera essencial a contratação de uma equipe de acompanhamento. Essa equipe monitora os prazos e, caso ocorram atrasos, alerta a equipe de planejamento, que toma medidas para garantir o fornecimento de materiais no prazo. Isso destaca o compromisso da empresa em manter o controle dos prazos de entrega. O gerente de suprimentos mencionou que a gestão de fornecedores é uma das premissas da cadeia de suprimentos. Isso inclui um acompanhamento constante e uma forte interação com os fornecedores para assegurar o atendimento das demandas. O compromisso da empresa está na eficácia da gestão de fornecedores. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior informou que a empresa possui uma equipe dedicada ao acompanhamento de compras e serviços contratados, chamada de equipe de "follow up". Essa equipe desempenha um papel crucial no fluxo normal das operações, demonstrando o compromisso da empresa com a manutenção eficiente dos processos.

As respostas dos entrevistados indicam que a empresa possui processos bem definidos para o controle logístico, a utilização de aplicativos internos e o compromisso com equipes de acompanhamento e gestão de fornecedores. Isso reflete o esforço da empresa

em otimizar seus processos logísticos e assegurar a entrega eficaz de produtos e componentes aos clientes.

#### **4.5 Qual a utilidade dos dados armazenados**

No que concerne utilidade dos dados armazenados, as respostas dos entrevistados revelam a importância dos dados históricos armazenados para as operações da empresa e para suas negociações. Os dados antigos desempenham um papel significativo. Segundo o planejador de projetos, os dados históricos de compras e prazos de entrega são fundamentais para negociações. Eles permitem uma análise precisa dos valores praticados nas últimas compras e dos prazos aplicados nas entregas. Além disso, a empresa pode usar esses dados em conjunto com uma tabela de inflação para simular preços futuros. Conforme o gerente de suprimentos, os dados servem como uma base estratégica que não se limita à área de suprimentos. Eles mapeiam o histórico completo da empresa e asseguram negociações eficazes com fornecedores. Isso permite que a empresa acompanhe a evolução de preços e prazos ao longo do tempo, beneficiando toda a cadeia de produção. De acordo com o responsável pelas logísticas e vendas ao exterior, o histórico de dados é uma ferramenta valiosa para negociações. Permite o acompanhamento de desempenho de fornecedores ao longo dos anos e fornece insights sobre se os aumentos de preços estão alinhados com a inflação. Além disso, os dados ajudam a avaliar a consistência e a competitividade dos fornecedores.

Os dados históricos armazenados têm um papel crucial nas negociações, permitindo que a empresa tome decisões informadas, antecipe tendências de preços e prazos e avalie o desempenho dos fornecedores. Eles são uma ferramenta essencial para a eficiência operacional e a competitividade nos negócios.

#### **4.6 Interferência do software na tomada de decisões**

As respostas dos entrevistados destacam a influência e a interligação entre os sistemas de softwares e as tomadas de decisões na empresa. Sobre a utilização de algum sistema CAPP (*Computer-Aided Process Planning*) para integração do CAD (*Computer-Aided Design*) e CAM (*Computer-Aided Manufacturing*), o planejador de projetos declarou que a empresa utiliza uma integração entre os arquivos CAM e as máquinas CNC. Isso significa que os projetos de fabricação, que incluem detalhes das peças e operações necessárias, estão conectados às máquinas controladas numericamente, permitindo uma produção precisa e eficiente. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior: Embora a empresa não utilize um software CAPP, existe uma forte integração entre os sistemas CAD e CAM. Eles utilizam os softwares NX (Siemens) para o centro de usinagem e o Lantek para os cortes a laser. Essa



integração entre design e manufatura ajuda a otimizar o processo produtivo. Segundo o gerente de suprimentos, embora o software de planejamento (CAPP) não determine diretamente qual máquina executará uma operação, ele gera relatórios que contribuem para a melhoria da eficiência em toda a fábrica. Esses relatórios fornecem dados importantes que auxiliam nas decisões de gerenciamento.

Sobre a indagação se o software de planejamento auxilia de alguma forma sobre qual máquina realizará a operação. Segundo o planejador de projetos, a engenharia industrial da empresa determina previamente quais centros de trabalho serão necessários e a sequência lógica que as peças devem seguir no processo de fabricação. Essas decisões são baseadas em critérios técnicos e de eficiência. O gerente de suplementos não utiliza um software CAPP. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior afirma que embora a informação sobre qual máquina executará uma operação seja inserida manualmente pela equipe de engenharia industrial no sistema MRP (Material Requirements Planning), essa operação é realizada apenas uma vez e está vinculada ao código do item a ser fabricado. A máquina necessária é explicitamente indicada no roteiro de fabricação gerado a partir da Work Order (WO).

Em resumo, os sistemas de software estão integrados às operações da empresa, ajudando a otimizar o processo de fabricação e fornecendo informações valiosas para melhorar a eficiência e a tomada de decisões em toda a fábrica. A engenharia industrial desempenha um papel fundamental na determinação dos centros de trabalho necessários para cada projeto.

#### **4.7 Riscos tecnológicos**

Os entrevistados compartilharam informações importantes sobre como a empresa lida com riscos tecnológicos associados à exposição à Indústria 4.0. Em relação à interligação das máquinas em tempo real, o planejador de projetos destaca que as máquinas em operação estão interligadas à rede, mas a exportação dos dados é feita manualmente. Isso ajuda a acompanhar o status da fabricação e a monitorar os serviços dos colaboradores. O gerente de suprimentos afirma que a empresa utiliza o software Lantek para apoiar a área fabril e o SIM+ para gerenciar a manutenção dos equipamentos. Essas ferramentas fornecem suporte tecnológico fundamental para a operação. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior decorre sobre as máquinas que estão sempre interligadas à rede, e os dados são enviados manualmente quando um funcionário aciona o equipamento. Isso permite um monitoramento em tempo real do status da fabricação e a análise de custos com base nas informações coletadas.

A respeito da seleção de terceirizações e proteção do patrimônio intelectual, o planejador de projetos expõe que a terceirização não é comum na cultura da empresa, mas quando é necessária, informações de produção são compartilhadas parcialmente com o

fornecedor para preservar a tecnologia da empresa. Contratos de confidencialidade desempenham um papel importante nas negociações. O gerente de suprimentos explana sobre como as terceirizações são importantes para preencher lacunas na produção. Para itens críticos e estratégicos, terceiros são homologados por meio de contratos que visam proteger as tecnologias da empresa. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior declara que Informações relacionadas ao patrimônio intelectual ou segredos de industrialização são estritamente controladas e acessíveis apenas a alguns membros da equipe de engenharia. Terceiros participam de processos que não envolvem informações sigilosas.

Em referência à limitação do poder de ação dos usuários, o planejador de projetos discorre que o sistema MRP possui várias telas e aplicativos que são liberados com base nas funções e cargos dos usuários. Por exemplo, a função de aprovar solicitações é acessível aos gerentes. O gerente de suprimentos informou que a empresa implementa um mapeamento de alçadas, estabelecendo limites de atuação no sistema de acordo com as áreas de responsabilidade. O responsável pelas logísticas e vendas ao exterior, afirma que o poder de ação de cada usuário é limitado de acordo com seu setor de atuação e cargo. Isso respeita uma hierarquia na empresa e garante que apenas funcionários autorizados tenham acesso a determinadas informações e ações.

Assim, a empresa adota medidas para mitigar os riscos tecnológicos, incluindo o compartilhamento controlado de informações com terceiros, a proteção do patrimônio intelectual por meio de contratos e a limitação do acesso e poder de ação dos usuários de acordo com suas funções e hierarquia na organização. Essas práticas contribuem para a segurança e o gerenciamento eficaz dos riscos tecnológicos associados à Indústria 4.0.

## 5. DISCUSSÃO

As opiniões dos três entrevistados convergem com as ideias previamente discutidas por Gorecky (2014), destacando a importância do conhecimento em manufatura como alicerce para lidar com as tecnologias da Indústria 4.0. Isso se torna evidente na abordagem da empresa em relação aos perigos associados ao sistema 4.0. O sistema MRP, que limita a autorização dos usuários, reflete um compromisso significativo com a proteção do patrimônio intelectual.

Os dados coletados nas entrevistas ajudaram a mapear o planejamento de projetos na empresa em análise. Segundo os entrevistados, a empresa está fortemente comprometida em seguir o padrão 4.0, alinhando-se com o conceito de processo sequencial e híbrido mencionado por Pedagopu e Kumar (2014).

A utilização de um software para planejamento, fornece aos usuários informações

valiosas para o acompanhamento da produção. Isso coincide com o impacto principal mencionado pelos entrevistados nas respostas, que ressalta a importância da manufatura se comunicar por meio da troca de dados virtuais, como discutido por Brettel (2014).

Embora não tenha sido identificado o uso direto do sistema CAPP pelos entrevistados, eles mencionaram que há uma correlação entre os métodos CAM e CAD na manufatura por meio dos softwares NX da Siemens e Lantek, criando um cenário próximo ao proposto no projeto.

Como descrito por Brettel (2014) e reforçado pelas respostas dos entrevistados, a empresa em análise dedica-se à integração de tecnologias de Informação. A interconexão das máquinas por meio da internet acumula informações valiosas, nutrindo o banco de dados e gerando relatórios de análise mais precisos. Esses relatórios permitem um acompanhamento em tempo real da fabricação, fornecendo alertas ao planejador para tomar medidas caso ocorram desvios no processo de fabricação que impactem os prazos de entrega.

A proteção do patrimônio intelectual é uma preocupação fundamental da empresa, uma vez que a exposição de segredos industriais poderia ser prejudicial. A empresa adota medidas para minimizar esse risco, como selecionar cuidadosamente parceiros terceirizados e compartilhar informações de fabricação parcialmente. Isso preserva as informações completas apenas para alguns membros da equipe de engenharia, limitando o acesso e o poder de ação dos usuários.

Dessa forma, a discussão destaca o compromisso da empresa em análise com a Indústria 4.0, a importância do uso de software de planejamento e a dedicação à proteção do patrimônio intelectual. Esses fatores ilustram a postura proativa da empresa em abordar os desafios e oportunidades oferecidos pela era da manufatura avançada.

## **6. CONCLUSÕES**

Este estudo fornece uma visão das práticas de uma empresa, examinando como ela opera no contexto da Indústria 4.0, e como responde às mudanças tecnológicas e de gestão. Com base nos dados coletados e nas entrevistas realizadas várias conclusões importantes podem ser destacadas.

Em primeiro lugar, a transformação para a Indústria 4.0 deve ser considerada desde o início da fundação de uma empresa. À medida que a tecnologia avança, o fator humano nas operações de fabricação diminui, dando lugar a tecnologias avançadas, análise de dados (Big Data) e Internet das Coisas. Profissões, como a de planejamento de projetos, também passam por mudanças, exigindo a automação de processos, incluindo o planejamento de processos. Isso significa que o planejamento de processos se transforma em planejamento

de produtos, implementado por meio de plataformas de software e a digitalização/realidade virtual.

As práticas da empresa em análise se alinham com a literatura internacional sobre a Indústria 4.0. Isso sugere que é possível adotar os conceitos globais da Indústria 4.0 no Brasil, mesmo que haja desafios financeiros e de segurança a serem superados.

Os planejadores de projetos desempenham um papel fundamental no sistema de fabricação e são habilitados por várias plataformas de software de planejamento de produtos e processos. Isso resulta em uma maximização da produtividade, qualidade e capacidade de customização em massa com menor custo de produção. No entanto, questões financeiras e de segurança continuam a ser preocupações significativas nesta abordagem.

A interconexão dinâmica entre seres humanos, máquinas e sistemas de auto-otimização em tempo real pode afetar significativamente os processos de uma empresa. No entanto, essa complexidade gera grandes volumes de dados, apresentando desafios para a segurança, integridade e disponibilidade em tempo real dessas informações.

Os riscos também evoluem, sendo a segurança da informação a maior preocupação. Ataques cibernéticos e perda de integridade de dados são ameaças significativas, cuja frequência é incerta. A estrutura de gerenciamento de riscos deve ser flexível e adaptável às mudanças contínuas nos requisitos do sistema. A integração de indicadores de desempenho e riscos é essencial para uma gestão eficaz dos riscos a nível empresarial.

Portanto, a adaptação à Indústria 4.0 para as empresas brasileiras é fundamental para se manter competitiva no cenário atual. Destaca-se a importância da necessidade de equilibrar inovação tecnológica com considerações financeiras e de segurança, bem como a importância da gestão de riscos para proteger ativos e garantir a continuidade dos negócios. O entendimento do cenário da Indústria 4.0 e seus impactos nas operações empresariais serve como uma base valiosa para futuras implementações e práticas do setor.

## REFERÊNCIAS

ANDERSSON, OSCAR; SEMERE, DANIEL; MELANDER, ARNE; ARVIDSSON, MAGNUS; LINDBERG, BENGT. **Digitalization of Process Planning of Spot Welding in Body-in-white**. *Procedia CIRP*, [S. l.], v. 50, p. 618-623, 5 ago. 2016.

BRETTEL, MALTE; FRIEDERICHSEN, NIKLAS; KELLER, M.; ROSENBERG, MARIUS. **How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0**. *Perspective*. [S. l.: s. n.], 2014.

CONTI, MARCO; PASSARELLA, ANDREA; DAS, SAJAL K. **The Internet of People (IoP): A new wave in pervasive mobile computing**. *Pervasive and Mobile Computing*, [S. l.], v. 41, p. 1-27,

22 jul. 2017.

CUMMINGS, THOMAS G.; WORLEY, CHRISTOPHER G. **Organization Development & Change**. 10. ed. [S. l.]: Cengage Learning, 2014. 810 p. ISBN 1133190456.

GOMES, R. A. **A análise de dados em pesquisa qualitativa**. In: MYAIO, M. C. S. (Org). Pesquisa social: teoria, método, criatividade. Petrópolis: Vozes, 1994. P. 67 a 80.

GORECKY, DOMINIC; SCHMITT, MATHIAS; LOSKYLL, MATTHIAS; ZÜHLKE, DETLEF. **Human-machine-interaction in the industry 4.0 era**. 2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Porto Alegre, Brasil, p. 289-294, 6 nov. 2014.

HANNAN, MAHAMMAD A.; FAISAL, MOHAMMAD; KER, PIN JERN; MUN, LOOE HUI; PARVIN, KHADIJA; MAHLIA, TEUKU MEURAH INDRA; BLAABJERG, FREDE. **A Review of Internet of Energy Based Building Energy Management Systems: Issues and Recommendations**. IEEE, [S. l.], p. 38997-39014, 4 jul. 2018.

H. LASI, P. FETTKE, H.G. KEMPER, T. FELD, M. **Hoffmann, Industry 4.0**. Business & Information Systems Engineering, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 239–242, 2014.

HERMANN, MARIO; PENTEK, TOBIAS; OTTO, BORIS. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios**. IEEE, [S. l.], p. 3928–3937, 10 jan. 2016.

KUMAR, KAUSHIK; ZINDANI, DIVYA; DAVIM, J. PAULO. **Industry 4.0: Developments Towards the Fourth Industrial**. [S. l.]: Springer, 2019. 59 p. ISBN 981138164X.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H.-A. **A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems**. Manufacturing Letters, v. 3, p. 18–23, 1 jan. 2015.

LOM, MICHAL; PRIBYL, ONDREJ; SVITEK, MIROSLAV. **Industry 4.0 as a part of smart cities**. IEEE, 2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP), p. 1-6, 30 jun. 2016.

MIGUEL, PAULO A. CAUCHICK; SOUSA, RUI - O Método do Estudo de Caso na Engenharia de Produção. In MIGUEL, PAULO A. CAUCHICK (coord.) - **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2.ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. ISBN 978-85-352-4850-0. Cap. 6, p. 131-148

OESTERREICH, THUY DUONG; TEUTEBERG, FRANK. **Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry**. Computers in Industry, [S. l.], v. 83, p. 121-139, 9 jun. 2016.

PEDAGOPU, V. M.; KUMAR, M. **Integration of CAD/CAPP/CAM/CNC to Augment the**

**Efficiency of CIM.** In: INTERNATIONAL Review of Applied Engineering Research. [S. l.]: Research India Publications, 2014. v. 4, p. 171-176. ISBN 2248-9967.

SACOMANO, JOSÉ BENEDITO; SILVA, MÁRCIA TERRA DA; GONÇALVES, RODRIGO FRANCO; BONILLA, SÍLVIA HELENA; SÁTYRO, WALTER. **Indústria 4.0: Conceitos e fundamentos.** 1. ed. [S. l.]: Blucher, 2018. 169 p. ISBN 9788521213703.

SOLTOVSK, RAMON; RESENDE, LUIS M. M.; PONTES, JOSEANE; YOSHINO, RUI T.; SILVA, LEONARDO B. P. DA. **Um estudo quantitativo sobre os riscos da indústria 4.0 no contexto industrial: Uma revisão sistemática da literatura.** Novo Hamburgo: Gestão e Desenvolvimento, 2020. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/2245/2698>. Acesso em: 22 maio. 2022

VOSS, CHRIS; TSIKRIKTSIS, NIKOS; FROHLICH, MARK. **Case research in operations management.** International Journal of Operations & Production Management, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 195-219, 1 fev. 2002.

WANG, SHIYONG; WAN, JIAFU; ZHANG, DAQIANG; LI, DI; ZHANG, CHUNCHUA. **Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination.** Comput. Networks, [S. l.], v. 101, p. 158-168, 4 jun. 2016.