



25 a 28  
setembro  
2024  
Campus Central UEPG  
Ponta Grossa | PR

Explorando as Interseções das Inteligências  
Artificiais na Sociedade Atual

Realização:



Apoio:



COMTURPG



## INFLUÊNCIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA PRODUÇÃO POR PROJETOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

### INFLUENCES OF INDUSTRY 4.0 ON PROJECT-BASED PRODUCTION: A CASE STUDY IN A FURNITURE INDUSTRY

#### ÁREA TEMÁTICA: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E EMPREENDEDORISMO

Taluan Lustosa Reis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, [taluanreis@alunos.utfpr.edu.br](mailto:taluanreis@alunos.utfpr.edu.br)

Reinalda Blanco Pereira, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, [reinaldab@utfpr.edu.br](mailto:reinaldab@utfpr.edu.br)

Reginaldo Borges, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, [rborges@utfpr.edu.br](mailto:rborges@utfpr.edu.br)

Cidmar Ortiz dos Santos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, [cidmar@utfpr.edu.br](mailto:cidmar@utfpr.edu.br)

Carine Cristiane Machado Urbim Pasa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil,  
[carinepasa@utfpr.edu.br](mailto:carinepasa@utfpr.edu.br)

#### Resumo

A indústria moveleira conhecida por sua habilidade em criar mobiliário personalizado e sob medida, desempenha um papel fundamental na materialização das preferências individuais dos consumidores. A crescente demanda por projetos personalizados nesse setor impulsiona a necessidade de eficiência e inovação nos processos produtivos. Esta pesquisa busca enriquecer o conhecimento acadêmico ao oferecer uma análise aprofundada das transformações derivadas da implementação das tecnologias da I4.0 nos processos de fabricação de móveis sob medida, preenchendo lacunas na literatura existente. O objetivo do estudo é identificar as influências da I4.0 em uma indústria moveleira com produção por projetos. A metodologia empregada consistiu em uma abordagem aplicada, qualitativa, exploratória e descritiva e um estudo de caso em uma empresa do setor moveleiro que adota os conceitos da I4.0, com foco na produção por projetos. As ferramentas Cinco Forças de Porter e Estratégias Genéricas de Porter foram utilizadas para coletar e organizar as informações sobre o posicionamento estratégico da indústria objeto do estudo, proporcionando uma análise abrangente das mudanças tecnológicas e seus impactos nesse contexto específico. Os resultados desta pesquisa incluem *insights* valiosos sobre como a I4.0 afeta os processos de produção por projetos na indústria moveleira, contribuindo assim para a compreensão mais ampla e a aplicação prática dessas tecnologias no setor. Em última análise, o estudo visou fornecer subsídios para o aprimoramento das práticas industriais, promovendo a eficiência e a inovação nas empresas do ramo.

**Palavras-chave:** gestão; tecnologias capacitadoras; móveis sob medida; personalização.

#### Abstract

*The furniture industry, renowned for its ability to create customized and tailor-made furniture, plays a crucial role in bringing individual consumer preferences to fruition. The growing demand for personalized projects in this sector is driving the need for efficiency and innovation in production processes. This research aims to enrich*

*academic knowledge by providing an in-depth analysis of the transformations resulting from the implementation of Industry 4.0 technologies in custom furniture manufacturing processes, addressing gaps in existing literature. The study's objective is to identify the influences of Industry 4.0 on project-based production in the furniture industry. The employed methodology consists of an applied, exploratory, and descriptive approach, utilizing a mixed methodology (quantitative and qualitative) and a case study in a furniture industry company that adopts Industry 4.0 concepts, with a focus on project-based production. Porter's Five Forces and Porter's Generic Strategies tools will be used to collect and organize information about the strategic positioning of the studied industry, providing a comprehensive analysis of technological changes and their impacts in this specific context. Expected results from this research include valuable insights into how Industry 4.0 affects project-based production processes in the furniture industry, contributing to a broader understanding and practical application of these technologies in the sector. Ultimately, the study aims to provide support for improving industrial practices, promoting efficiency, and fostering innovation in companies within the field.*

**Keywords:** *management; enabling technologies; custom furniture; customization.*

## 1. INTRODUÇÃO

Na produção por projetos reside a busca incansável por soluções personalizadas e profundamente adaptáveis, cuidadosamente elaboradas para atender às particularidades distintas de cada projeto. Dentro dessa atmosfera de criação sob medida, a Indústria 4.0 (I4.0) emerge como um protagonista de grande influência, desencadeando uma revolução tecnológica que redefine os padrões da manufatura contemporânea.

A evolução da manufatura de produtos ao longo da história, de acordo com Almeida (2019) tem sido marcada por mudanças profundas nos processos e métodos produtivos. De acordo com o autor, um ponto de virada significativo foi a Revolução Industrial, que deslocou artesãos para ambientes fabris e impulsionou a produção em larga escala.

A primeira Revolução Industrial abrangeu um período extenso de 201 anos, ou seja, entre 1712 até 1913, seguida por uma segunda fase caracterizada pela produção em massa introduzida por Henry Ford. A terceira Revolução Industrial marcou a era da automação e controle eletrônico e durou até 2010 (Almeida, 2019). Com isso, deu espaço para a surgimento da Indústria 4.0, que por seu alto potencial de mudança da manufatura pode ser considerada como a 4ª Revolução Industrial (Alexopoulos *et al.*, 2016).

A expressão "Indústria 4.0" teve origem na Alemanha e foi cunhada como parte de um projeto estratégico de alta tecnologia do governo alemão. Ela foi mencionada pela primeira vez na Feira de Hannover, em 2011, como parte da estratégia de manufatura de alta tecnologia do país (Xu *et al.*, 2018).

A I4.0 representa uma visão para o futuro da manufatura, onde a integração de tecnologias capacitadoras avançadas, como Internet das Coisas, inteligência artificial, análise de dados, computação em nuvem e automação, transforma radicalmente a forma como os produtos são produzidos, fabricados e entregues (Rupp *et al.*, 2021).

Essa abordagem busca criar fábricas mais eficientes, flexíveis e autônomas, onde os sistemas podem se comunicar, colaborar e tomar decisões de forma autônoma para otimizar a produção. A I4.0 se caracteriza pelo uso de tecnologias que visam atender de forma personalizada às necessidades dos clientes, permitindo a customização em massa de produtos. Isso se traduz em maior produtividade, lucratividade e satisfação do cliente, além da capacidade de rastrear produtos com precisão, melhorar a qualidade e reduzir prazos de entrega e custos associados (Ribeiro e Abreu, 2020).

Neste sentido a produção por projetos, focada na criação de produtos únicos ou personalizados em resposta às demandas dos clientes, ganha destaque. A transição de processos de produção em massa para lotes menores e personalizados é evidência da adaptação às necessidades do mercado, onde a agilidade e a satisfação do cliente são prioritárias. A concretização dessas

ideias inovadoras encontra terreno fértil na implementação das tecnologias da I4.0 (Suleiman *et al.*, 2021).

A produção personalizada, mesmo em lotes de tamanho um, se beneficia amplamente do uso de sistemas avançados de identificação, como as tecnologias de radiofrequência ou códigos de matriz de dados. Por meio desses mecanismos, cada etapa do processo produtivo pode ser perfeitamente ajustada às necessidades precisas de cada pedido, elevando a eficiência e a qualidade a novos patamares (Simons *et al.*, 2017).

O objetivo deste estudo foi identificar as influências da I4.0 na produção por projetos de uma indústria moveleira. Esta pesquisa visou contribuir para o avanço do conhecimento acadêmico, fornecendo uma análise aprofundada das transformações decorrentes das tecnologias da I4.0 nos processos de fabricação de móveis sob medida, preenchendo lacunas na literatura existente.

Além disso, ao oferecer insights práticos, pode servir como uma referência valiosa para pesquisadores, professores e estudantes interessados na interseção entre tecnologia e produção personalizada, enriquecendo o meio acadêmico com uma perspectiva atualizada e relevante sobre o assunto. Paralelamente, esta pesquisa pode potencialmente auxiliar as empresas do setor a se adaptarem às mudanças tecnológicas e a melhorarem suas práticas de produção, beneficiando assim tanto a academia quanto a indústria.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Histórico da I4.0, conceituação e características

Em 2011, a Alemanha introduziu uma abordagem inovadora para impulsionar sua indústria, lançando a "*Plattform Industrie 4.0*". O Governo Federal Alemão apresenta a I4.0 como um modelo emergente no qual os sistemas de manufatura e logística assumem a forma de Sistemas de Produção Física Cibernética (Vaidya *et al.*, 2018).

Dentro dessa visão, há uma exploração intensa da rede global de informações e comunicações para possibilitar uma troca de dados amplamente automatizada. Nesse contexto, a produção e os processos de negócios são interligados, fomentando uma abordagem completamente integrada (Vaidya *et al.*, 2018). Esse conceito foi posteriormente adotado nos Estados Unidos pelo "Industrial Internet Consortium" e no Japão através da "Industrial Value Chain Initiative" (Issa *et al.*, 2018).

A I4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, diz respeito a um paradigma de transformação na produção industrial. Ela se fundamenta na integração de tecnologias disruptivas, tais como a Internet das Coisas, Big Data, Computação em Nuvem, Inteligência Artificial, Manufatura Aditiva, Realidade Virtual e Aumentada, Cibersegurança, Sistemas de Produção Flexíveis e Integração de Cadeia de Valor. Essas tecnologias capacitam a automação avançada, otimização de processos e personalização na fabricação industrial, promovendo uma revolução na eficiência operacional e na competitividade das empresas em escala global (Almeida, 2019).

A I4.0, para Rupp *et al.* (2021), representa uma etapa da revolução industrial, com o potencial de redefinir profundamente o processo de produção e revolucionar a forma como humanos e máquinas se comunicam. Além disso, essa abordagem também tem o poder de remodelar as relações entre fornecedores, fabricantes e clientes, introduzindo novas formas de interação.

Segundo Suleiman *et al.* (2021), a I4.0 possui nove conceitos fundamentais de melhorias que podem ser alcançados por meio da aplicação das tecnologias capacitadoras que compõem a I4.0: diminuição de custos, confiabilidade/transparência dos dados, tomada de decisão autônoma ou

descentralizada, economia de tempo/redução do tempo de processo, diminuição do tempo de entrega, melhoria da qualidade, aumento da produtividade, melhoria da sustentabilidade/melhor gestão dos recursos, agilidade/flexibilidade e acompanhamento de estoque em tempo real.

Conforme Vaidya *et al.* (2018), a I4.0 utiliza as tecnologias capacitadoras dentro de um sistema de produção, inseridas em 9 pilares da I4.0. As tecnologias capacitadoras são classificadas por Vaidya *et al.* (2018), Ribeiro e Abreu (2020) como: Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Automação Avançada, Computação em Nuvem, Manufatura Aditiva, Cibersegurança e Sistemas Ciberfísicos, Integração de Sistemas e Big Data.

## **2.2 Sistemas de produção**

A produção desempenha um papel crucial ao agregar valor aos clientes e ao fortalecer a competitividade da empresa, mediante a capacidade de atender às necessidades específicas desses clientes por meio de seu sistema de produção. Essa conquista está intrinsecamente ligada à habilidade da produção de estabelecer as prioridades adequadas entre seus objetivos de desempenho, nomeadamente qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo (Slack *et al.*, 2023).

De acordo com Moreira (2012), o sistema de produção pode ser definido como um conjunto de etapas interconectadas envolvidas na criação de bens ou serviços. Durante esse processo, os recursos de entrada ou insumos passam por transformações ao longo da cadeia produtiva, resultando em produtos acabados ou parcialmente acabados.

Um processo de transformação é conhecido como o processo de conversão. Na saída do sistema, encontra-se os produtos finalizados. Para concluir o ciclo de produção, há também um subsistema de controle, cuja responsabilidade é garantir que todas as atividades na cadeia sejam executadas dentro do prazo estabelecido, com alta qualidade e de acordo com os padrões estabelecidos pela empresa (Moreira, 2012).

Segundo Tubino (2017), a tipologia dos sistemas de produção visa tornar mais simples a compreensão das características específicas de cada sistema de produção e como eles se relacionam com a complexidade das tarefas envolvidas no planejamento e controle desses sistemas. Segundo o autor, as tipologias estão relacionadas com fatores como: grau de padronização dos produtos e volume demandado pelo mercado.

## **2.3 Produção por projetos**

A produção por projetos, para Lobo e Silva (2021), busca atender uma necessidade específica do cliente, dentro de um prazo definido. Ao término o sistema produtivo se foca em um novo projeto, portanto os recursos de produção são altamente flexíveis permitindo assim que cada projeto seja totalmente distinto do anterior.

Segundo os autores Graeml e Csillag (2009), a padronização desempenhou um papel crucial na Revolução Industrial, resultando em custos de produção mais baixos e produtos mais acessíveis. Segundo os autores, no entanto, atualmente, a automação flexível permite a personalização dos produtos sem sacrificar as economias de escala. Para os autores, em mercados altamente competitivos, o valor tornou-se essencial, uma vez que os clientes buscam produtos e serviços que atendam às suas necessidades individuais.

Empresas já tentaram explorar essa estratégia desde o início da década de 1990, produzindo itens sob medida que atendem às necessidades individuais dos clientes sem renunciar às vantagens da produção em larga escala, porém logo tiveram que abandonar o modelo por

dificuldades enfrentadas no modelo, dificuldades estas, principalmente ligadas há falta de tecnologias adequadas para o bom funcionamento desta estratégia (Graeml e Csillag, 2009).

A busca por viabilizar está estratégia de fabricar peças personalizadas em massa e de maneira econômica motivou a pesquisa e desenvolvimento de uma célula de fabricação híbrida. A pesquisa em Manufatura Integrada por Computador, que abrange Sistemas de Manufatura Flexíveis e Sistemas de Manufatura Reconfiguráveis, desempenha um papel crucial nesse contexto. A Manufatura Integrada por Computador, como um processo automatizado programável, integra várias funcionalidades de fabricação, como Design Assistido por Computador, Fabricação Assistida por Computador, Manuseio Automatizado de Materiais e Controle Numérico Computadorizado (Hassan e Bright, 2012).

## **2.4 Gestão estratégica**

A gestão estratégica busca combinar o planejamento estratégico com sua execução em um único processo, seu objetivo é garantir as mudanças necessárias na organização para implementar o plano e envolver os diversos níveis da organização na tomada de decisões. Portanto, consiste em um conjunto de atividades deliberadas e planejadas, tanto estratégicas quanto operacionais e organizacionais, que têm como objetivo alinhar e integrar a capacidade interna da organização com o ambiente externo (Tavares, 2010). Essas diversas abordagens oferecem uma visão abrangente da complexidade da estratégia, destacando sua natureza multifacetada e as diferentes dimensões que podem influenciar sua concepção e implementação (Mintzberg *et al.*, 2009).

No que diz respeito à sua finalidade, a gestão estratégica busca garantir o crescimento, a continuidade e a sustentabilidade da organização através da constante adaptação de sua estratégia, habilidades e estrutura. Isso permite que a organização esteja preparada para enfrentar as mudanças que ocorrem ou são previstas em seu ambiente externo ou interno, agindo de forma proativa para antecipar essas mudanças (Costa, 2012).

A gestão estratégica passou por três fases distintas: na primeira, o foco era o planejamento financeiro, com ênfase no orçamento como instrumento de controle. Na segunda, houve uma ênfase em objetivos de longo prazo e na alocação de recursos financeiros para alcançá-los. A terceira fase priorizou o desenvolvimento de estratégias flexíveis ao longo do tempo. A gestão estratégica se destaca por sua abordagem integrada e equilibrada para utilizar todos os recursos da organização na busca de seus objetivos (Tavares, 2010).

A pesquisa e a evolução da gestão estratégica têm como objetivo auxiliar os líderes a enfrentar a dinâmica da concorrência e conquistar uma vantagem competitiva em relação aos seus rivais. Para formular estratégias de forma organizada, os executivos utilizam várias ferramentas de análise e planejamento, exemplos incluem o modelo das cinco forças de Porter para avaliar as indústrias, o modelo BCG, a matriz de atratividade da McKinsey, as estratégias genéricas de negócios, a análise SWOT, entre outros. Essas ferramentas têm como objetivo transformar dados coletados do ambiente competitivo e interno da empresa em informações que orientam as ações estratégicas (Serra *et al.*, 2014).

## **2.5 Ferramentas estratégicas**

Michael Porter, um professor dos Estados Unidos, conforme a ferramenta Cinco Forças de Porter, identificou os fatores que influenciam a competição na indústria, que podem ser classificados da seguinte forma: a possibilidade de novas empresas entrarem no mercado, a influência que os clientes e fornecedores têm, a ameaça de produtos concorrentes e a rivalidade entre as empresas estabelecidas (Serra *et al.*, 2014).

A combinação de duas principais formas de vantagens competitivas e a amplitude de atuação da organização, resultam em três estratégias competitivas: diferenciação, liderança em custos e foco. As estratégias de liderança em custos e diferenciação visam obter vantagens competitivas em toda a indústria, sendo chamadas de Estratégias Genéricas de Porter (Brugnolo, 2018).

A estratégia de liderança em custos busca eficiência na produção, aproveitando economias de escala e materiais mais acessíveis. Por outro lado, a estratégia de diferenciação oferece produtos com características distintas que permitem cobrar preços mais elevados sem perder clientes. Enquanto isso, a estratégia de foco concentra esforços em um mercado específico, seja ele geográfico, de produtos ou de clientes (Brugnolo, 2018).

Magretta (2019) define a estratégia como competir, entregando valor exclusivo para um grupo específico de clientes ou usos, mesmo em setores aparentemente homogêneos, há oportunidades para diferenciação em várias partes da cadeia de valor. Segundo o autor, para obter vantagem competitiva, uma empresa deve entregar seu valor distintivo por meio de uma cadeia de valor distintiva, realizando atividades diferentes dos concorrentes ou atividades semelhantes de maneira única. Ainda conforme o autor, proposição de valor e a cadeia de valor estão intimamente relacionadas na estratégia, integrando demanda e oferta.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 A empresa objeto do estudo**

No âmbito deste estudo, será abordada uma empresa especializada na produção de mobiliário para o mercado hoteleiro no Brasil. Fundada em 1977, a empresa em questão tem se destacado nesse setor de atuação devido à sua alta qualidade, agilidade e compromisso no cumprimento de prazos. Ao longo dos anos, a organização conquistou um lugar de destaque no mercado, atendendo com excelência aos principais empreendimentos de alto padrão desse ramo.

Atualmente, a empresa atende ao nicho mais exigente do mercado hoteleiro, garantindo uma produção e logística impecáveis. Com uma fábrica localizada em um parque industrial de 15.000m<sup>2</sup>, no estado do Paraná, a empresa aproveita o conhecido polo de mão de obra altamente qualificada e especializada em seu processo produtivo.

A empresa em estudo consolidou sua posição como líder no mercado brasileiro de móveis sob encomenda para a hotelaria. Ela se destaca constantemente por aprimorar seus serviços a fim de atender às demandas ambiciosas dos clientes, transformando projetos em realidade e estabelecendo-se como referência no setor.

A empresa realizou investimentos significativos, adquirindo novos maquinários que permitiram a incorporação dos conceitos da I4.0 em seu processo produtivo. Essas mudanças tecnológicas trouxeram consigo novas perspectivas à produção da empresa, as quais se constituem no foco central desta pesquisa. A implementação da I4.0 representa um marco importante em sua trajetória e é o ponto de partida para a análise detalhada das transformações e melhorias que essa transição trouxe.

#### **3.2 Classificação da pesquisa**

A pesquisa é um conjunto de processos sistemáticos e críticos que empregamos de maneira empírica para a investigação de um fenômeno específico. De acordo com a abordagem seguida, a pesquisa pode ser classificada em três categorias principais: pesquisa quantitativa, pesquisa qualitativa e pesquisa mista, cada uma oferecendo abordagens distintas para a obtenção de dados e análise (Sampieri *et al*, 2013). O estudo é classificado da seguinte forma: pesquisa

aplicada, exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e estudo de caso em uma indústria do setor moveleiro, com ênfase na produção por projetos.

A abordagem descritiva permitiu analisar as características e fenômenos relacionados à adoção da I4.0 na empresa, enquanto a abordagem exploratória buscará investigar mais profundamente as mudanças tecnológicas e seu impacto no ambiente empresarial. A metodologia utilizou abordagens qualitativas, como questionário aplicado ao gerente de produção, observações e análise de documentos, para compreender as percepções e impactos subjetivos da I4.0. Isso permitiu uma análise detalhada das mudanças ocorridas na empresa, considerando aspectos como qualidade, agilidade na produção, compromisso com prazos e logística eficiente.

Para a análise do posicionamento estratégico da empresa em estudo e conhecimento da sua atuação em um ambiente competitivo e desafiante como o ramo moveleiro de alto padrão, foram utilizadas as ferramentas Cinco Forças de Porter e Estratégias Genéricas de Porter, tendo em vista que juntas e combinadas permitem a detecção do desempenho estratégico da indústria e as influências da I4.0 no processo produtivo.

Com base nesses parâmetros de pesquisa, o estudo buscou proporcionar uma visão abrangente das implicações da I4.0 no contexto da indústria moveleira, especialmente no que se refere ao sistema de produção por projetos, contribuindo para o entendimento dos desafios e benefícios dessa transformação tecnológica no setor.

### 3.3. Etapas da aplicação da pesquisa

O desenvolvimento deste estudo compreendeu cinco etapas fundamentais, com foco na pesquisa e análise de uma indústria específica no contexto de sua estratégia de negócios. Cada etapa desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da pesquisa e na obtenção dos resultados desejados, conforme ilustra a Figura 1:

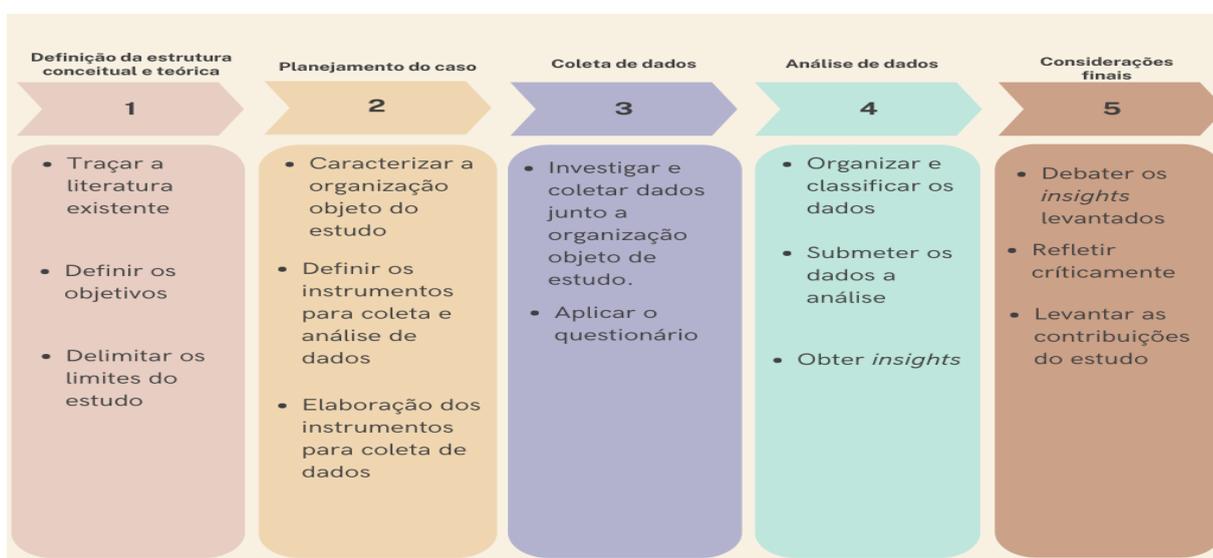


Figura 1 – Etapas de desenvolvimento da pesquisa

A fase 1 compreendeu a definição da estrutura conceitual e teórica, que realizou a revisão abrangente da literatura, a definição dos objetivos e a delimitação do estudo. A fase 2 contemplou a caracterização da empresa pesquisada e os instrumentos para a coleta e análise dos dados. Na fase 3 foi definida a coleta dos dados e a aplicação do questionário. A fase 4 contou com a análise dos dados coletados e por último, na fase 5 foram abordadas as considerações finais e as contribuições do estudo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 O processo produtivo

A empresa em análise está situada em um amplo parque industrial de 15.000 m<sup>2</sup>, fornecendo uma infraestrutura significativa para suas operações na indústria moveleira. O atual processo produtivo adere a uma abordagem sob medida, centrada na produção de mobiliário personalizado para hotéis de luxo. Esse enfoque é particularmente evidente nos projetos realizados, predominantemente em redes hoteleiras de alto padrão, nos quais a empresa se destaca.

Os projetos englobam uma considerável quantidade de quartos, sendo que a empresa assume a responsabilidade integral desde a concepção até a instalação in loco dos móveis. Essa prática destaca a especialização da empresa não apenas na fabricação, mas também na personalização e na logística envolvida na implementação de ambientes completos para seus clientes hoteleiros exigentes. Este cenário específico confere uma singularidade ao processo produtivo, orientando a pesquisa para compreender melhor os desafios e as eficiências inerentes a esse modelo de negócios.

A automação é uma peça fundamental no processo produtivo da organização, permeando todas as etapas, com exceção dos acabamentos mais refinados, que são meticulosamente realizados manualmente. O sistema automatizado é interconectado, garantindo uma comunicação eficiente entre as máquinas.

Cada peça fabricada possui um rastreamento que proporciona fácil acesso a informações detalhadas sobre os procedimentos a serem realizados em cada estágio do processo. Esse controle estendido também inclui a localização exata das peças no fluxo produtivo, proporcionando uma gestão eficaz do ciclo de produção

Um ponto de destaque adicional é a integração das máquinas ao sistema de gerenciamento de resíduos da empresa, evidenciando um compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental. Essa interconexão não apenas otimiza a eficiência do processo, mas também reforça a abordagem consciente da empresa em relação aos impactos ambientais associados à sua produção. A Figura 2 apresenta parte do processo produtivo da empresa:

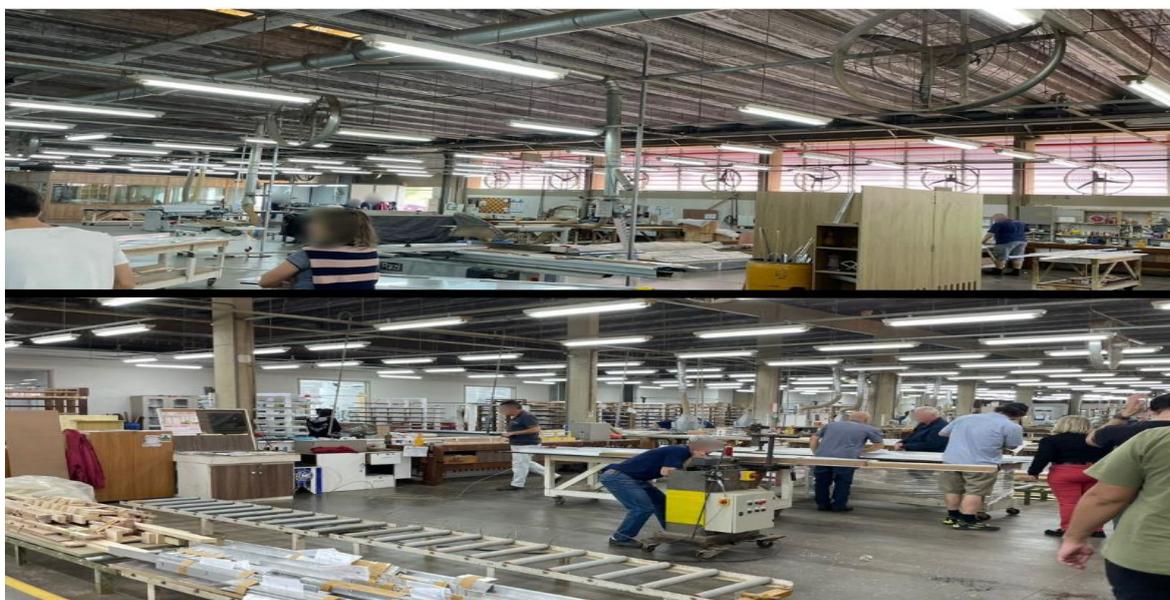


Figura 2 – Processo produtivo

Em termos de sequência operacional, o processo produtivo segue uma ordem lógica: inicia-se com o seccionamento das chapas, seguido pela colagem de lâminas, usinagem CNC, colagem de bordas e, por fim, os acabamentos. Essa delimitação estruturada proporciona uma compreensão clara das fases pelas quais cada peça passa, facilitando a otimização e o controle da produção de móveis personalizados para os exigentes padrões da indústria hoteleira de luxo.

Diante de todas as observações feitas durante a visita à empresa, surgiram questionamentos cruciais que fundamentam a pesquisa. A indagação central concentrou-se na compreensão da influência da automação no contexto do modelo de negócios da produção por projetos, especialmente no segmento específico de móveis personalizados.

## **4.2 Estratégias Genéricas de Porter**

De acordo com o modelo de Michael Porter (1991), existem três estratégias genéricas amplamente reconhecidas que uma empresa pode adotar para alcançar uma vantagem competitiva sustentável: liderança em custos, diferenciação e enfoque (foco).

A empresa se encaixa principalmente na estratégia de diferenciação, esta estratégia envolve destacar-se no mercado oferecendo produtos ou serviços únicos e distintos, que são percebidos pelos clientes como sendo de valor superior em comparação com os concorrentes.

A empresa se destaca no mercado de móveis para grandes redes de hotelaria de luxo ao oferecer projetos personalizados e sob medida que atendem às necessidades exclusivas de cada cliente. Essa personalização vai além de simplesmente adaptar os produtos às preferências estéticas dos clientes; ela envolve uma colaboração profunda e individualizada para entender as necessidades específicas de cada projeto e traduzi-las em soluções de mobiliário exclusivas.

**Projetos Personalizados:** a empresa se diferencia ao oferecer projetos personalizados que são cuidadosamente adaptados para se alinhar com a identidade e a visão de cada grande rede de hotelaria. Cada projeto é desenvolvido em estreita colaboração com o cliente, levando em consideração não apenas as preferências estéticas, mas também as necessidades funcionais, as restrições de espaço e os padrões de qualidade exigidos pelo setor de luxo.

**Qualidade e Excelência:** a diferenciação também é alcançada por meio do compromisso da empresa com a qualidade excepcional e o design de excelência em cada peça de mobiliário produzida. A empresa não apenas atende aos padrões de qualidade mais rigorosos, mas também busca superá-los, garantindo que cada móvel seja uma obra-prima de artesanato e funcionalidade. Essa busca pela perfeição eleva a proposta de valor da empresa, posicionando-a como uma escolha preferencial para as grandes redes de hotelaria que buscam oferecer experiências de luxo distintas aos seus hóspedes.

**Atendimento ao Cliente Personalizado:** além da personalização dos produtos, a empresa também se destaca ao oferecer um atendimento ao cliente altamente personalizado e voltado para as necessidades específicas das grandes redes de hotelaria. Os representantes comerciais são especializados em compreender as demandas e expectativas do setor, fornecendo orientação especializada e assistência personalizada em todas as etapas do processo, desde a concepção até a entrega e instalação dos móveis.

Esses elementos combinados destacam a empresa como líder na estratégia de diferenciação, oferecendo valor único e distinto aos seus clientes-alvo no mercado de móveis para grandes redes de hotelaria de luxo. Ao concentrar-se em criar produtos e serviços que são percebidos como únicos e superiores pelos clientes, a empresa estabelece uma vantagem competitiva sustentável, fortalecendo sua posição no mercado e promovendo o crescimento do negócio a longo prazo.

### 4.3 Cinco Forças de Porter

Com a aplicação do modelo das Cinco Forças de Porter em todos os dados sintetizados anteriormente, é possível posicionar o relacionamento da empresa objeto com cada uma das forças da seguinte forma:

**Ameaça de Novos Entrantes:** a empresa enfrenta uma ameaça moderada de novos entrantes. Embora a entrada na indústria de móveis personalizados para grandes redes de hotelaria de luxo exija um investimento significativo em tecnologia, expertise em design e fabricação, e relacionamentos sólidos com clientes, não é uma barreira intransponível. No entanto, a empresa já estabelecida no mercado e sua reputação consolidada podem dissuadir novos concorrentes, especialmente aqueles que não têm a capacidade de oferecer projetos personalizados de alta qualidade e atender às exigências específicas do setor de luxo.

**Poder de Barganha dos Fornecedores:** o poder de barganha dos fornecedores de matéria-prima pode variar, dependendo da disponibilidade e da escassez de certos materiais no mercado. No entanto, a empresa pode mitigar esse poder ao cultivar relacionamentos sólidos e estratégicos com fornecedores confiáveis e diversificar suas fontes de suprimentos. Além disso, a capacidade da empresa de personalizar projetos e materiais pode reduzir a dependência de fornecedores específicos e aumentar sua flexibilidade nas negociações de preços e condições.

**Poder de Barganha dos Compradores:** o poder de barganha dos compradores, representados pelas grandes redes de hotelaria de luxo, é moderado a alto. Esses compradores têm requisitos específicos e padrões rigorosos de qualidade, e podem procurar múltiplos fornecedores para garantir a melhor oferta. No entanto, a empresa pode mitigar esse poder ao oferecer diferenciação por meio de projetos personalizados, qualidade excepcional e serviço ao cliente personalizado. Ao estabelecer-se como um parceiro confiável e especializado, a empresa pode reduzir a sensibilidade dos compradores aos preços e aumentar a fidelidade à marca.

**Ameaça de Produtos ou Serviços Substitutos:** a ameaça de produtos ou serviços substitutos é relativamente baixa, dado o nicho específico de mercado atendido pela empresa. As grandes redes de hotelaria de luxo valorizam a exclusividade e a personalização oferecidas pelos móveis sob medida, o que reduz significativamente a atratividade de substitutos genéricos ou padronizados. Além disso, a ênfase da empresa na qualidade excepcional e no design de excelência cria uma barreira adicional à entrada de substitutos de baixo custo no mercado.

**Intensidade da Rivalidade entre Concorrentes Existentes:** a intensidade da rivalidade entre os concorrentes existentes é moderada. Embora existam concorrentes no mercado de móveis personalizados para o setor de hotelaria de luxo, a diferenciação oferecida pela empresa em termos de projetos personalizados, qualidade excepcional e serviço ao cliente personalizado pode ajudá-la a se destacar e competir de forma eficaz. No entanto, a concorrência pode aumentar à medida que mais empresas entram no mercado ou buscam diversificar suas ofertas para incluir móveis personalizados.

De uma forma geral, o modelo de negócios da empresa enfrenta desafios e oportunidades associados às Cinco Forças de Porter. No entanto, sua ênfase na diferenciação, qualidade excepcional e serviço personalizado a posiciona de forma vantajosa para enfrentar esses desafios e se destacar no mercado de móveis para grandes redes de hotelaria de luxo.

### 4.4 A I4.0 aplicada ao processo produtivo

No processo produtivo da empresa, é onde se destacam as principais tecnologias capacitadoras da I4.0, especialmente a automação e a Internet das Coisas. A utilização do Controle Numérico Personalizado (CNC) com projetos na nuvem representa um avanço significativo nesse sentido.

Para compreender de melhor forma como o processo produtivo funciona e onde são empregadas as tecnologias capacitadoras, a Figura 3 ilustra o diagrama de processos:

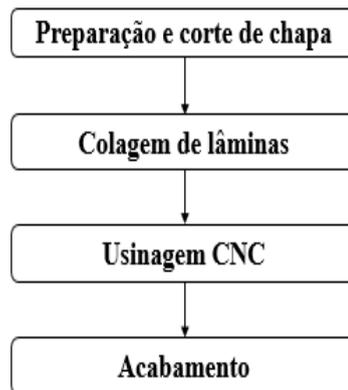


Figura 3 – Diagrama de processos

O processo produtivo tem início com a separação das placas de madeira, uma etapa realizada de forma automatizada pela conexão entre a seccionadora e a empilhadeira automatizada. Esse processo ocorre da seguinte maneira: o operador seleciona no sistema o projeto e a peça a ser produzida. Com base nessa seleção, a seccionadora é acionada, comunicando-se com a empilhadeira automatizada.

Assim que recebe o comando, a empilhadeira automatizada se desloca até o local de armazenamento das placas de madeira e seleciona a placa correta conforme as especificações do projeto. Em seguida, a empilhadeira transporta a placa até a seccionadora, que já está programada para realizar o seccionamento necessário para a produção da peça específica.

Essa integração entre a seccionadora e a empilhadeira automatizada agiliza significativamente o processo de separação das placas de madeira, garantindo precisão e eficiência. Além disso, ao eliminar a necessidade de intervenção manual nessa etapa, reduz-se o risco de erros e aumenta-se a produtividade do processo produtivo como um todo.

Após a separação das placas de madeira, as quais já foram seccionadas conforme as especificações do projeto, estas são transportadas por meio de esteiras de roletes até a prensa térmica. Nesta etapa, serão realizadas a colagem das lâminas nobres nas placas. O processo de comunicação entre os diferentes sistemas produtivos instalados em computadores desempenha um papel fundamental nessa operação.

Assim que as placas seccionadas chegam à prensa térmica, o operador, por meio do sistema produtivo, recebe as informações necessárias sobre a peça que será processada e qual madeira será utilizada para a colagem das lâminas nobres. Com base nessas informações prévias, o operador prepara antecipadamente todos os ajustes e configurações necessárias na prensa, garantindo que a operação seja realizada com o máximo de agilidade e eficiência.

Essa comunicação contínua e precisa entre o sistema produtivo e o operador da prensa permite uma integração perfeita entre as diferentes etapas do processo produtivo. Ao antecipar e preparar todos os aspectos operacionais antes da chegada das peças à prensa, otimiza-se o tempo de setup e minimiza-se o tempo de inatividade, contribuindo para uma produção mais eficiente e ágil.

Após passarem pela prensa térmica, as placas continuam seu trajeto por meio das esteiras rolantes até a usinagem CNC. Este processo é parte crucial do ciclo produtivo, no qual as placas se transformam em peças precisas e personalizadas de acordo com as especificações do projeto.

A máquina de usinagem CNC está completamente integrada ao sistema produtivo da empresa. Todos os aspectos do projeto, bem como os ajustes necessários para a produção de cada peça, são feitos de forma automática, garantindo eficiência e precisão no processo de usinagem.

Por meio da conexão direta com o sistema, as informações sobre as especificações do projeto são transferidas automaticamente para a máquina de usinagem. Isso inclui detalhes como dimensões, formas e padrões de corte. Com base nessas informações, a máquina é programada para executar as operações de usinagem de forma precisa e consistente.

Na última fase do processo produtivo, ocorre o acabamento das peças, que pode envolver diversos processos, como colagem de borda, pintura e envernizamento. A colagem de borda é realizada por meio de uma máquina especializada. Esta máquina é projetada para aplicar fitas de borda ao redor das peças de forma precisa e uniforme. A automação desse processo ajuda a garantir uma aplicação consistente das fitas, resultando em um acabamento de alta qualidade e durabilidade.

Apesar da utilização da máquina para a colagem de borda, é importante ressaltar que outros aspectos do acabamento, como pintura, envernizamento e retoques finais, ainda são realizados manualmente. Isso permite que os operadores garantam a qualidade e a personalização desejadas em cada peça, proporcionando um acabamento refinado e de acordo com as expectativas dos clientes.

Dessa forma, a combinação entre automação e trabalho manual na fase de acabamento permite à empresa alcançar um equilíbrio entre eficiência e qualidade, garantindo que cada peça produzida atenda aos mais altos padrões de excelência.

O diagrama apresenta e delimita os processos que são realizados por meio de automação ao longo do sistema produtivo, proporcionando uma visão clara e objetiva do emprego dessa tecnologia na empresa objeto. Ele detalha especificamente as etapas em que a automação é empregada, desde a separação das placas de madeira até o acabamento das peças. Além disso, é importante ressaltar que as imagens das máquinas no fluxograma são ilustrativas, representando modelos que desempenham a mesma função, embora não sejam exatamente os modelos empregados na empresa objeto de pesquisa. Essa representação visual oferece uma compreensão abrangente e precisa de como a automação é integrada de forma estratégica em todo o processo produtivo, enfatizando sua importância na eficiência, precisão e consistência das operações.

#### **4.5 Contribuições da I4.0 na empresa**

Com base no questionário aplicado sobre a perspectiva do representante da empresa, as contribuições da I4.0 são bastante significativas e relevantes para a eficácia das operações de manufatura desenvolvidas durante o processo produtivo.

A empresa deu um grande passo ao incorporar tecnologias da I4.0, como a Internet das Coisas, Computação em nuvem e manufatura aditiva em seu espaço de produção. Isso se traduziu em um investimento significativo em equipamentos de manufatura automatizados, especialmente projetados para lidar com peças complexas e em grande volume. Essa mudança não apenas reduziu riscos e gargalos, mas também permitiu que a mão de obra se concentrasse em tarefas mais especializadas e específicas.

Essa transformação não parou por aí. Ao integrar essas tecnologias, a empresa viu uma melhoria significativa na capacidade de personalização de seus móveis. Equipamentos comandados eletronicamente garantiram a padronização das peças, reduzindo substancialmente os erros humanos ao longo do processo produtivo.

Essas melhorias não foram apenas internas. A adoção da I4.0 teve um impacto tangível na eficiência geral do processo produtivo da empresa. A automação não só reduziu erros e acidentes de trabalho, mas também aumentou a produção e a padronização das peças, garantindo uma qualidade consistente em cada produto fabricado.

A automação não se limitou a apenas algumas etapas do processo produtivo. Setores como preparação de peças e pintura viram um aumento significativo na automação, com máquinas monitoradas eletronicamente garantindo precisão e qualidade em cada etapa. A transição para essa automação exigiu investimento em equipamentos modernos e um programa abrangente de treinamento para os funcionários.

No que se refere ao treinamento, a empresa reconheceu a importância de capacitar sua equipe para lidar com as novas tecnologias. Os funcionários receberam treinamento específico, tanto dos fabricantes quanto internamente na empresa, garantindo que estivessem preparados para operar e manter os novos equipamentos de forma eficaz.

Monitorar e avaliar o desempenho das máquinas e sistemas automatizados tornou-se uma parte fundamental do processo. Planilhas geradas automaticamente fornecem insights sobre o desempenho e possíveis problemas, enquanto manutenções preventivas são identificadas pelos próprios equipamentos, garantindo operações suaves e sem interrupções.

A decisão de investir em automação não foi tomada de ânimo leve. Envolveu análise cuidadosa da diretoria, área técnica e gerência de produção, considerando pedidos, evolução tecnológica e necessidades específicas da empresa.

Os benefícios da automação foram notáveis não apenas em termos de eficiência, mas também em sustentabilidade. Reduzir desperdícios e erros nos processos resultou em um uso mais consciente dos recursos naturais, contribuindo para uma abordagem mais sustentável da produção.

Essas melhorias não passaram despercebidas pelos clientes. A capacidade de reduzir o tempo de fabricação e garantir entregas mais rápidas fortaleceu a relação da empresa com seus clientes, aumentando a satisfação e a confiança na marca.

A implementação dos conceitos da I4.0 na empresa não foi isenta de desafios significativos. Dois dos principais obstáculos enfrentados durante esse processo foram o treinamento e a qualificação da mão-de-obra pré-existente e os custos elevados associados à adoção de novas tecnologias.

O treinamento e qualificação da equipe existente foram essenciais para garantir uma transição suave para a I4.0. Isso envolveu não apenas a familiarização com os novos equipamentos e sistemas, mas também a compreensão dos conceitos subjacentes à automação e digitalização dos processos. A empresa teve que investir tempo e recursos significativos em programas de treinamento personalizados, adaptados às necessidades específicas de cada funcionário e setor.

Além disso, os custos associados à aquisição e implementação das tecnologias da I4.0 foram consideráveis. Desde a compra de equipamentos modernos até a atualização de infraestrutura. As contribuições da I4.0 estão elencadas abaixo:

**Diminuição de custos:** isso foi alcançado principalmente através da otimização dos processos produtivos, reduzindo desperdícios, aumentando a eficiência operacional e minimizando erros. Com a automação de diversas etapas do processo de fabricação, houve uma redução nos custos relacionados à mão de obra, bem como uma diminuição dos custos associados a retrabalhos e refugos. Além disso, a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 permitiu uma gestão mais eficiente dos recursos, resultando em uma melhor utilização de matéria-prima e uma redução dos custos de manutenção e energia.

**Confiabilidade e transparência dos dados:** a digitalização e automação dos processos permitiram uma coleta mais precisa e abrangente de dados em tempo real. Isso resultou em uma maior transparência em relação às operações da empresa, pois os dados estão disponíveis de forma acessível e transparente para todos os envolvidos. Além disso, a confiabilidade dos dados foi aumentada, uma vez que a automação reduziu significativamente a probabilidade de erros humanos na coleta e registro de informações. Com sistemas integrados e conectados, os dados são registrados de maneira consistente e precisa em todas as etapas do processo produtivo, proporcionando uma visão mais clara e confiável das operações da empresa.

**Diminuição de *leadtime*:** ou seja, o tempo necessário para completar um processo desde o início até o fim. Com a automação de diversos processos e a melhoria da eficiência operacional, a empresa conseguiu reduzir drasticamente o tempo necessário para produzir e entregar seus produtos aos clientes.

**Melhoria da qualidade e aumento da produtividade:** com a automação de processos e a introdução das tecnologias capacitadoras, a empresa foi capaz de elevar os padrões de qualidade e aumentar a produtividade em toda a sua linha de produção. A precisão e consistência proporcionadas pela automação reduziram significativamente a ocorrência de defeitos e erros de fabricação junto com a redução do *leadtime* deu margem para o aumento da produtividade.

A adoção da Indústria 4.0 pela empresa objeto do estudo representou uma mudança fundamental em sua abordagem para a produção e gestão. Com o planejamento estratégico alinhado aos benefícios da adoção das tecnologias a empresa está bem posicionada para continuar liderando o setor moveleiro, atendendo às demandas do mercado com agilidade, qualidade e inovação, consolidando sua posição como uma referência no mercado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção da I4.0 não apenas impulsiona avanços tecnológicos nos processos produtivos, mas também revoluciona os modelos de negócios. Isso viabiliza a adoção de modelos que, sem essa tecnologia, seriam altamente ineficientes, especialmente quando se trata de personalização em um sistema de produção. A capacidade de integrar dados em tempo real, automação de processos e análise preditiva permite uma resposta ágil e precisa às demandas dos clientes, mesmo em cenários de alta complexidade e customização. Assim, a Indústria 4.0 não apenas moderniza as operações industriais, mas também abre novas oportunidades de negócios, possibilitando às empresas se destacarem em um mercado cada vez mais dinâmico e exigente.

A empresa objeto do estudo identificou essa oportunidade e alinhou as tecnologias da I4.0 ao seu modelo de negócios, conquistando uma posição de mercado vantajosa. Destaca-se no mercado perante seus concorrentes através da diferenciação proporcionada pelos seus projetos personalizados. Isso não apenas atende às demandas específicas dos clientes, mas também reduz os riscos evidenciados no modelo das Cinco Forças de Porter. Ao oferecer produtos altamente customizados e adaptados às necessidades individuais dos clientes, a empresa constrói uma vantagem competitiva significativa, tornando-se menos suscetível às ameaças de novos entrantes e substitutos, bem como ao poder de barganha dos compradores e fornecedores. Dessa forma, a integração da I4.0 no modelo de negócios da empresa pesquisada não apenas impulsiona sua inovação e eficiência, mas também fortalece sua posição estratégica no mercado.

É correto afirmar, e reforçado pelas respostas do questionário aplicado ao dirigente representante da empresa, que a I4.0 teve uma influência significativa e fortaleceu a posição do empreendimento na adoção de sua estratégia, especialmente em seu sistema de produção. Antes da adoção dessas tecnologias, a produção por projetos enfrentava desafios substanciais. No

entanto, com a chegada da I4.0 e suas tecnologias capacitadoras, a empresa encontrou um aliado poderoso. Isso permitiu que as necessidades e preferências dos diversos clientes fossem atendidas de forma eficaz.

Conclui-se que cada projeto realizado agora é capaz de satisfazer requisitos específicos do cliente-alvo, oferecendo um nível de personalização e flexibilidade que antes não era viável, diante disso o objetivo geral desse estudo foi atingido com o auxílio dos métodos e ferramentas aplicados.

O presente estudo teve como limitação a escassez de obras na literatura relacionadas com a produção por projetos. Sugere-se para trabalhos futuros uma análise comparativa de uma empresa do mesmo porte e ramo de atuação, que possui em seu processo produtivo a I4.0 e outra que não faz uso dessa tecnologia.

## REFERÊNCIAS

- ALEXOPOULOS, K. et al. (2016). A concept for context-aware computing in manufacturing: the white goods case. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, v. 29, n. 8, pp. 839–849.
- ALMEIDA, P.S. de. (2019). *Indústria 4.0 - Princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial*. Editora Saraiva. E-book. ISBN 9788536530451. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530451/>>. Acesso em: 17 abril 2024.
- BRUGNOLO, M.F. (2018). *Gestão estratégica de negócios*. São Paulo. Editora Saraiva. E-book. ISBN 9788547233143. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547233143/>>. Acesso em: 13 maio 2024.
- COSTA, E.A da. (2012). *Gestão estratégica*. São Paulo. Editora Saraiva. E-book. ISBN 9788502088825. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502088825/>>. Acesso em: 05 abril 2024.
- GRAEML, A. R.; CSILLAG, J. M. (2009). Customization in the manufacturing industry: survey results in southeastern Brazil. *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, v. 6, pp. 395–412.
- HASSAN, N.; BRIGHT, G. (2012). A hybrid reconfigurable computer-integrated manufacturing cell for the production of mass customised parts. *South African Journal of Industrial Engineering*, v. 23, n. 1, pp. 139–150.
- ISSA, A. et al. (2018). Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia CIRP*, v. 72, pp. 973–978.
- LOBO, R.N.; SILVA, D.L da. (2021). *Série eixos - planejamento e controle da produção*. São Paulo: Editora Saraiva. E-book. ISBN 9788536533780. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536533780/>>. Acesso em: 04 maio 2024.
- MAGRETTA, J. (2019). *Entendendo Michael Porter*. São Paulo. Editora Alta Books. E-book. ISBN 9788550805047. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788550805047/>>. Acesso em: 28 junho 2024.
- MINTZBERG, H; LAMPEL, J; QUINN, B. (2009). *O processo da estratégia*. São Paulo. Grupo A. E-book. ISBN 9788577800605. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800605/>>. Acesso em: 20 junho 2024.
- MOREIRA, D. (2012). *Administração da produção e operações*. São Paulo. Editora Saraiva. E-book. ISBN 9788502180420. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502180420/>>. Acesso em: 24 abril 2024.

- PORTER, M. E. (1991). *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 7ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- RIBEIRO, R.E.M.; ABREU, C.R.S. de. (2020). *Inovação em sistemas de produção na era da Indústria 4.0*. 1ª edição. Teresina. Editora KDP.
- RUPP, M. *et al.* (2021). Industry 4.0: a technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, v. 7, n. 1, p. 68.
- SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, M.D. (2013). *Metodologia de pesquisa*. São Paulo. Grupo A. E-book. ISBN 9788565848367. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565848367/>>. Acesso em: 01 junho 2024.
- SERRA, F.R. (2014). *Gestão estratégica: conceitos e casos*. São Paulo. Grupo GEN. E-book. ISBN 9788522486366. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522486366/>>. Acesso em: 05 maio 2024.
- SIMONS, S.; ABÉ, P.; NESER, S. (2017). Learning in the AutFab: the fully automated Industrie 4.0 learning factory of the university of applied sciences Darmstadt. *Procedia Manufacturing*, v. 9, pp. 81–88.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; BURGESS, N. (2023). *Administração da produção*. São Paulo. Grupo GEN. E-book. ISBN 9786559775187. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559775187/>>. Acesso em: 24 maio 2024.
- SULEIMAN, Z. *et al.* (2010). Industry 4.0: clustering of concepts and characteristics. *Cogent Engineering*, v. 9, n. 1.
- TAVARES, M C. (2010). *Gestão estratégica*. 3ª edição. São Paulo. Grupo GEN, 2010. E-book. ISBN 9788522469833. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522469833/>>. Acesso em: 05 junho 2024.
- TUBINO, D.F. (2017). *Planejamento e controle da produção: Teoria e Prática*. 3ª edição. São Paulo. Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597013726. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013726/>>. Acesso em: 04 abril 2024.
- VAIDYA, S.; AMBAD, P. e BHOSLE, S. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, v.20, pp.233-238.
- XU, L. D.; XU, E. L.; LI, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 8, pp. 2941–2962.