

ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM UMA INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICOS: EXPLORANDO A INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS NAS DIMENSÕES DE OPERAÇÕES, ESTRATÉGIA CORPORATIVA E SUSTENTABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

ANALYSIS OF DIGITAL TRANSFORMATION IN A THERMOPLASTIC INDUSTRY: EXPLORING THE INTEGRATION OF TECHNOLOGIES IN THE DIMENSIONS OF OPERATIONS, CORPORATE STRATEGY AND SUSTAINABILITY IN THE SUPPLY CHAIN

Jennifer Raquel Santos Pereira¹; Sandro Breval Santiago²

RESUMO: Este trabalho investiga a transformação digital em uma indústria de termoplásticos, com ênfase na adoção de novas tecnologias nas áreas de produção, operações, estratégia corporativa e sustentabilidade da cadeia de suprimentos. A pesquisa combinou uma extensa análise bibliográfica e um estudo de caso detalhado, utilizando dados extraídos do sistema PIMM 4.0, que fornece informações sobre o desempenho digital da empresa. Os resultados revelam que, apesar dos avanços tecnológicos avançados na produção e gestão de operações, ainda existem lacunas que impedem uma completa atualização digital. Em particular, destaca-se a necessidade de integrar mais profundamente as soluções digitais na cadeia de suprimentos, além de aprimorar a gestão estratégica para acompanhar o ritmo acelerado da Indústria 4.0. O estudo reforça a importância de um planejamento digital mais robusto para aumentar a competitividade e a eficiência sustentável no setor de termoplásticos.

Palavras-chave: Transformação Digital; Indústria 4.0; Maturidade Digital; Sustentabilidade; Indústria de Termoplásticos; Cadeia de Suprimentos.

ABSTRACT: This paper investigates the digital transformation in a thermoplastics industry, with an emphasis on the adoption of new technologies in the areas of production, operations, corporate strategy and supply chain sustainability. The research combined an extensive literature review and a detailed case study, using data extracted from the PIMM 4.0 system, which provides information on the company's digital performance. The results reveal that, despite advanced technological advances in production and operations management, there are still gaps that prevent a complete digital update. In particular, the need to integrate digital solutions more deeply into the supply chain is highlighted, as well as to improve strategic management to keep up with the fast pace of Industry 4.0. The study reinforces the importance of more robust digital planning to increase competitiveness and sustainable efficiency in the thermoplastics sector.

Keywords: Digital Transformation; Industry 4.0; Digital Maturity; Sustainability; Thermoplastics Industry; Supply Chain.

¹ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: jenniferaquel161016@icloud.com

² Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: sbreval@ufam.edu.br

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

1. INTRODUÇÃO

A análise da maturidade digital em uma indústria de termoplásticos envolve a avaliação de várias dimensões fundamentais para a transformação digital. Essas dimensões produtos e serviços, produção e operações, estratégia e organização, além da cadeia de suprimentos, que são essenciais para compreender o nível

Segundo Westerman, Bonnet e McAfee (2014), “a maturidade digital refere-se à capacidade de uma organização competir de forma eficaz no ambiente digital, integrando tecnologias digitais de maneira consistente em todas as áreas do negócio”. Nesse sentido, a digitalização das operações e produção é essencial para melhorar a eficiência, reduzir custos e aumentar a flexibilidade da produção. Conforme Hartmann, King e Narayanan (2015) argumentam, “as indústrias que adotam a digitalização podem observar uma redução de 30% a 50% no tempo de inatividade e um aumento de 10% a 30% na eficiência produtiva”.

Na dimensão de produtos e serviços, a integração de tecnologias digitais possibilita o desenvolvimento de produtos e serviços inteligentes conectados, agregando valor aos clientes. Nesse contexto, Porter e Heppelmann (2015) destacam que “os produtos inteligentes e conectados estão revolucionando a concorrência em diversos setores, oferecendo novas oportunidades de diferenciação e eficiência operacional”. Além disso, a estratégia e a organização da empresa são específicas para envolver a transformação digital, exigindo um alinhamento claro entre a visão digital e suas capacidades organizacionais.

De acordo com o MIT Sloan Management Review, empresas com alta maturidade digital são aquelas que possuem uma estratégia digital integrada e forte apoio da liderança executiva (Kane et al., 2017). No Brasil, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) também ressalta que “a transformação digital é crucial para a competitividade industrial, promovendo inovação, eficiência e novos modelos de negócios” (CNI, 2019).

Por fim, a digitalização da cadeia de suprimentos é essencial para melhorar a eficiência e a resiliência das operações em uma indústria termoplástica. A cadeia digital permite uma visibilidade aprimorada, maior precisão na previsão de demanda e uma gestão mais eficaz de riscos. Conforme Loonam et al. (2018) afirmam, a transformação digital da cadeia de suprimentos facilita uma integração mais próxima entre fornecedores e parceiros, resultando em maior agilidade e capacidade de adaptação às mudanças do mercado.

Portanto, a avaliação da atualização digital em uma indústria de termoplásticos deve abranger essas dimensões inter-relacionadas para fornecer uma visão abrangente do progresso digital e identificar oportunidades para mim

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Revolução Industrial 4.0

A Revolução Industrial 4.0 marca uma transformação profunda nos processos produtivos e nos modelos de negócios, impulsionada pela integração de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), automação avançada, computação em nuvem e análise de grandes volumes

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição



PPGEP

TECNOLOGIAS EMERGENTES E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO AMAZÔNICO



24 e 25
Outubro



de dados. Esse conjunto de inovações cria oportunidades para aumentar a eficiência, fomentar a inovação e melhorar a competitividade das empresas. Como destacado por Schwab (2016), a Indústria 4.0 representa uma convergência de tecnologias que estão eliminando as fronteiras entre os mundos físico, digital e biológico, estabelecendo um novo paradigma industrial.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

Uma das principais facetas da maturidade digital é a inovação em produtos e serviços. A digitalização possibilita a criação de produtos conectados e personalizados, além de abrir espaço para novos modelos de negócios centrados em serviços digitais. Conforme Lee et al. (2014), produtos inteligentes e serviços conectados são elementos fundamentais na Indústria 4.0, permitindo novas formas de interação e agregação de valor para os clientes. Isso se torna essencial em um mercado cada vez mais competitivo e com expectativas crescentes dos consumidores.

Outro pilar essencial da Indústria 4.0 é a busca por maior eficiência operacional. Tecnologias avançadas, como sistemas ciberfísicos e automação de processos, ajudam a reduzir desperdícios, otimizar a produção e elevar a qualidade dos produtos. Hermann et al. (2016) afirmam que essa revolução tecnológica transforma as fábricas convencionais em fábricas inteligentes, onde máquinas e sistemas operam de forma autônoma, colaborando para alcançar níveis superiores de eficiência. Para setores como o termoplástico, essa transformação é crucial para otimizar processos e manter a sustentabilidade a longo prazo.

A transformação digital exige, também, uma reestruturação estratégica e organizacional. Isso inclui o desenvolvimento de habilidades digitais nos colaboradores e a criação de uma cultura corporativa voltada para a inovação. Westerman, Bonnet e McAfee (2014) sublinham que a liderança digital é vital para guiar essa transformação e garantir a implementação efetiva das novas tecnologias. No setor termoplástico, isso significa investir em capacitação digital e incentivar uma cultura de inovação contínua.

A digitalização da cadeia de suprimentos é outra dimensão crucial da Indústria 4.0. Soluções como IoT e big data permitem o monitoramento em tempo real dos estoques, maior rastreabilidade dos produtos e uma logística mais eficiente. De acordo com Christopher e Holweg (2011), a visibilidade proporcionada pela digitalização da cadeia de suprimentos oferece uma vantagem competitiva significativa. No setor termoplástico, essa integração digital é essencial para responder com agilidade às mudanças do mercado.

Modelos de maturidade digital são ferramentas indispensáveis para avaliar o estágio atual de digitalização e planejar o desenvolvimento rumo à Indústria 4.0. Conforme proposto por Schumacher, Erol e Sihn (2016), esses modelos ajudam as organizações a diagnosticar seus pontos fortes e identificar áreas que precisam ser aprimoradas. No contexto da indústria termoplástica, esses modelos podem orientar a adoção de tecnologias inovadoras e a implementação de processos mais eficientes.

A avaliação da maturidade digital é fundamental para identificar os desafios e oportunidades de transformação no setor termoplástico. Analisar as dimensões de Produtos e Serviços, Manufatura e Operações, Estratégia e Organização e Cadeia de Suprimentos permite identificar as áreas mais promissoras para investimentos e melhorias. Esse diagnóstico fortalece a competitividade e a sustentabilidade das empresas na era da Indústria 4.0, promovendo a inovação contínua e a excelência operacional.

2.2. Inovação Digital na Indústria Termoplástica

A indústria termoplástica está passando por uma transformação digital significativa, que abre novas possibilidades para melhorar a eficiência, a qualidade e a sustentabilidade de seus processos e

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

produtos. Tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), Big Data e Computação em Nuvem, têm desempenhado papéis fundamentais nessa mudança, promovendo uma integração mais profunda entre os sistemas físicos e digitais.

A IoT, em particular, permite a conectividade entre máquinas, sensores e dispositivos ao longo da cadeia de produção termoplástica, facilitando o monitoramento em tempo real e

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

permitindo análises preditivas com base nos dados continuamente coletados. Lee et al. (2018) observam que "a IoT fornece uma visão holística dos processos industriais, aprimorando a capacidade de resposta e reduzindo significativamente os custos operacionais."

Além dessa conectividade, o Big Data é capaz de processar e analisar grandes volumes de dados oriundos da IoT e de outras fontes digitais. Essas análises permitem a identificação de padrões produtivos, além de oferecer insights detalhados para otimizar o uso de recursos e materiais. Yao et al. (2017) destacam que o Big Data capacita uma tomada de decisão mais informada na indústria termoplástica, o que possibilita ajustes finos nos processos para maximizar a eficiência e minimizar os desperdícios. A Computação em Nuvem surge como um componente crucial ao fornecer armazenamento seguro e acessível para volumes elevados de dados, além de plataformas flexíveis para o desenvolvimento e a implementação de soluções digitais. Conforme Cheng et al. (2017), a computação em nuvem oferece a escalabilidade e flexibilidade necessárias para integrar novas tecnologias sem grandes investimentos em infraestrutura física, facilitando a modernização das operações.

Essas inovações tecnológicas não transformam apenas os processos industriais, mas também impactam diretamente os produtos finais da indústria termoplástica. A capacidade de adaptar-se rapidamente às mudanças no mercado e personalizar produtos é ampliada pela flexibilidade que as soluções digitais oferecem. Como apontado por Zhong et al. (2017), a transformação digital vai além dos processos internos, permitindo o design e a produção de produtos termoplásticos mais personalizados, que atendem de forma mais precisa às demandas dos consumidores.

Assim, a transformação digital posiciona a indústria termoplástica na vanguarda de uma revolução tecnológica que promete não só aumentar a eficiência operacional e reduzir custos, mas também promover a inovação e a competitividade global por meio da aplicação estratégica da IoT, Big Data e Computação em Nuvem.

2.3 Estruturas de Avaliação da Maturidade Digital

A transformação digital está alterando de forma significativa a maneira como as empresas operam e se conectam com seus clientes e partes interessadas. Como destacado por Baxendale (2019), esse processo fundamenta-se na entrega de experiências aprimoradas por meio de tecnologias digitais viabilizadas pela Internet, que são essenciais para a modernização e competitividade das organizações. Essa transformação vai além da simples adoção de novas ferramentas; trata-se de um processo cultural, conforme argumentam Meira e Neves (2019), onde indivíduos, equipes e organizações avançam gradualmente de estruturas analógicas para plataformas digitais integradas.

Os benefícios da transformação digital são amplos e de grande relevância, conforme salientado por Downes e Nunes (2013). Essa mudança pode resultar em aumentos significativos em vendas, produtividade e capacidade de inovação, transformando completamente modelos de negócios que eram tradicionais ou até mesmo obsoletos. Essa transformação não se restringe à eficiência operacional, mas também introduz novas maneiras de interação e engajamento com os clientes, promovendo um ambiente de negócios mais dinâmico e responsivo.

A maturidade digital, conforme descrito por Met et al. (2020), varia entre as organizações e pode ser classificada em quatro níveis distintos. Desde os iniciantes, que ainda não demonstram

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição



PPGEP

TECNOLOGIAS EMERGENTES E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO AMAZÔNICO



24 e 25
Outubro



urgência em adotar tecnologias digitais mais avançadas, até os digitais, onde a liderança possui uma visão clara e estratégica sobre como integrar efetivamente as

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

tecnologias digitais em toda a empresa. Esse espectro reflete a diversidade de abordagens e investimentos em tecnologia digital nas organizações, influenciando diretamente sua capacidade de se adaptar e inovar em um mercado competitivo.

Segundo uma pesquisa da Deloitte (2018), um alto nível de maturidade digital está associado a um desempenho financeiro superior. Organizações com uma maturidade digital robusta são capazes de identificar e aproveitar novas oportunidades de mercado, desenvolver novas fontes de receita e responder com maior agilidade às demandas dinâmicas dos clientes. Além disso, operam de forma mais eficiente, otimizando processos internos e aumentando a competitividade global.

Portanto, a transformação digital não se limita a uma evolução tecnológica; é uma revolução cultural e estratégica que redefine o futuro das organizações. Ao integrar plataformas digitais avançadas e alcançar altos níveis de maturidade digital, as empresas se posicionam não apenas para sobreviver, mas para prosperar em um ambiente de negócios que se torna cada vez mais complexo e orientado digitalmente.

3. METODOLOGIA

Este estudo visa avaliar a maturidade digital de uma indústria termoplástica, concentrando-se em quatro dimensões fundamentais: Produtos e Serviços, Manufatura e Operações, Estratégia e Organização, e Cadeia de Suprimentos. Para atingir esse objetivo, foi adotada uma abordagem de estudo de caso aplicado, fundamentada em dados empíricos coletados diretamente da indústria em análise, por meio do sistema PIMM 4.0.

A coleta de dados foi realizada utilizando o sistema PIMM 4.0, que oferece informações detalhadas sobre as operações e a estrutura organizacional da indústria. Os dados foram obtidos de 1.056 colaboradores, abrangendo áreas de liderança, equipe técnica especializada e participantes da cadeia de suprimentos. Essas informações serviram como base para a análise, considerando as avaliações fornecidas pelos colaboradores. Para a análise dos dados coletados, foram utilizadas técnicas de análise qualitativa e quantitativa. A técnica de Análise de Conteúdo foi aplicada para interpretar e categorizar as respostas qualitativas, enquanto métodos estatísticos foram empregados para a análise dos dados quantitativos. Isso possibilitou uma avaliação aprofundada e detalhada das dimensões de maturidade digital.

Fonseca (2002, apud Gerhardt; Silveira, 2009) explica que, ao contrário da pesquisa qualitativa, a pesquisa quantitativa gera resultados que podem ser mensurados e quantificados. As amostras são amplas e representativas da população, refletindo com precisão o grupo em estudo. Influenciada pelo positivismo, essa abordagem busca entender a realidade por meio de dados brutos coletados com instrumentos padronizados e neutros, utilizando a matemática para descrever causas e relações entre variáveis. A combinação de métodos qualitativos e quantitativos enriquece a coleta de informações mais do que cada abordagem de forma isolada.

A maturidade digital foi avaliada em quatro dimensões críticas. A primeira dimensão, Produtos e Serviços, envolveu a análise da inovação em produtos e serviços, incluindo o desenvolvimento de produtos inteligentes e conectados. A segunda dimensão, Manufatura e Operações, centrou-se na análise da eficiência operacional e na integração de tecnologias avançadas, como automação e sistemas ciberfísicos. A terceira dimensão, Estratégia e Organização, abordou o alinhamento estratégico e

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

organizacional, incluindo a capacitação de recursos humanos e a promoção de uma cultura voltada para a inovação. A quarta dimensão, Cadeia de Suprimentos, avaliou a digitalização da cadeia de suprimentos, incluindo o monitoramento em tempo real e a otimização dos processos logísticos.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

Para avaliar a maturidade digital, desenvolvemos um framework baseado na revisão da literatura e em modelos existentes de maturidade digital. Este framework incluiu critérios específicos para cada dimensão, permitindo uma avaliação detalhada da maturidade digital da indústria termoplástica. Os frameworks são fundamentais para facilitar a compreensão e a comunicação entre os participantes com diferentes perspectivas. Eles auxiliam na tomada de decisões e na resolução de problemas, oferecendo categorias e representações em uma linguagem simbólica. Além disso, esses frameworks estruturam a informação de maneira que todos os envolvidos possam compreender e colaborar efetivamente (Odeh e Kamm, 2003 apud Lima; Lezana, 2005).

Após a análise dos dados, geramos um diagnóstico relacionado ao nível de maturidade digital da indústria termoplástica. Os resultados foram discutidos em relação a pontos fortes, áreas que precisam de melhorias e recomendações para a implementação de práticas inovadoras e a adoção de tecnologias da Indústria 4.0. Este diagnóstico proporcionou insights valiosos para gestores e profissionais do setor, incentivando a adoção de práticas inovadoras e a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0.

Assim, espera-se que, ao final, este estudo contribua para que a indústria termoplástica se torne mais competitiva e sustentável, alinhando-se às demandas e oportunidades da transformação digital. Ao identificar deficiências e oferecer planos para melhorias, o estudo visa aprimorar a compreensão dos desafios e oportunidades da transformação digital na indústria termoplástica, promovendo a inovação contínua e a excelência operacional.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Indústria 4.0 está reformulando os padrões operacionais das organizações industriais, e a transformação digital desempenha um papel central nesse processo. Avaliar a maturidade digital das empresas é essencial para compreender como elas podem se adaptar e prosperar nesse novo contexto. Essa avaliação não apenas revela áreas para melhorias, mas também impulsiona a eficiência dos processos ao integrar novas tecnologias e práticas inovadoras. No caso da indústria termoplástica, foco deste artigo, a transformação digital traz mudanças significativas em seus processos, evidenciando que a adaptação ao mercado atual é necessária para alcançar melhorias.

Com base nos dados obtidos pelo sistema PIMM 4.0, a avaliação da maturidade digital da empresa da indústria termoplástica revelou diversos insights importantes para a transformação digital. Desta forma, destacam-se os seguintes tópicos cruciais para a transformação digital no setor: automação e controle, integração da cadeia de suprimentos e transformação digital. A seguir, será apresentado brevemente, com ênfase nos dados coletados e nas médias obtidas, o desempenho de cada tópico em uma empresa termoplástica, para oferecer uma noção do mercado abordado.

Automação e Controle

A automação e o controle são essenciais para a Indústria 4.0, especialmente nas áreas de produção e operações. A adoção de tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT) e sistemas ciberfísicos, possibilita a otimização dos processos produtivos. Isso resulta em uma redução significativa de erros humanos e na melhoria da qualidade dos produtos. Além disso, a automação proporciona uma maior agilidade na produção, permitindo uma resposta mais rápida às demandas do mercado e melhorando a eficiência operacional. O uso de sensores e dispositivos conectados, por exemplo,

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

permite o monitoramento em tempo real das operações, possibilitando ajustes imediatos e a identificação precoce de problemas. Essa abordagem não só eleva a produtividade, mas também contribui para a sustentabilidade, ao otimizar o consumo de recursos e minimizar desperdícios.

Assim, a automação e o controle não são apenas um componente técnico, mas sim um fator estratégico que impulsiona a transformação digital na indústria termoplástica, preparando-a para competir em um ambiente de negócios cada vez mais dinâmico e desafiador.

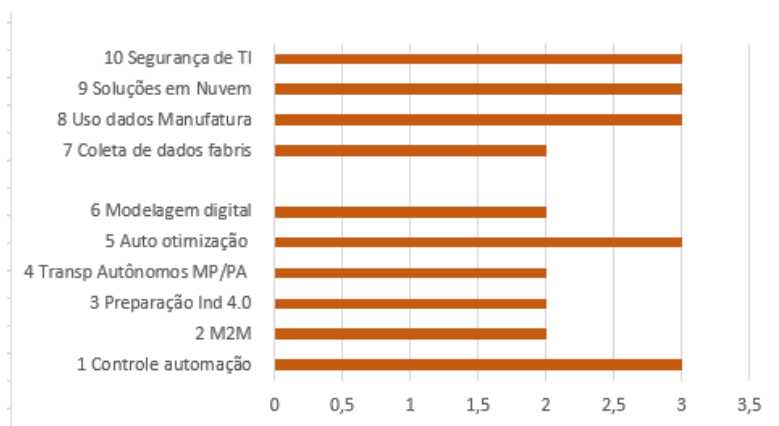


Gráfico 1. Manufatura e Operações

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Com base nos dados apresentados, os resultados exibidos no Gráfico 1, em formato de linha, indicam que a empresa já implementou soluções básicas de automação. A média varia entre 2 e 3, mas ainda há um percurso considerável a ser seguido para atingir níveis mais avançados de integração e automação total dos processos. A análise dos dados sugere que são necessários investimentos em tecnologias de controle avançado e na integração de sistemas para melhorar ainda mais a eficiência e a competitividade das empresas.

Esses resultados revelam que, embora a empresa tenha dado passos iniciais em direção à automação, há um potencial significativo para avanços futuros. A adoção de soluções mais sofisticadas, como sistemas de automação industrial interconectados e plataformas de gerenciamento de dados, permitirá uma análise mais eficaz das operações e uma tomada de decisões mais informada.

Além disso, a implementação de tecnologias de automação mais robustas pode resultar em uma maior agilidade na produção, redução de custos operacionais e um aumento na capacidade de resposta às exigências do mercado. Portanto, a continuidade dos investimentos em automação e controle não apenas fortalecerá a posição da empresa no setor termoplástico, mas também a preparará para os desafios da Indústria 4.0.

Integração da cadeia de suprimentos

Segundo Silva (2017 apud Cândido, 2018), existem diversas definições para cadeia de suprimentos, sendo a mais comum aquela que descreve os processos desde a obtenção das matérias-primas até a entrega do produto final, envolvendo as empresas fornecedoras e usuárias. Esses

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

processos, tanto internos quanto externos à organização, são essenciais para que a cadeia de suprimentos produza bens e ofereça serviços ao cliente.

A integração da cadeia de suprimentos é fundamental para assegurar a eficiência e a agilidade na produção e distribuição de produtos na indústria termoplástica. Com base nos dados coletados, foi possível avaliar o nível de integração da empresa do setor com seus fornecedores e clientes, identificando tanto os pontos fortes quanto as áreas que necessitam de melhorias, conforme ilustrado no gráfico abaixo.

Os resultados indicam que, embora a empresa tenha estabelecido boas práticas de integração com alguns de seus fornecedores e clientes, ainda há oportunidades significativas para otimizar essa relação. A análise dos dados revela que, ao promover uma colaboração mais intensa e o compartilhamento de informações entre os elos da cadeia de suprimentos, a empresa pode aumentar a eficiência operacional e reduzir os tempos de resposta.

Além disso, a melhoria na integração da cadeia de suprimentos não apenas contribui para a satisfação do cliente, mas também fortalece a resiliência do negócio diante das flutuações do mercado. Portanto, investir na integração da cadeia de suprimentos deve ser uma prioridade para a indústria termoplástica, visando a maximização de sua competitividade e capacidade de adaptação às demandas do mercado.

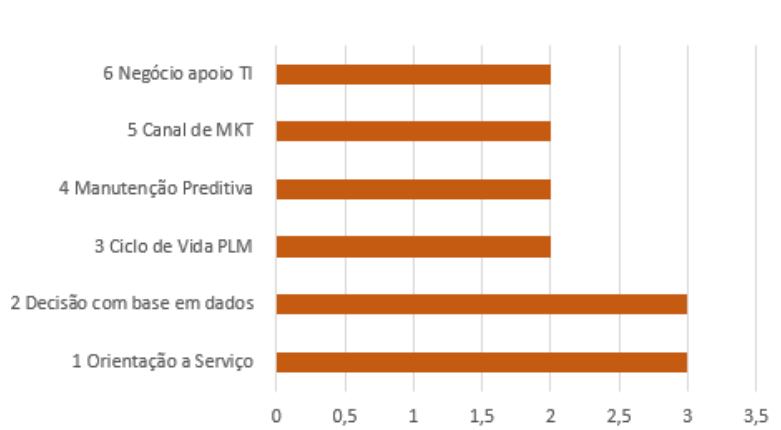


Gráfico 2. Cadeia de Suprimentos
Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Conforme demonstrado no Gráfico 2, é possível observar que a empresa já adotou sistemas de gestão da cadeia de suprimentos (SCM), os quais proporcionam uma coordenação e comunicação aprimoradas entre os diferentes elos da cadeia. No entanto, ainda persistem desafios relacionados à interoperabilidade e ao compartilhamento de dados em tempo real, o que dificulta uma integração total. Para superar esses obstáculos, recomenda-se a implementação de plataformas digitais e a utilização de tecnologias de big data. Essas soluções podem facilitar a troca de informações entre os parceiros da cadeia de suprimentos, permitindo uma visão mais holística e em tempo real das operações.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

A adoção de tecnologias avançadas não apenas aprimora a visibilidade da cadeia, mas também promove uma maior agilidade nas respostas às demandas do mercado. Com dados atualizados e acessíveis, a empresa pode tomar decisões mais informadas e estratégicas, otimizando seus processos de produção e distribuição. Portanto, focar na melhoria da interoperabilidade e no compartilhamento eficaz de dados deve ser uma prioridade para garantir uma cadeia de suprimentos mais eficiente e responsiva na indústria termoplástica.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

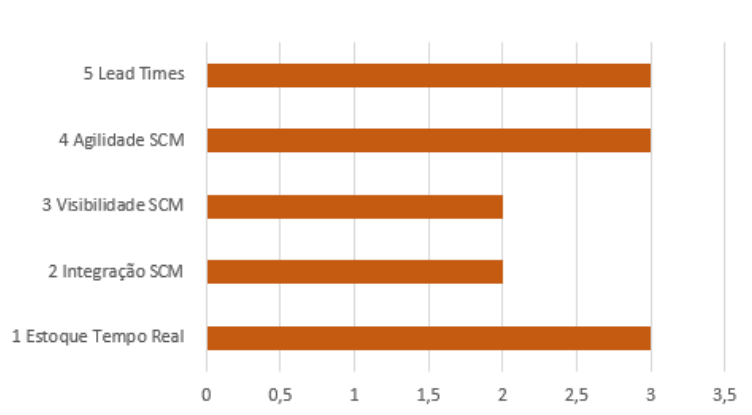


Gráfico 3. Modelo de Negócios

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Os modelos de negócios das empresas do setor termoplástico estão em constante transformação, impulsionados pela digitalização e pela necessidade de se adaptar às novas demandas do mercado. Conforme evidenciado nos dados coletados no Gráfico 3, a empresa está adotando modelos de negócios mais flexíveis e centrados no cliente, incorporando tecnologias digitais para personalizar produtos e serviços. No entanto, a transformação completa desses modelos de negócios ainda enfrenta barreiras, como questões culturais e a falta de habilidades digitais entre os colaboradores.

Para superar esses desafios, é fundamental investir em capacitação e promover uma cultura de inovação dentro da organização. A capacitação dos funcionários em habilidades digitais não apenas melhora a eficácia das operações, mas também incentiva a adoção de novas tecnologias e práticas inovadoras. Além disso, cultivar um ambiente que valorize a inovação é crucial para criar uma mentalidade adaptativa, que permita à empresa reagir rapidamente às mudanças do mercado.

Portanto, fortalecer as capacidades digitais e fomentar uma cultura de inovação são passos essenciais para que a indústria termoplástica possa avançar na transformação de seus modelos de negócios e se destacar em um mercado cada vez mais competitivo.

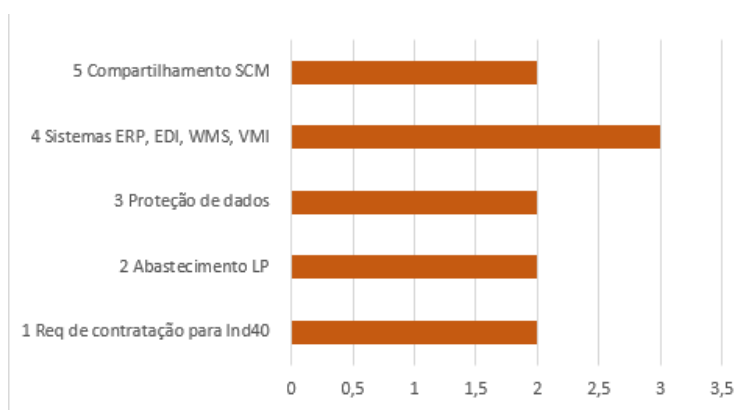


Gráfico 4. Interoperabilidade

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A interoperabilidade entre sistemas e tecnologias é um fator crucial para o sucesso da

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Indústria 4.0. A capacidade de diferentes sistemas e dispositivos trocarem informações de maneira eficiente é essencial para otimizar os processos produtivos e a cadeia de suprimentos.

Contudo, a interoperabilidade ainda representa um desafio significativo para muitas empresas do setor termoplástico, conforme evidenciado pelos dados apresentados no Gráfico 4. A integração completa é dificultada pela ausência de padrões comuns e pela diversidade de sistemas legados presentes nas organizações. Para aumentar a interoperabilidade e, consequentemente, a eficiência operacional da empresa, recomenda-se a modernização dos sistemas existentes e a adoção de normas e protocolos abertos. Essa abordagem permitirá que os sistemas se comuniquem de forma mais eficaz, promovendo uma troca de informações mais fluida entre diferentes dispositivos e plataformas.

Além disso, a implementação de soluções interoperáveis pode facilitar a integração de novas tecnologias e inovações, preparando a empresa para atender às demandas dinâmicas do mercado. Portanto, investir na interoperabilidade deve ser uma prioridade para que a indústria termoplástica possa maximizar seu potencial na era da Indústria 4.0.

Transformação Digital

A transformação digital atua como o motor da Indústria 4.0, promovendo mudanças profundas nos processos, modelos de negócios e na cultura organizacional. Avaliar a maturidade digital é fundamental para compreender o estágio atual de uma empresa e planejar seu futuro. No setor da indústria termoplástica, essa transformação não apenas automatiza processos, mas também integra tecnologias avançadas que melhoram a eficiência, qualidade e competitividade. Conforme evidenciado no estudo apresentado, a maturidade digital é um indicador essencial de como as empresas estão adotando novas tecnologias digitais, permitindo operações mais ágeis e centradas em dados. A análise dos dados coletados por meio do sistema PIMM 4.0 revela as práticas atuais e as lacunas a serem preenchidas para uma transformação digital eficaz.

Os dados demonstram que as empresas do setor termoplástico se encontram em diferentes estágios de maturidade digital. Enquanto algumas já avançaram na adoção de tecnologias e na integração de processos, outras ainda estão nos estágios iniciais. A principal barreira enfrentada é a ausência de uma estratégia digital clara e a resistência à mudança. Para superar esses obstáculos, é crucial implementar um plano estratégico de transformação digital, alinhado com as metas de negócios e respaldado pela alta direção.

Os gráficos analisados destacam que áreas como automação e controle, integração da cadeia de suprimentos e interoperabilidade são vitais. A automação e controle aumentam a eficiência operacional, enquanto a integração da cadeia de suprimentos possibilita uma resposta rápida às demandas do mercado. Além disso, a análise de dados e a interoperabilidade são essenciais para decisões informadas e para promover a colaboração entre sistemas e departamentos.

Para atingir uma maturidade digital avançada, as empresas devem investir na capacitação de seus recursos humanos, no desenvolvimento de competências digitais e no apoio da liderança. A transformação digital é um processo contínuo e evolutivo, que requer inovação e adaptação constantes. Portanto, a transformação digital na indústria termoplástica representa um caminho estratégico para alcançar a excelência operacional e a competitividade no mercado global, posicionando melhor as empresas para enfrentar desafios futuros e aproveitar as oportunidades que a Indústria 4.0 oferece.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição



PPGEP

TECNOLOGIAS EMERGENTES E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO AMAZÔNICO



24 e 25
Outubro



Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados da pesquisa, conclui-se que a maturidade digital da indústria termoplástica, especialmente no que diz respeito ao Modelo de Negócios, encontra-se em um nível intermediário. Essa situação reflete limitações estruturais e processuais, pois a empresa não conta com processos totalmente formalizados nem análises estratégicas robustas. Além disso, a falta de alinhamento com tecnologias digitais emergentes e a ausência de estratégias claras para a Indústria 4.0 constituem barreiras significativas. A empresa enfrenta desafios culturais e de competências, dificultando a implementação de soluções digitais. A escassez de preparo e conhecimento sobre novas plataformas impede uma transformação digital plena. Para superar essas barreiras, é crucial investir em capacitação e fomentar uma cultura de inovação.

A transformação digital demanda mudanças profundas nas ferramentas, estruturas organizacionais e processos de gestão. A interoperabilidade entre sistemas e a integração da cadeia de suprimentos são fundamentais para otimizar os processos produtivos. Tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Big Data e Computação em Nuvem são essenciais para embasar decisões informadas e possibilitar a personalização de produtos.

Assim, a transformação digital na indústria termoplástica representa uma oportunidade estratégica para aumentar a eficiência operacional e a competitividade. Para isso, a empresa deve desenvolver um plano estratégico de transformação digital que esteja alinhado com suas metas e que tenha o apoio da alta direção. Esse plano deve incluir investimentos em capacitação, desenvolvimento de competências digitais e modernização dos sistemas existentes. A maturidade digital se revela um indicador crucial da capacidade de adaptação e inovação no contexto da Indústria 4.0.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar meus agradecimentos a Deus, cuja presença sempre me guiou e fortaleceu durante essa jornada. À minha família, que sempre esteve ao meu lado, agradeço por seu amor, apoio e compreensão incondicionais. Aos amigos que fiz e que me ajudaram também nesse caminho, sou grato pelas risadas, pelo apoio mútuo e por cada momento compartilhado. Um reconhecimento especial ao professor Sandro Breval Santiago, cuja orientação foi fundamental para meu aprendizado e crescimento. A todos vocês, meus sincero reconhecimento e gratidão!

REFERÊNCIAS

Baxendale, G. Digital Transformation Isn't That Technical. *Itnow*, V. 61, Issue 2, P. 04–05, 2019.

Cândido, J.F. *A Importância Da Gestão Da Cadeia De Suprimentos No Setor Público*. Universidade Federal De São João Del-Rei Pós Graduação Em Gestão Pública. 2018.

Cheng, G. J., Liu, L. T., Qiang, X. J., & Liu, Y. Industry 4.0 Development and Application of Intelligent Manufacturing. *Proceedings – 2016, International Conference on Information System and Artificial Intelligence (Isai)*, P. 407-410, 2017.

Christopher, M., & Holweg, M. Supply Chain 2.0: Managing Supply Chains in The Era of Turbulence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, P. 63-82, 2011.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição



PPGEP

TECNOLOGIAS EMERGENTES E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO AMAZÔNICO



24 e 25
Outubro



Confederação Nacional Da Indústria (Cni). *Transformação Digital Na Indústria*. 2019.

Delloite. *Pivoting To Digital Maturity: Seven Capabilities Central to Digital Transformation*.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

2018. Disponível Em:

https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4955_pivoting-to-digital-maturity/di_pivoting-to-digital-maturity.pdf > Acesso Em 20 De Setembro De 2024.

Downes, L.; Nunes, P. Blockbuster Becomes a Casualty of Big Bang Disruption. *Harvard Business Review*, V. 7. 2013.

Fonseca, J. J. S. *Metodologia Da Pesquisa Científica*. Fortaleza: Uec, Apostila. 2002.

Gerhardt, T.E, Silveira, D.T. *Métodos De Pesquisa*. Porto Alegre, Editora Ufrgs, P. 33, 2009.

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *In The 49th Hawaii International Conference on System Sciences (Hicss)*. Ieee, P. 3928-3937, 2016.

Hartmann, B., King, W. P., & Narayanan, S. *Digital Manufacturing: The Revolution Will Be Connected*. Mckinsey Digital. 2015.

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D & Buckley, N. Alcançando A Maturidade Digital. *Mit Sloan Management Review*. 2017.

Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., & Kao, H. Recent Advances and Trends in Predictive Manufacturing Systems in Big Data Environments. *Manufacturing Letters*, P. 38-41, 2014.

Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. Industrial Artificial Intelligence for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems. *Manufacturing Letters*, P. 20-23, 2018.

Lima, E. P. De; Lezana, A. G. R. Desenvolvendo Um Framework Para Estudar A Ação Organizacional: Das Competências Ao Modelo Organizacional. *Gestão E Produção*, 2005.

Loonam, J., Eaves, S., Kumar, V., & Parry, G. Towards Digital Transformation: Lessons Learned from Traditional Organizations. *Strategic Change*, P. 101-109, 2018.

Meira, S. Neves, A. Strateegia – Framework De Transformação Digital. *The Digital Strategy Company*, 2019. Disponível Em: <https://www.tds.com.pe/framework/> > Acesso Em 09 De Junho De 2024.

Met, İ. Et Al. Key Success Factors for Strategic Management in Digital Business. *In: Digital Business Strategies in Blockchain Ecosystems*. Springer, P. 283-304, 2020.

Odeh, M.; Kamm, R. Bridging the Gap Between Business Models and Systems Models. *Information And Software Technology*, V. 45, P. 1053-1060, 2003.

Porter, M.E E Heppelmann, J.E. Como Produtos Inteligentes E Conectados Estão Transformando Empresas. *Harvard Business Review*, P. 1-37, 2015.

Silva, Leandro Aparecido Da. *Cadeia De Suprimentos: Definição, História, Perspectivas, Características E Desempenho*. 2017.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição



Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia Cirp*, P. 161-166, 2016.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Schwab, K. *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, 2016.

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard Business Review Press, 2014.

Yao, X., Zhou, J., Zhang, J., & Boer, C. R. From Intelligent Manufacturing to Smart Manufacturing for Industry 4.0 Driven by Next Generation Artificial Intelligence and Further On. *Proceedings – 2017, 5th International Conference on Enterprise Systems: Industrial Digitalization by Enterprise Systems*. Es, P. 311-318, 2017.

Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. Intelligent Manufacturing in The Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, P. 616-630, 2017.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição