



INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A GESTÃO DE ESTOQUE DE UMA INDÚSTRIA DE SEGMENTO ELETROELETRÔNICO DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

LARISSA DE SOUZA FERREIRA - larissafferreira9@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

SANDRO BREVAL SANTIAGO - sbreval@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

ÁREA: 1. ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO

SUBÁREA: 1.1 - GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

RESUMO: ESTE TRABALHO AVALIA A MATURIDADE DIGITAL EM UMA INDÚSTRIA ELETRÔNICA COM FOCO NAS DIMENSÕES DE GESTÃO DE ESTOQUE E MANUFATURA, VISANDO A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA 4.0. PARA ISSO, UMA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA FOI REALIZADA E UM ESTUDO DE CASO COM DADOS EXTRAÍDOS DO SISTEMA PIMM 4.0. OS RESULTADOS SUGEREM QUE, APESAR DE AVANÇOS SIGNIFICATIVOS, HÁ ÁREAS QUE NECESSITAM DE MELHORIAS PARA ACOMPANHAR A VELOCIDADE DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA GESTÃO DE ESTOQUE E PROCESSOS DE MANUFATURA.

PALAVRAS-CHAVE: MATURIDADE DIGITAL, INDÚSTRIA 4.0; INDÚSTRIA ELETRÔNICA; GESTÃO DE ESTOQUE; MANUFATURA E OPERAÇÕES.

INDUSTRY 4.0: A CASE STUDY ON INVENTORY MANAGEMENT IN AN ELECTRONICS INDUSTRY FROM THE MANAUS INDUSTRIAL POLE

ABSTRACT: THIS STUDY EVALUATES DIGITAL MATURITY IN AN ELECTRONICS INDUSTRY FOCUSING ON INVENTORY MANAGEMENT AND MANUFACTURING DIMENSIONS, AIMING FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN INDUSTRY 4.0. FOR THIS PURPOSE, A BIBLIOGRAPHICAL ANALYSIS AND A CASE STUDY WERE CONDUCTED USING DATA EXTRACTED FROM THE PIMM 4.0 SYSTEM. THE RESULTS SUGGEST THAT DESPITE SIGNIFICANT ADVANCEMENTS, THERE ARE AREAS THAT REQUIRE IMPROVEMENT TO KEEP PACE WITH THE SPEED OF DIGITAL TRANSFORMATION IN INVENTORY MANAGEMENT AND MANUFACTURING PROCESSES.

KEYWORDS: DIGITAL MATURITY, INDUSTRY 4.0, ELECTRONICS INDUSTRY, INVENTORY MANAGEMENT, MANUFACTURING AND OPERATIONS.

1. INTRODUÇÃO

As empresas estão constantemente procurando maneiras de maximizar a produção e os serviços para permanecer à frente no mercado em um ambiente altamente competitivo. Uma gestão de estoque eficaz dentro de uma cadeia de suprimentos consistente é necessária para esse esforço contínuo (Godinho Filho & Fernandes, 2020).

Dessa forma o Polo Industrial de Manaus, localizado na região Norte do Brasil, é reconhecido como um importante centro de produção de eletroeletrônicos (Oliveira et al., 2019). Compreender como a gestão da cadeia de suprimentos e seus estoques pode potencializar a produção é importante em um ambiente onde a demanda por inovação e eficiência é crescente (Batalha & Silva, 2021).

Uma empresa de eletroeletrônicos com 20 anos de história e 1955 funcionários é o foco deste estudo. O objetivo é descobrir como a gestão de estoque é impactada pelas tecnologias da Indústria 4.0 e investigar como a digitalização está melhorando a eficiência operacional e otimizando os processos produtivos, usando um modelo de avaliação de maturidade tecnológica (Oliveira & Kaminski, 2020).

Um exemplo disso é a utilização de IoT, por exemplo, possibilita o monitoramento em tempo real dos níveis de estoque, enquanto o Big Data e a inteligência artificial aprimoram a precisão das previsões de demanda e permitem uma gestão mais proativa e informada (Silva et al., 2020; Souza et al., 2018).

Para avaliar o nível atual de maturidade tecnológica na gestão de estoque, esta pesquisa, então, foi desenvolvida com base em informações extraídas do Banco de Dados produzido pelo sistema PIMM 4.0 de uma indústria fabricante de itens eletrônicos. Ao explorar este tema, busca-se não apenas entender os impactos na gestão de estoque e suas nuances, mas também convida à reflexão: Como as empresas podem superar os desafios tradicionais da gestão de estoque através das tecnologias emergentes da Indústria 4.0? Este questionamento é fundamental para orientar futuras estratégias e inovações no campo da gestão de estoque (Ferreira & Azevedo, 2019; Almeida et al., 2017).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 representa uma revolução na manufatura, integrando tecnologias digitais como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e big data para automatizar e otimizar processos industriais. Surgiu na Alemanha em 2011 e tem se expandido globalmente, promovendo maior eficiência operacional, personalização de produtos e novos modelos de negócio adaptados às demandas do mercado (Kagermann, Wahlster & Helbig, 2013).

Essa transformação digital é avaliada por meio da maturidade da Indústria 4.0, que analisa a integração e o uso dessas tecnologias em diversas dimensões, como produtos e serviços, manufatura, cadeia de suprimentos, modelo de negócio e cultura organizacional. Empresas que alcançam maior maturidade na Indústria 4.0 beneficiam-se de aumento da produtividade, redução de custos, melhor qualidade dos produtos e capacidade de oferecer soluções customizadas em escala.

Porter e Heppelmann (2014) destacam que a adoção da Indústria 4.0 não apenas transforma a operação industrial, mas também redefine a competição ao permitir produtos conectados e inteligentes, capazes de aprender e adaptar-se às necessidades dos clientes em tempo real. Assim, a avaliação e a busca por maior maturidade na Indústria 4.0 são essenciais para as empresas que buscam se manter competitivas e inovadoras no mercado globalizado atual.

2.2. GESTÃO DE ESTOQUE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A gestão de estoque é um componente essencial dentro da cadeia de suprimentos, desempenhando um papel crucial na eficiência operacional e na capacidade das empresas de atender às demandas do mercado de forma oportuna e eficaz. Tradicionalmente, este processo enfrenta uma série de desafios que impactam diretamente na performance organizacional.

Um dos desafios mais significativos é a falta de visibilidade em tempo real dos níveis de estoque. Esta falta de transparência pode resultar em decisões operacionais baseadas em informações desatualizadas ou imprecisas, levando a problemas como estoques excessivos ou insuficientes. Além disso, as previsões imprecisas de demanda são comuns, o que pode resultar em excesso de estoque de produtos que não estão em alta

demanda, ou falta de produtos que são necessários pelos clientes. Essa imprecisão pode ser agravada por métodos tradicionais de previsão que não conseguem capturar variações rápidas e mudanças nos padrões de consumo (Simchi-Levi et al., 2008).

A chegada da Indústria 4.0 trouxe consigo uma série de tecnologias avançadas que visam superar esses desafios históricos. Entre essas tecnologias, destacam-se a Internet das Coisas (IoT), Big Data, inteligência artificial (IA) e computação em nuvem. A IoT permite que dispositivos se comuniquem e compartilhem dados em tempo real, possibilitando o monitoramento contínuo e preciso dos níveis de estoque ao longo de toda a cadeia de suprimentos. Sensores instalados em itens de estoque podem enviar informações instantâneas sobre sua localização e estado, garantindo uma visibilidade completa e atualizada para os gestores de estoque (Ivanov & Dolgui, 2019).

O uso de Big Data e IA na gestão de estoque transforma a capacidade das empresas de prever a demanda com maior precisão. Análises avançadas de dados históricos e em tempo real permitem identificar padrões de compra dos clientes, tendências sazonais e variações no comportamento do consumidor. Essas informações são cruciais para ajustar os níveis de estoque de forma proativa, minimizando o risco de excesso ou falta de produtos e otimizando os recursos financeiros da empresa (Chen et al., 2014).

Em suma, a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 na gestão de estoque não apenas promete resolver desafios históricos como falta de visibilidade e previsões imprecisas de demanda, mas também abre novas oportunidades para melhorar a eficiência operacional e a satisfação do cliente dentro da cadeia de suprimentos. Essas tecnologias não são apenas ferramentas tecnológicas avançadas, mas sim estratégias fundamentais para as empresas que buscam se manter competitivas em um mercado globalizado e dinâmico.

2.3 PIM - POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

O Polo Industrial de Manaus (PIM) é um modelo econômico especial implantado na Zona Franca de Manaus com o objetivo principal de impulsionar o desenvolvimento econômico e social da região. Estabelecido em 1967 durante o regime militar, o PIM é um dos maiores polos industriais do Brasil e um dos principais PIBs industriais do país.

Segundo a Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), aproximadamente 95% da produção do PIM é destinada ao mercado nacional.

Atualmente, o Polo Industrial de Manaus (PIM) abriga mais de 500 indústrias que operam em diversos setores, como eletroeletrônicos, duas rodas, naval, mecânico, metalúrgico, termoplástico, entre outros. De acordo com a Suframa (2017), essas indústrias são responsáveis pela criação de mais de meio milhão de empregos diretos e indiretos na região. Em 2023, o faturamento do PIM alcançou R\$ 161,02 bilhões entre janeiro e novembro, registrando um crescimento notável em setores como vestuário e calçados (47,13%) e o polo de duas rodas (17,13%) (Brasil, 2023). No início de 2024, as exportações do PIM totalizaram US\$ 66,9 milhões, um aumento de 35,63% em comparação com o mesmo período do ano anterior (Brasil, 2024).

Além dos incentivos fiscais que atraem empresas para a região, o PIM é reconhecido pela sua infraestrutura moderna, capacidade de produção em larga escala e pela colaboração entre indústrias, universidades e instituições de pesquisa, promovendo a inovação e o desenvolvimento tecnológico na Amazônia. O PIM também tem realizado investimentos significativos em automação e integração de mão de obra qualificada, posicionando-se como um exemplo mundial de qualidade (Expo Industria Internacional, 2023; Brasil, 2023).

Esses investimentos resultaram em melhorias significativas na produção e na diversificação dos produtos fabricados. Em janeiro de 2024, por exemplo, o PIM registrou um aumento de 179,41% na produção de receptores de sinal de televisão e de 36,84% na produção de condicionadores de ar do tipo split system, em comparação com o mesmo período do ano anterior (Brasil, 2024).

O desempenho econômico positivo e a modernização contínua das indústrias do PIM reforçam sua importância como um motor de desenvolvimento socioeconômico na região Amazônica. A expectativa é que esses bons resultados continuem a atrair investimentos e a contribuir para o fortalecimento do polo industrial, promovendo um crescimento sustentável e a inovação tecnológica (Brasil, 2024).

3. METODOLOGIA

O presente estudo de caso se baseia em pesquisa realizada em uma empresa do PIM, no segmento eletroeletrônico. A empresa em questão possui 20 anos de atuação no segmento de eletroeletrônico, contando com aproximadamente 2000 funcionários no seu quadro de colaboradores.

Os dados foram analisados utilizando a metodologia de pesquisa quantitativa descritiva, que, segundo Gil (2007), trabalha com dados estatísticos obtidos por meio de questionários estruturados. Esta abordagem permite uma análise objetiva e precisa das características e relações entre as variáveis estudadas, proporcionando uma compreensão detalhada do nível de maturidade tecnológica da empresa e da integração entre sua cadeia de suprimentos e operações de manufatura.

Neste contexto, foi utilizado o sistema PIMM 4.0 devido à sua eficiência na coleta e análise dos dados. A metodologia da plataforma avalia a maturidade da empresa na implementação da Indústria 4.0, considerando duas dimensões principais: Cadeia de Suprimentos e Manufatura e Operações. Dentro dessas dimensões, são analisadas várias subdimensões, cuja média indica o nível de maturidade em cada aspecto.

TABELA 1 - Níveis de Maturidade Tecnológica

Nível	Classificação	Descrição
1	Inicial	Integração limitada entre a cadeia produtiva e sistemas tecnológicos e processos digitais. Operações majoritariamente manuais, com pouca ou nenhuma utilização de tecnologias avançadas.
2	Intermediário	Presença de sistemas tecnológicos integrando parte das operações, com automação parcial. Uso de software básico para gestão de estoque e produção, com alguma coleta de dados automatizada.
3	Avançado	Elevada integração entre sistemas, visibilidade completa dos processos e automação significativa. Tecnologias como ERP e MES são amplamente utilizadas, com coleta e análise de dados em tempo real.
4	Otimizado	Total integração e automação dos processos, com uso intensivo de tecnologias avançadas e inteligência artificial. Cadeia de suprimentos

		altamente flexível e responsiva, com sistemas preditivos e mínima intervenção humana.
--	--	---

A Tabela 1 apresenta os conceitos de cada nível, permitindo uma compreensão clara da análise dos dados obtidos ao longo da pesquisa.

Os níveis de maturidade tecnológica descritos são baseados em modelos de maturidade amplamente reconhecidos, como o Modelo de Maturidade de Capacidades (Capability Maturity Model - CMM), o Modelo de Maturidade da Indústria 4.0, o Modelo de Maturidade Digital de Westerman, Bonnet e McAfee (2014), e o Modelo de Maturidade Tecnológica do Gartner. Esses modelos fornecem uma base teórica sólida para a classificação dos níveis de maturidade tecnológica, garantindo a robustez e a validade das análises realizadas neste estudo.

As dimensões utilizadas na presente investigação estão retratadas no Quadro 1 (Manufatura e operações) e Quadro 2 (cadeia de suprimentos).

QUADRO 1

Dimensões	Descrição
CONTROLE AUTOMAÇÃO	Refere-se ao uso de tecnologias avançadas para automatizar processos de fabricação e operações, visando aumentar a eficiência, reduzir erros e melhorar a qualidade.
M2M (Machine to Machine)	Comunicação direta entre dispositivos através de redes sem intervenção humana, melhorando a eficiência dos processos.
PREPARAÇÃO IND 4.0	Capacidade de preparar e adaptar processos e tecnologias para atender aos requisitos da Indústria 4.0.
TRANSP AUTÔNOMOS MP/PA	Utilização de transportes autônomos para movimentação de materiais e produtos acabados.
AUTO OTIMIZAÇÃO	Capacidade dos sistemas de manufatura se ajustarem automaticamente para otimizar desempenho.
MODETAGEM DIGITAL	Uso de modelos digitais para simular e otimizar processos de manufatura.

COLETA DE DADOS FABRIS	Processo de coleta de dados em tempo real nas fábricas para monitoramento e análise.
USO DADOS MANUFATURA	Aplicação de análise de dados para melhorar processos de manufatura.
SOLUÇÕES EM NUVEM	Implementação de soluções baseadas em nuvem para armazenar e processar dados de manufatura.
SEGURANÇA DE TI	Medidas de segurança para proteger sistemas de manufatura contra ameaças cibernéticas.

Fonte: Adaptado de Azevedo e Santiago, 2019.

QUADRO 2 - Cadeia de Suprimentos

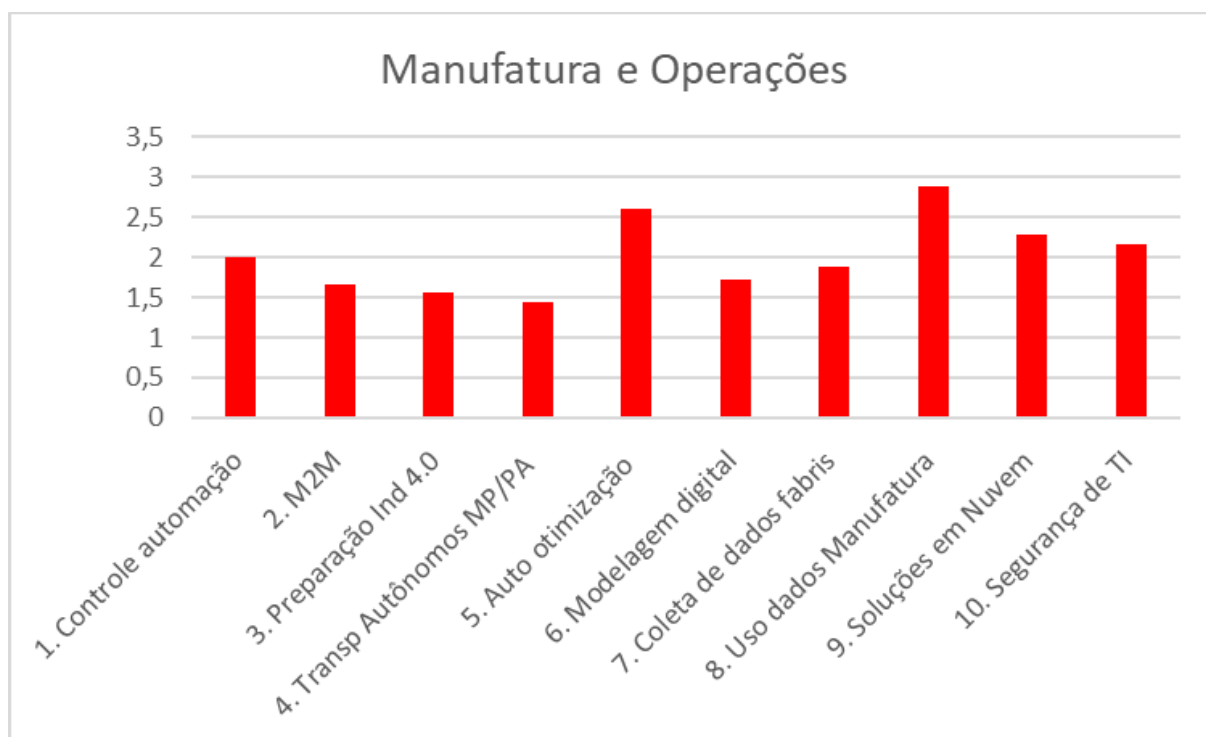
Dimensões	Descrição
ESTOQUE EM TEMPO REAL	Refere-se à capacidade de monitorar e gerenciar o estoque de forma contínua e em tempo real, utilizando sistemas e tecnologias que fornecem informações precisas sobre a disponibilidade de produtos.
INTEGRAÇÃO SCM	Trata-se da integração dos diversos elementos da cadeia de suprimentos, como fornecedores, fabricantes, distribuidores e varejistas, por meio do compartilhamento de informações, colaboração e coordenação de atividades.
VISIBILIDADE SCM	Refere-se à capacidade de acompanhar e visualizar as informações e movimentos ao longo da cadeia de suprimentos, desde o fornecedor até o cliente final. A visibilidade SCM permite o monitoramento e o controle dos fluxos de produtos, informações e recursos, facilitando a identificação de possíveis gargalos, ações corretivas e tomada de decisões mais assertivas.
AGILIDADE SCM	Diz respeito à capacidade da cadeia de suprimentos de se adaptar e responder rapidamente a mudanças no ambiente de negócios, como flutuações na demanda, variações nos prazos de entrega e alterações nas preferências dos clientes.
LEAD TIMES	Refere-se ao tempo necessário para completar uma atividade ou processo específico ao longo da cadeia de suprimentos, desde a colocação do pedido até a entrega do produto final ao cliente.

Fonte: Adaptado de Azevedo e Santiago, 2019.

4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS.

Os resultados apresentados nos gráficos a seguir oferecem uma análise detalhada da gestão de estoque para o plano de produção em uma empresa do Polo Industrial de Manaus, no segmento eletroeletrônico. A avaliação foi realizada com base nas respostas coletadas de X participantes da organização, abrangendo múltiplas sub dimensões que compõem as dimensões de Cadeia de Suprimentos e Manufatura e Operações. Esses gráficos proporcionam uma visão clara das diferentes nuances de maturidade observadas em cada área analisada, oferecendo insights cruciais para a estratégia de melhoria contínua da empresa.

GRÁFICO 1 - MANUFATURA E OPERAÇÕES

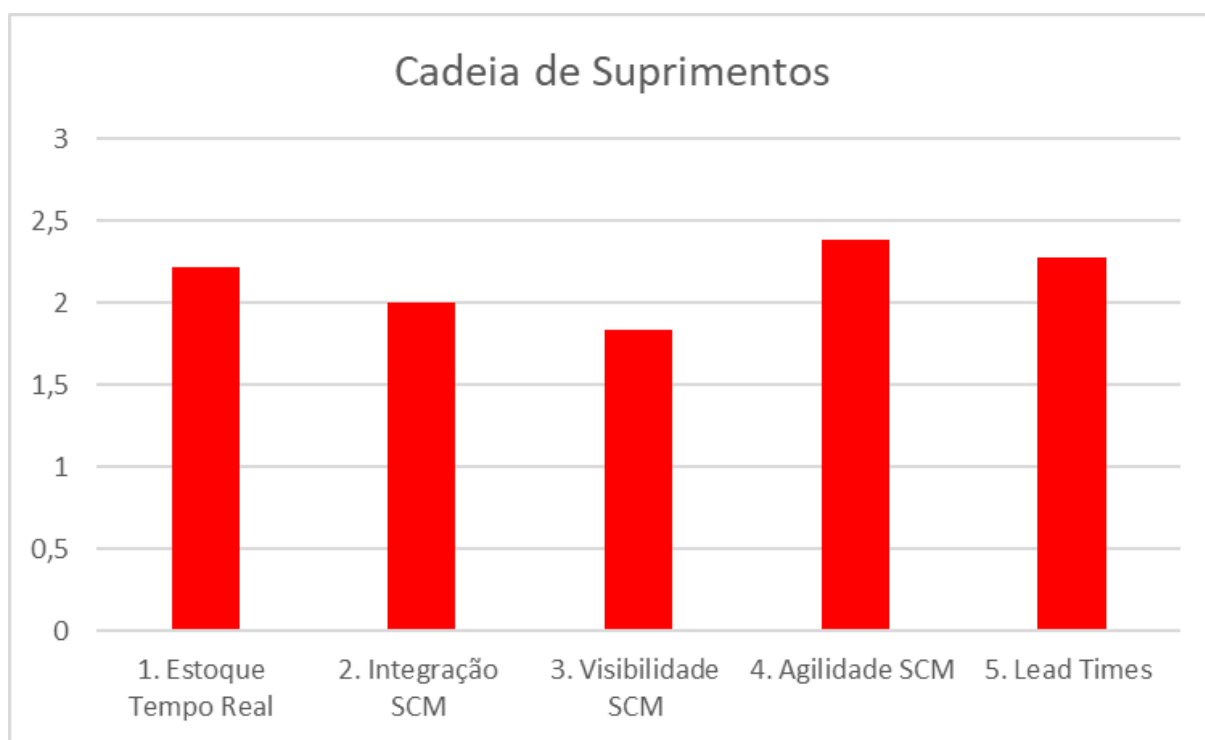


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A dimensão Manufatura e Operações apresenta uma média de 2,02, classificando-a como nível 2 de maturidade, ou seja, intermediário. Segundo Roehrich e Lewis (2020), a transformação digital na manufatura envolve a integração de tecnologias avançadas para

otimizar processos e aumentar a eficiência operacional. No entanto, para alcançar um nível de maturidade avançado, é essencial integrar completamente os sistemas tecnológicos às operações diárias (Chowdhury et al., 2018). A análise do gráfico 2 revela que, embora haja implantação de sistemas tecnológicos, ainda é necessário maior integração dos processos operacionais com esses sistemas para que esta dimensão avance para um estágio de transição.

GRÁFICO 2- CADEIA DE SUPRIMENTOS

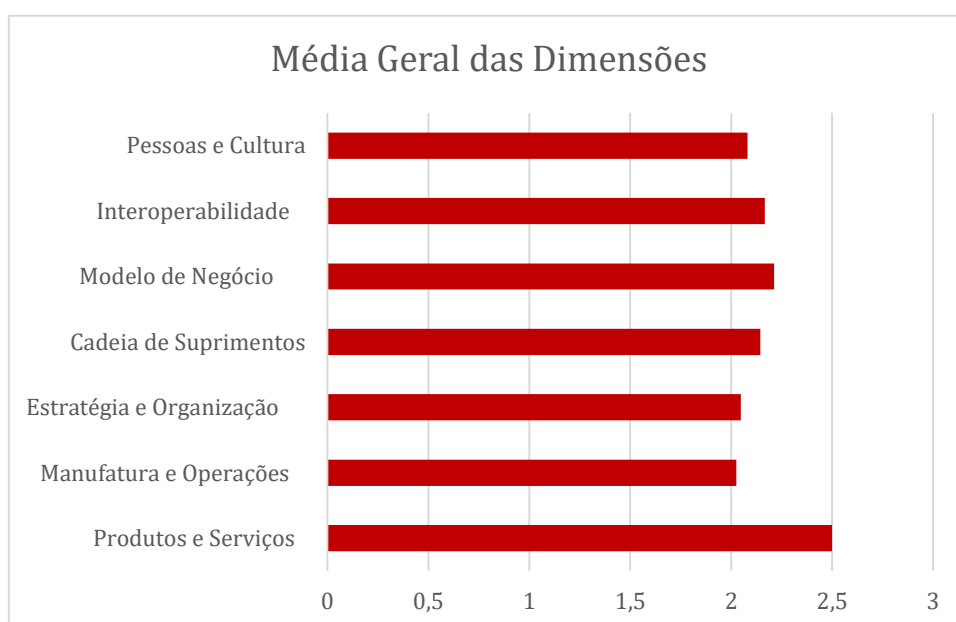


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Na dimensão Cadeia de Suprimentos, obteve-se uma média de 2,14 classificando esta quarta dimensão como nível 2 de maturidade, ou seja, intermediário. Conforme destacado por Christopher (2016), a visibilidade na cadeia de suprimentos é crucial para melhorar a eficiência e a capacidade de resposta, permitindo uma melhor coordenação e sincronização das atividades. Além disso, segundo Bowersox et al. (2020), uma cadeia de suprimentos integrada não apenas melhora a eficiência operacional, mas também facilita a colaboração entre os parceiros comerciais, melhorando assim a capacidade de adaptação às mudanças de mercado.

Observa-se no gráfico 2 que a baixa visibilidade na cadeia de suprimentos deve ser um ponto crítico de atenção, pois esse aspecto impacta diretamente as demais subdimensões. O aprimoramento da visibilidade possibilita elevar o nível de maturidade, proporcionando uma visão mais clara e integrada de todos os processos envolvidos. A implementação de sistemas e tecnologias que promovam essa visibilidade é essencial para melhorar a tomada de decisões e a eficiência operacional (Oliveira & Gonzalez, 2022).

GRÁFICO 3 – VISÃO GERAL DAS DIMENSÕES



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados analisados, observa-se que a organização em questão obteve uma média geral de 2,16, o que a coloca no nível 2 em grau de maturidade. Dessa forma, por meio do gráfico 3 é possível identificar que a empresa possui boa capacidade no que tange à transição para a Indústria 4.0, especialmente nas dimensões de Produtos e Serviços e Modelo de Negócio, onde sistemas estão sendo integrados aos processos organizacionais para benefício dos funcionários. No entanto, nota-se que a integração plena entre sistemas e funcionários ainda enfrenta desafios significativos, refletindo-se em uma adaptação gradual e resistência em certas áreas.

A dificuldade de adaptação dos usuários aos novos sistemas impacta diretamente na cadeia de suprimentos, afetando a eficiência operacional e a capacidade de resposta. Esses resultados confirmam um grau médio de preparação para a Indústria 4.0, apontando para a necessidade contínua de melhorias e adaptações nos processos organizacionais.

Por meio deste estudo e com o auxílio do PIMM4.0, foi possível mensurar o grau de maturidade específico da indústria e acompanhar as tendências do mercado atual. Identificar falhas e necessidades nos processos é essencial para o desenvolvimento contínuo e a manutenção da competitividade no mercado.

Considerando os desafios tradicionais da gestão de estoque, as tecnologias emergentes da Indústria 4.0 oferecem oportunidades significativas para as empresas. A integração de sistemas avançados de gestão de estoque, como o uso de sensores IoT para monitoramento em tempo real e análise preditiva de dados, pode melhorar significativamente a precisão do estoque, reduzir custos operacionais e otimizar a eficiência geral da cadeia de suprimentos. Investir nessas tecnologias não apenas moderniza os processos, mas também posiciona a empresa de maneira estratégica para enfrentar os desafios futuros do mercado.

6. REFERÊNCIAS

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estratégias e Operações**. Atlas, 2021.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. Pearson, 2016.

FERREIRA, M. G. G.; AZEVEDO, R. C. **A Indústria 4.0 e suas Implicações na Gestão de Estoques**. *Revista Brasileira de Gestão e Negócios*, v. 21, n. 1, p. 56-74, 2019.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Operação e Avaliação**. Atlas, 2020.

OLIVEIRA, M. P. V. de; KAMINSKI, P. C. **Indústria 4.0: Conceitos e Perspectivas para a Engenharia de Produção**. *Revista Produção Online*, v. 20, n. 4, p. 1234-1256, 2020.

SILVA, J. E.; COSTA, J. M.; MARTINS, R. A. **Internet das Coisas (IoT) e suas Aplicações na Indústria**. Revista Científica de Engenharia Elétrica, v. 14, n. 3, p. 98-112, 2020.

SOUZA, R. A.; ALMEIDA, R. T.; MOREIRA, F. G. **Big Data e Inteligência Artificial na Gestão de Estoques**. Revista de Administração Contemporânea, v. 22, n. 2, p. 345-364, 2018.

ALMEIDA, A. T. de; SANTOS, D. F. L.; LIMA, E. P. **Modelos de Avaliação da Maturidade Tecnológica**. Revista Produção, v. 27, n. 3, p. 458-475, 2017.

IVANOV, D.; DOLGUI, A. **Um gêmeo digital da cadeia de suprimentos para gerenciar interrupções e resiliência na era da Indústria 4.0**. Production Planning & Control, v. 30, n. 14, p. 1102-1119, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1633799>.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies**. 3. ed. McGraw-Hill, 2008.

CHEN, H.; CHIANG, R. H. L.; STOREY, V. C. **Business intelligence and analytics: From big data to big impact**. MIS Quarterly, v. 36, n. 4, p. 1165-1188, 2012.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. **Como produtos inteligentes e conectados estão transformando a competição**. Harvard Business Review Brasil, v. 92, n. 11, p. 64-88, 2014.

ROEHRICH, J. K.; LEWIS, M. A. **Indústria 4.0: Gerenciando a transformação digital**. Supply Chain Management Review, v. 24, n. 2, p. 24-29, 2020.

CHOWDHURY, P.; HASAN, M. A.; KHAN, A. A. **Industry 4.0: A comprehensive review**. IEEE Access, v. 6, p. 31539-31567, 2018.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Supply chain logistics management**. 5. ed. McGraw-Hill Education, 2020.

WESTERMAN, G.; BONNET, D.; MCAFEE, A. **Liderando a transformação digital: Transformando tecnologia em transformação de negócios**. Harvard Business Review Press, 2014.

OLIVEIRA, P.; GONZALEZ, M. Big data e suas aplicações na gestão da cadeia de suprimentos: **Uma revisão sistemática da literatura**. Computers & Industrial Engineering, v. 161, artigo 107698, 2022. doi:10.1016/j.cie.2022.107698

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Atlas, 2007.

CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION (CMMI) INSTITUTE. Disponível em: <https://cmmiinstitute.com>.

GARTNER. Gartner IT Glossary. Disponível em: <https://www.gartner.com/it-glossary/>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. Atlas, 2017.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group. 2013.

BRASIL. Polo Industrial de Manaus fatura R\$ 161,02 bilhões de janeiro a novembro de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/suframa/pt-br/assuntos/noticias/polo-industrial-de-manaus-fatura-r-161-02-bilhoes-de-janeiro-a-novembro-de-2023>.

EXPO INDUSTRIA INTERNACIONAL. Polo Industrial de Manaus. Disponível em: <https://expoindustriainternacional.com.br/pim>.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS (SUFRAMA). Indicadores de desempenho do PIM. Disponível em: <https://www.suframa.gov.br/indicadores>.