

Maturidade na Indústria 4.0: Estudo de caso sobre a área de Cadeia de Suprimentos em uma empresa do segmento eletroeletrônico da Zona Franca de Manaus

Ryan da Silva Ribeiro (UFAM) ryansilva3331@gmail.com

Sandro Breval Santiago (UFAM) sbreval@ufam.edu.br

Resumo

Considerando o impacto que a evolução da tecnologia vem gerando nas indústrias, bem como nas organizações em geral contribuindo para o crescimento e eficiência, este artigo tem como objetivo avaliar o grau de maturidade da Indústria 4.0 em relação a área de Cadeia de Suprimentos, de uma indústria de eletroeletrônicos instalada na Zona Franca de Manaus. A metodologia empregada consistiu em uma pesquisa quantitativa descritiva, sendo analisados os dados coletados através do sistema PIMM4.0. Os resultados indicaram que a empresa se encontra em um nível médio de maturidade, considerando a dimensão estudada. O artigo visa auxiliar a empresa e outras indústrias da região, a identificar áreas para aprimoramento e a desenvolver estratégias efetivas para o avanço do seu nível na Indústria 4.0, nas subdimensões de Cadeia de Suprimentos.

Palavras-Chaves: *Indústria 4.0, Cadeia de Suprimentos, Zona Franca de Manaus, PIMM 4.0.*

1. Introdução

A evolução tecnológica tem levado a mudanças nos modelos de produção, a Indústria 4.0 é caracterizada pela integração de sistemas e processos industriais com as tecnologias digitais avançadas. Ela envolve a aplicação de novas tecnologias como inteligência artificial, Internet das Coisas (*IoT*), robótica avançada, big data, computação em nuvem, entre outros, que permitem a criação de sistemas autogerenciáveis e possibilitam maior customização dos produtos sem perder as vantagens da produção em massa. (Lasi et al., 2014).

A indústria 4.0 promove a criação de fábricas inteligentes, onde os equipamentos e máquinas são conectados e capazes de se comunicar entre si, permitindo a automatização e otimização de processos de produção. Isso resulta em tomadas de decisões mais eficientes, redução de custos, aumento da produtividade e melhoria na qualidade dos produtos. (Kagermann et al., 2013).

Um aspecto importante da indústria 4.0 é a integração da área de cadeia de suprimentos. Essa área é um pilar de grande suporte em uma organização industrial, pois funciona como um

conjunto de atividades funcionais que se repetem, partindo do processo de aquisição de matéria prima para a fabricação, até o produto acabado para entrega ao cliente, conforme classificação proposta por Ballou (2009). A gestão da cadeia de suprimentos se encarrega de coordenar e unir todas as etapas de aquisição, fabricação e distribuição. Portanto, é fundamental que uma empresa invista em uma gestão estratégica da sua cadeia de suprimentos, buscando aprimorar todos os aspectos envolvidos, desde a seleção de fornecedores até a logística de distribuição.

O Decreto-Lei nº 288 estabelece a Zona Franca de Manaus como um polo industrial, comercial e agropecuário com condições econômicas favoráveis para o seu crescimento, levando em consideração as características locais e a grande distância entre a região e os principais mercados consumidores de seus produtos (Superintendência da Zona Franca de Manaus, 2024). Ainda nos dias atuais a região sofre com dificuldades de Logística, o que causa impacto na cadeia de suprimentos das indústrias instaladas no Polo Industrial da cidade.

Assim elaborou-se a seguinte questão-problema: Como está sendo o processo de adoção (maturidade) da Indústria 4.0 na Zona Franca de Manaus no que tange a área de Cadeia de Suprimentos? Para isso foi realizado um estudo de caso em uma indústria eletroeletrônica do Polo Industrial de Manaus, por meio do sistema PIMM 4.0, utilizando a dimensão Cadeia de Suprimentos e suas subdimensões.

2. Referencial Teórico

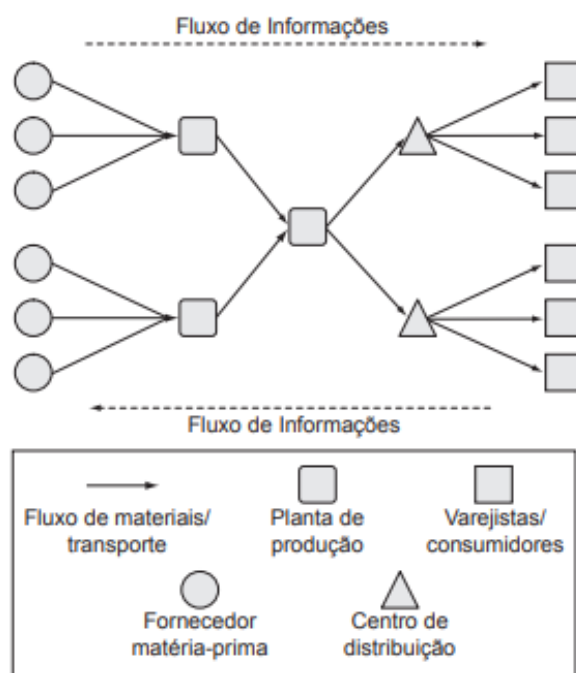
2.1 Cadeia de Suprimentos

De acordo com Lee e Billington (1995), a cadeia de suprimentos consiste em uma interconexão de organizações responsáveis por adquirir matérias-primas, transformá-las em produtos intermediários e, por fim, em produtos finais, que são disponibilizados aos consumidores por meio de uma rede de distribuição. Seguindo em uma linha parecida para Bertaglia (2009), a cadeia de suprimentos corresponde ao conjunto de procedimentos necessários para adquirir materiais, acrescentar valor de acordo com a visão dos clientes e consumidores, e disponibilizar os produtos no local e momento em que os clientes e consumidores desejam.

Para Leite et.al (2016), o gerenciamento da cadeia de suprimentos é uma atividade estratégica, uma vez que envolve a previsão da demanda, a procura por fornecedores, fluxo de materiais, acordos contratuais, análise de dados e transações financeiras, interação com consumidores, faz a implantação de estruturas como unidades fabris, depósitos, centros de distribuição, e considera também aspectos abrangentes como a economia, a sociedade, a sustentabilidade ambiental.

Partindo desse pressuposto, podemos afirmar que a cadeia de suprimentos tem um processo primordial para o fluxo econômico. O fornecedor de matéria-prima entrega os materiais que são alocadas para planta de produção fazer o processo de confecção, o produto acabado é enviado ao setor varejista, passando por dentro de centro de distribuição e indo para as lojas, e finalmente, alcançando o consumidor final. A Figura 1 apresenta, sob a forma de diagrama, um exemplo da cadeia de suprimentos.

Figura 1 - Exemplo de cadeia de suprimentos



Fonte: Lee e Billington (1995)

Para Bowersox et al. (2013), a área de cadeia de suprimentos é dividida por operações. Comercial é responsável pela gestão de relacionamento com os clientes e previsão de vendas. Em logística, temos o gerenciamento de transporte e estoque físico das mercadorias, tanto de matéria prima, quanto produto acabado. Em Manufatura, há o planejamento e controle de produção. Compras, a administração de pedidos de compra, relacionamento com fornecedores e acompanhamento de MRP. A má gestão de quaisquer dessas áreas, pode comprometer toda a cadeia em uma organização industrial.

2.2 Indústria 4.0

Ao longo da história, as mudanças revolucionárias na indústria surgiram como transformações disruptivas, geralmente trazendo benefícios aos setores de produção. Elas possibilitaram maiores níveis de produção e eficiência, aumentando o controle de qualidade dos produtos,

reduzindo o desperdício e permitindo uma maior capacidade de produção de itens competitivos e diferenciados (Maestri et al., 2021).

A Indústria 4.0, também conhecida como 4ª Revolução Industrial, emerge na Alemanha como um projeto estratégico que utiliza tecnologia avançada para promover fábricas capazes de criar produtos, procedimentos e processos inteligentes. Isso é alcançado por meio de um novo nível de interação técnico-social entre todos os participantes e recursos envolvidos na fabricação. (Kagermann et al., 2013).

Rodrigues et al. (2022) afirmam que a Indústria 4.0 representa efetivamente a Quarta Revolução Industrial, que engloba a digitalização em andamento nas indústrias e nas máquinas, ou seja, está intimamente ligada à automatização dos processos de fabricação. Por outro lado, Schwab (2019) argumenta que essa revolução vai além das tecnologias inovadoras utilizadas nela e do mercado de trabalho industrial, um dos principais benefícios que contribuirão para a distinção das empresas é a gestão do conhecimento e o aprimoramento dos trabalhadores para essa nova fase dos processos produtivos. As organizações que a adotam têm acesso a informações em tempo real, o que auxilia na tomada de decisões mais ágeis e precisas. Isso também possibilita uma maior adaptabilidade na produção, permitindo a personalização de produtos de acordo com as demandas dos consumidores.

De acordo com Lima (2019), muitos países têm aumentado suas estratégias para impulsionar ambientes inovadores, a fim de criar e/ou fortalecer suas vantagens competitivas. Nesse contexto, a Indústria 4.0 está ganhando destaque no Brasil, com o objetivo de reduzir os custos por meio da implementação das tecnologias desta nova revolução produtiva nos processos das empresas brasileiras. Em termos de quantidade de artigos acadêmicos sobre o assunto, Da Silva (2020) aponta o país como o quinto com mais publicações, superando o Reino Unido. Isso revela um crescente interesse de pesquisadores e instituições de pesquisa, bem como do setor público e privado, pelo tema em questão.

2.3 Maturidade na Indústria 4.0

Com o objetivo de determinar o grau de avaliação dos seus processos de acordo com o proposto pela indústria 4.0, as empresas utilizam a capacidade, para a qual diferentes modelos oferecem suas próprias metodologias, porém todos com a mesma finalidade de aumentar a eficácia com que uma empresa opera. A capacidade é uma ferramenta essencial para conceituar e mensurar a aptidão e prontidão dos processos, assim como os níveis em relação à Indústria 4.0. Ela é

caracterizada como um instrumento que possibilita a avaliação da indústria, utilizando recursos como modelos matemáticos, ferramentas descritivas e comparativas (Itikawa; Santiago, 2022).

A estrutura da avaliação de maturidade é realizada por meio da classificação das várias áreas da empresa em dimensões e subdimensões, em que cada uma é analisada separadamente para determinar onde são necessários melhorias ou modificações, até que esteja de acordo com o desejado. Os modelos de maturidade possuem uma estrutura conceitual composta por partes que definem a evolução ou crescimento, a fim de mensurar e unir habilidades cruciais para que as empresas atinjam o status desejado. Eles frequentemente apresentam aspectos, graus e são fundamentados na suposição de que procedimentos, áreas operacionais, indivíduos e corporações avançam por meio de um processo de evolução, visando um estágio mais avançado. Com base na evolução, as empresas são capazes de analisar suas falhas e corrigi-las antes da implementação de procedimentos pré-determinados para cada fase de desenvolvimento. (Santos; Martinho, 2020).

A utilização de modelos de maturidade e prontidão na Indústria 4.0 é importante, pois permite às empresas avaliar sua posição atual em relação às melhores práticas e habilidades necessárias para se adaptarem ao contexto da transformação digital. Esses modelos oferecem uma estrutura conceitual para medir e combinar as competências essenciais e identificar deficiências a serem preenchidas para alcançar níveis mais avançados de graduação. Ao empregar recursos como modelos matemáticos, ferramentas descritivas e comparativas, os modelos de maturidade possibilitam uma análise ampla dos processos, áreas de atuação, indivíduos e organizações, destacando o progresso contínuo e o desenvolvimento em direção a um patamar mais elevado de graduação. Isso é crucial para o avanço da Indústria 4.0, pois impulsiona a adoção de tecnologias e práticas avançadas que fomentam a eficiência, a inovação e a competitividade. (Soares et al., 2020).

Ao examinar os pontos fracos e reconhecer as possibilidades de aprimoramento fundamentado na experiência, as empresas podem tomar decisões estratégicas mais fundamentadas, estabelecendo estratégias de intervenção e executando procedimentos estabelecidos anteriormente para alcançar os níveis desejados de desenvolvimento. Isso possibilita que as organizações estejam prontas para enfrentar os desafios e oportunidades da Quarta Revolução Industrial, além de se posicionar de maneira mais precisa no mercado.

2.4 Zona Franca de Manaus



Em 28 de fevereiro de 1967, a Zona Franca de Manaus foi oficialmente estabelecida pelo presidente Castello Branco, por meio do Decreto-Lei nº 288. Inspirada na proposta de Aureliano Tavares Bastos, que defendeu os benefícios econômicos de permitir a passagem de navios estrangeiros pelo rio Amazonas, a ZFM foi criada com o propósito de ser um porto livre para o armazenamento, beneficiamento e retirada de produtos estrangeiros. O plano original foi apresentado em 1951, mas apenas em 1957 foi implementado através da Lei nº 3.173, sancionada por Juscelino Kubitschek. A ZFM abrange uma área de 10 mil quilômetros quadrados concentrada em Manaus e se tornou um centro comercial significativo na região amazônica. (Superintendência da Zona Franca de Manaus, 2024).

De acordo com a Superintendência da Zona Franca de Manaus (2024), Manaus possui um dos principais parques industriais do Brasil, o Polo Industrial de Manaus (PIM), contribuindo significativamente para o PIB da indústria nacional. Produtos essenciais no dia a dia dos brasileiros, como televisores, motocicletas, smartphones, condicionadores de ar, notebooks, canetas esferográficas e barbeadores, são fabricados no PIM, sendo que a maior parte da produção é destinada ao mercado interno. No entanto, um dos principais desafios enfrentados pela indústria é a dificuldade de escoar a produção devido aos problemas de infraestrutura de transporte da cidade.

Segundo Seráfico (2005), a criação da Zona Franca de Manaus foi justificada durante a ditadura militar pela necessidade de ocupar uma região pouco povoada. Foi preciso, então, garantir que a região tivesse condições de atrair trabalhadores e investimentos, tanto nacionais como estrangeiros, para impulsionar a economia local e promover a rentabilidade global. Assim, a criação e o desenvolvimento da Zona Franca de Manaus sempre estiveram ligados às condições políticas, econômicas e mundiais da época.

De acordo com a Superintendência da Zona Franca de Manaus (2024), o Polo Industrial de Manaus abriga cerca de 500 indústrias de alta tecnologia, que juntas empregam mais de 500 mil trabalhadores, tanto de forma direta quanto indireta. Os setores de destaque são o eletroeletrônico, de informática e de motocicletas. Para se instalarem na cidade, as empresas recebem incentivos fiscais, como isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), além disso, contam com benefícios como a suspensão do pagamento de PIS e COFINS nas operações de importação de insumos, matéria-prima e componentes, bem como a redução de impostos como o Imposto de Renda, etc.

Porém as indústrias do Polo Industrial de Manaus enfrentam grandes dificuldades na cadeia de suprimentos, a principal é Logística. Localizado em uma região remota, onde o acesso via

terrestre é limitado e o transporte de cargas é majoritariamente feito por meio fluvial e aéreo, o transporte de matéria-prima e de produtos acabados se torna mais complexo e dispendioso. Isso acaba gerando atrasos na entrega de produtos e aumentando os custos de produção. A falta de investimentos em estradas, portos e aeroportos limita a capacidade de expansão das empresas e dificulta o escoamento da produção. A maior parte dos produtos fabricados é transportada por meio de balsas para outras cidades com conexões com estradas, de onde podem ser levados para a região Sudeste. (Jacobs et.al., 2013).

3. Metodologia

O objeto do estudo é uma empresa da Zona Franca de Manaus, fabricante do segmento eletroeletrônico de televisão, micro-ondas e eletrodomésticos. Os dados fornecidos resguardam sigilo enquanto ao nome da empresa.

Para a visualização e análise dos dados, utilizou-se a abordagem da pesquisa quantitativa descritiva. De acordo com Gil (2007), a pesquisa quantitativa utiliza dados estatísticos obtidos por meio de questionários. Além disso, a análise quantitativa também pode ser considerada descritiva, pois busca apresentar os resultados de forma conclusiva, baseados em conhecimentos prévios sobre o problema e com dados coletados de maneira estruturada e amostras representativas (Malhora et al., 2005). Vergara (2013) ressalta que além de mostrar as características da população investigada, a pesquisa descritiva também permite identificar as relações entre variáveis, o que ajuda a compreender fenômenos específicos.

No presente estudo, foi utilizado o modelo PIMM4.0 (Polo Industrial de Manaus na Indústria 4.0) desenvolvido por Azevedo e Santiago (2019), que consiste em realizar a medição do nível de maturidade das empresas conforme a indústria 4.0. A plataforma possui 7 dimensões, sendo utilizada no estudo a dimensão de Cadeia de Suprimentos e suas sub dimensões: Estoque em Tempo Real, Integração SCM, Visibilidade SCM, Agilidade SCM e Lead Times. As outras dimensões do modelo são: Produtos, Manufatura, Estratégia, Modelo de Negócios, Interoperabilidade, Pessoas-Cultura, Sustentabilidade e Governança. Essas dimensões permitem classificar as empresas em quatro níveis de estágio:

Nível 1 – Digital, possuindo um baixo alcance organizacional em integração de cadeia produtiva com sistemas tecnológicos e interligação de processos verticais e horizontais digitais;

Nível 2 – Tecnológico, tendo a presença de sistemas integrando algumas das linhas organizacionais, com a automação em produção, porém ainda apresentando baixa visibilidade do modelo 4.0 e sem integração como um todo;

Nível 3 – Transição, permite notar a elevada integração dos sistemas possibilitando a visibilidade com importantes iniciativas em automação.

Nível 4 – Avançado, esse nível é caracterizado pela alta otimização dos respectivos processos, além da interoperabilidade integrada nos demais níveis da organização.

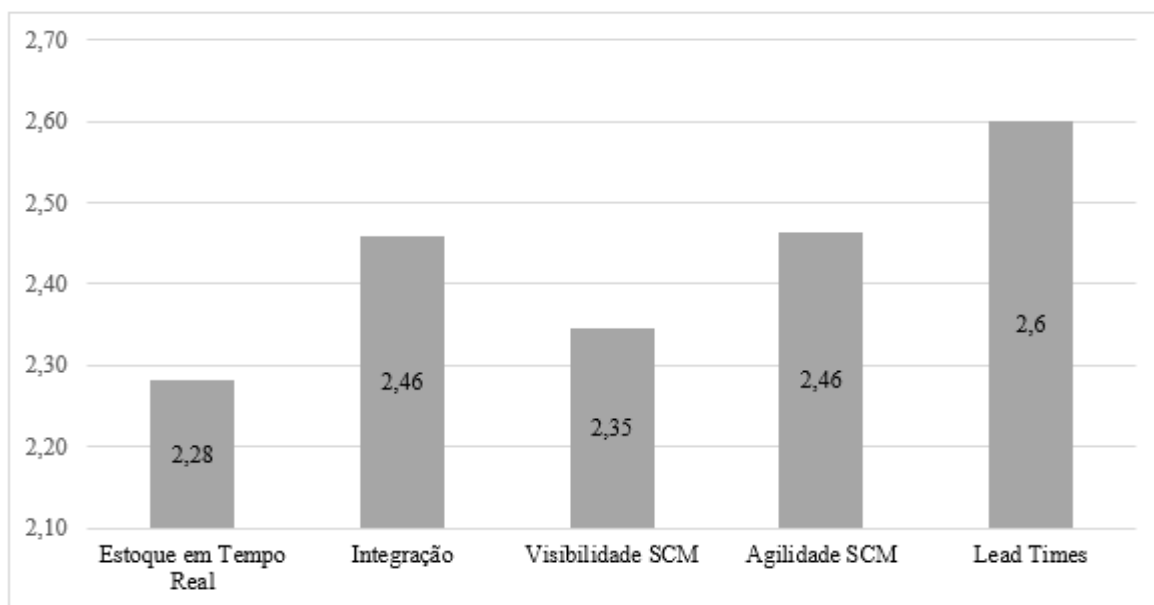
O modelo PIMM4.0 tem se tornado uma das principais ferramentas nos polos industriais do Brasil, com resultados satisfatórios na compreensão das deficiências técnicas das empresas em relação a quarta revolução industrial. O PIMM4.0 utiliza fundamentos matemáticos e é direcionado para a realidade do país (Itikawa; Santiago 2022). As possibilidades de aprimoramento são apresentadas por meio das informações obtidas na análise dos processos, seguindo suas dimensões e desenvolvendo um diagnóstico minucioso por meio dessa plataforma. Além disso, a utilização de um modelo matemático permite uma avaliação coerente do progresso em direção à transformação digital e à adoção das práticas avançadas da Indústria 4.0. Dessa forma, trata-se de uma ferramenta que contribui para impulsionar o crescimento e a modernização da Zona Franca de Manaus, oferecendo uma estrutura ampla para avaliar e orientar o avanço tecnológico, a eficiência operacional, a sustentabilidade e a governança nas empresas.

4. Resultados e discussões

Os resultados apresentados na Figura 2, demonstram por meio das médias das notas atribuídas por 85 colaboradores da organização, a leitura de maturidade observadas dentro da dimensão Cadeia de Suprimentos, bem como as suas 5 subdimensões.

A primeira subdimensão Estoque em Tempo Real, indica o gerenciamento de dados, em tempo real, referente ao controle de estoque e o uso para melhoria de gestão e processos, como a interoperabilidade logística. Sua média foi de 2,28, a menor entre todas as subdimensões, portanto a empresa deve buscar aprimorar seu sistema de gerenciamento de estoques, investindo em softwares, por exemplo, para que possam rastrear e registrar todas as informações em tempo real, garantindo então um controle mais preciso.

A segunda subdimensão Integração, designa o grau de integração da cadeia de suprimentos, observando os canais existentes entre seus elos. A média obtida foi 2,46. Um ponto interessante para nesse aspecto, seria capacitar e desenvolver fornecedores locais na Zona Franca de Manaus, fornecendo treinamentos, acesso a financiamento e suporte técnico. Isso fortaleceria a base de fornecedores e aumentaria a confiabilidade e a qualidade dos suprimentos, promovendo assim mais integração da cadeia de suprimentos.

Figura 2 – Dimensão de Cadeia de Suprimentos


Fonte: Autores (2024)

A terceira subdimensão Visibilidade de Cadeia de Suprimentos, indica o grau de visibilidade da cadeia de suprimentos – ponta a ponta, permitindo verificar a interoperabilidade logística. A média obtida foi 2,35. No contexto de dificuldade de recebimento de matéria prima e escoamento da produção da Zona Franca de Manaus, é importante manter uma comunicação eficiente com todos os elos da cadeia de suprimentos, desde fornecedores até clientes. Isso inclui o compartilhamento de informações como previsões de demanda, prazos de entrega e disponibilidade de estoque.

A quarta subdimensão Agilidade de Cadeia de Suprimentos, indica o grau de agilidade da cadeia de suprimentos, com base no relacionamento de fatores externos (ecossistema negocial). Sua média foi de 2,46. Para esse aspecto, é necessário diversificar fornecedores e transportadores, para reduzir a dependência excessiva, minimizar o risco de interrupções na cadeia de suprimentos e aumentar a agilidade no recebimento ou despacho das mercadorias, isso pode incluir a busca por fornecedores e transportadores locais e internacionais.

A quinta subdimensão *Lead Times*, é a característica do tempo de entrega da organização, considerando o ciclo da manufatura, tempo de atravessamento e redução do “aging”. A média obtida foi 2,6, sendo a mais próxima do Nível 3 – Transição. Nessa variável, é importante manter um controle rigoroso sobre os processos de produção, monitorar constantemente os indicadores de desempenho logísticos e buscar constantemente aprimoramentos e inovações que possam contribuir para a redução do *lead time*.

As subdimensões Estoque em Tempo Real e Visibilidade de Cadeia de Suprimentos estão diretamente relacionadas, uma vez que o gerenciamento em tempo real do estoque permite uma maior visibilidade da cadeia de suprimentos, possibilitando identificar possíveis gargalos e tomar decisões mais assertivas.

A subdimensão Agilidade de Cadeia de Suprimentos se relaciona com a Integração, uma vez que uma cadeia de suprimentos ágil depende de uma integração eficiente e de uma colaboração próxima entre os diversos participantes. Além disso, a Agilidade está diretamente ligada ao *Lead Times*, tendo em vista que a redução do tempo de entrega depende da capacidade da cadeia de suprimentos em responder de forma rápida e eficaz às demandas dos consumidores.

Dessa forma, é possível perceber que todas as subdimensões estão interligadas e influenciam diretamente umas às outras, demonstrando a importância de uma gestão integrada e eficiente da cadeia de suprimentos como um todo. É fundamental que a empresa busque aprimorar esses aspectos para garantir uma cadeia de suprimentos eficiente, ágil e capaz de se adaptar às demandas do mercado.

5. Considerações Finais

Considerando os resultados obtidos durante a presente pesquisa, conclui-se que a empresa do segmento eletroeletrônico fabricante de televisão, micro-ondas e eletrodomésticos, situada na Zona Franca de Manaus, apresenta uma maturidade de Nível 2 – Tecnológico na dimensão de Cadeia de Suprimentos, sendo a subdimensão *Lead Times* a mais próxima do nível seguinte e a subdimensão Estoque em Tempo de Real, a que mais requer melhorias. Sendo assim, há desafios a percorrer para que a empresa conquiste o Nível 4 – Avançado, o ideal para a Indústria 4.0.

Esses resultados ressaltam a importância de investir em estratégias de implementação da Quarta Revolução Industrial e na qualificação dos colaboradores para lidar com as exigências tecnológicas em constante progresso. É essencial que a organização esteja preparada para enfrentar os obstáculos e tirar proveito das oportunidades oferecidas pela Indústria 4.0, com o intuito de promover o crescimento econômico sustentável e garantir a competitividade no mercado atual.

Dado as dificuldades de acesso à região, de recebimento matéria prima e escoamento de produto acabado, a cadeia de suprimentos tem um papel fundamental na competitividade das empresas na Zona Franca de Manaus. Uma cadeia de suprimentos bem gerenciada e eficiente permite que as empresas reduzam custos, melhorem a qualidade e a velocidade de entrega, e aumentem a



satisfação dos clientes. Portanto, torna-se necessário que as empresas da Zona Franca de Manaus estejam alinhadas com as tendências da Indústria 4.0 e busquem incessantemente aprimorar seus procedimentos.

Espera-se que este trabalho forneça dados pertinentes para a indústria de eletroeletrônicos e outras empresas da Zona Franca de Manaus, ajudando-as a identificar áreas para aprimoramento e a desenvolver estratégias efetivas para a implementação de ações da Indústria 4.0. A pesquisa evidencia a importância de avaliar o grau de desenvolvimento em relação a área de Cadeia de Suprimentos na Indústria 4.0, propiciando uma compreensão mais clara da situação atual da empresa e orientando ações futuras para atingir um nível mais avançado de maturidade.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A.; SANTIAGO, S. B. **Design of an Assessment Industry 4.0 Maturity Model: An application to manufacturing company**. In: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Toronto, ON, Canada. 2019. p. 23-25.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5 ed. ed. [S.l.]: Bookman Editora, 2009.
- BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. 2.ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2009.
- BOWESOX, D. J. *et al.* **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. [S.l.]: AMGH Editora, 2013.
- DA SILVA, I. A.; BARBALHO, S. C. M. **Modelos De Maturidade Para Indústria 4.0 - Estudos De Caso**. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 20-23 de out. de 2020.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- ITIKAWA, M.; SANTIAGO, S. B.. **A Systematic Review on Industry 4.0 Maturity Metrics In the Manaus Free Trade Zone**. International journal of advanced engineering research and science, v. 8, p. 1, 2021.
- JACOBS, W. *et al.* **Transporte, fluxo de mercadoria e desenvolvimento econômico urbano na Amazônia: o caso de Belém e Manaus**. Routledge., p. 129-149, 2013.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Frankfurt, 2013.
- LASI, H. *et al.* **Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering**. Springer, v. 6, n. 4, p. 239–242, 2014.
- LEE, L. H.; BILLINGTON, C. **The evolution of supply chain management models and practice at hewlett-packard**. Interfaces, 1995.
- LEITE, Caio Cesar Lemes et al. **A logística e a gestão da cadeia de suprimentos: um estudo de caso em uma empresa da região do sul de Minas Gerais**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 15, n. 1, p. 676-688, 2017.
- LIMA, R. R. P.; RUSSO, S. L. **Políticas públicas e ações estratégicas para inovação no Brasil na era da indústria 4.0**. In: 10th International Symposium on Technological Innovation. Aracaju, Sergipe, 25-27 de set. 2019.



MAESTRI, Gabriela et al. **Revoluções tecnológicas e a relação com o setor têxtil: perspectivas baseadas em Indústria 3.5, Indústria 4.0 e Indústria 5.0.** Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia-ISSN: 1984-5693, v. 13, 2021.

MALHOTRA, N. K., ROCHA, I., LAUDISIO, M. C., ALTHEMAN, E., & BORGES, F. M. **Introdução a Pesquisa de Marketing.** 1 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

RODRIGUES, L. C.; QUEIROGA, A. P. G.; MILHOSSI, J. F. **Indústria 4.0 e a transformação digital.** *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.8, n.2, p. 14093-14101, fev. 2022.

SANTOS, A. B., OLIVEIRA, R. C., & LIMA, J. P. (2020). **Gestão da cadeia de suprimentos e maximização da produção e serviços: um estudo quantitativo na indústria de eletrodomésticos, TVs e microondas.** *Revista de Administração e Inovação*, 17(3), 274- 290. [DOI: 10.1108/RAI-05-2019-0124]

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial.** São Paulo: Edipro, 2019.

SERÁFICO, M.; SERÁFICO, J. **A Zona Franca de Manaus e o capitalismo no Brasil.** Estudos Avançados 19. Scielo., 2005.

SOARES, S. et al. **Metanálise dos modelos de maturidade da INDÚSTRIA 4.0.** *Interciencia*, v. 45, n. 8, p. 397-400, 2020.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. **HISTÓRICO - A história da Zona Franca de Manaus, em resumo.** Site do Governo Federal. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/zfm/o-que-e-o-projeto-zfm>> Acesso em: 24 Fev. 2024.

VERGARA, S. C. **Gestão com Pessoas e Subjetividade.** 6 ed. São Paulo: Atlas, 2013.