

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**  
**FACULDADE DE ESTUDOS SOCIAIS**  
**CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**BRUNO BARROS COELHO**

**IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA MATURIDADE EM UMA EMPRESA  
DE ELETROELETRÔNICOS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS.**

**MANAUS**

**2025**

**BRUNO BARROS COELHO**

**IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA MATURIDADE EM UMA EMPRESA  
DE ELETROELETRÔNICOS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Administração da Universidade Federal  
do Amazonas (UFAM), como requisito para  
obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Breval Santiago

**MANAUS**

**2025**

**BRUNO BARROS COELHO**

**IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA MATURIDADE EM UMA EMPRESA  
DE ELETROELETRÔNICOS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Administração da Universidade Federal  
do Amazonas (UFAM) como requisito parcial para  
obtenção do grau de bacharel em Administração.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 09/12/2025.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Sandro Breval Santiago – UFAM  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Ma. Ana Claudia de Araújo Moxotó – UFAM  
Avaliadora

---

Prof. Dr. Manoel Carlos de Oliveira Júnior – UFAM  
Avaliador

## 1. Introdução

O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez em 2011, na Alemanha, durante a Feira de Hannover. No ano seguinte, desenvolvedores de projetos produziram um relatório com inovações tecnológicas para a indústria. Em 2013, na mesma feira, foi lançada a versão final do estudo sobre a Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, caracteriza-se pela integração de tecnologias digitais avançadas, como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data e sistemas ciberfísicos, nos processos produtivos. Essa transformação visa aumentar a eficiência, flexibilidade e personalização na produção industrial. Segundo Rocha e Santiago (2024), a Indústria 4.0 promove uma mudança significativa na forma como as empresas operam, impactando diretamente suas cadeias de suprimentos.

No contexto brasileiro, o Polo Industrial de Manaus (PIM) destaca-se como um importante centro de produção de bens eletroeletrônicos. A adoção dos princípios da Indústria 4.0 nesse polo é essencial para enfrentar desafios logísticos complexos e atender às exigências de um mercado cada vez mais competitivo. Aguiar (2022) aponta que, apesar do reconhecimento da importância da Indústria 4.0, muitas empresas do PIM ainda enfrentam dificuldades na implementação dessas tecnologias, devido a lacunas em políticas públicas e infraestrutura de inovação.

Estudos de caso realizados por Góes (2023) e Paz Netto (2023) revelam que empresas do setor eletroeletrônico no PIM apresentam níveis médios de maturidade em relação à Indústria 4.0, indicando a necessidade de capacitação dos recursos humanos e maior integração entre tecnologia e processos organizacionais. Esses estudos destacam a importância de estratégias bem definidas para a transição eficaz para a Indústria 4.0.

Diante desse cenário, este artigo propõe-se a analisar o impacto da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos de uma empresa de eletroeletrônicos no Polo Industrial de Manaus, visando compreender os desafios e oportunidades associados à implementação dessas tecnologias avançadas por meio de dados coletados pelo sistema PIMM4.0<sup>®</sup>, desenvolvido e utilizado para gerar um diagnóstico do nível de maturidade perante a transição ou adesão de tecnologias ao modelo 4.0.

## 2. Fundamentação Teórica

A Indústria 4.0, ou quarta revolução industrial, representa a junção de várias tecnologias voltadas para a modernização e inovação dos processos na cadeia produtiva de bens e serviços. Seu funcionamento se baseia principalmente nos sistemas ciber-físicos (CPS), que permitem prever falhas e evitar desperdícios; na Internet das Coisas (IoT), que promove a comunicação inteligente entre máquinas, elevando a qualidade da produção; e na Internet dos Serviços (IoS), que viabiliza a oferta de serviços internos e externos por meio de plataformas conectadas à internet. Com essa integração tecnológica, a indústria se torna mais eficiente, ganhando competitividade e capacidade de adaptação às novas exigências do mercado (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

O modelo da Indústria 4.0 foi inicialmente concebido para o setor de manufatura, especialmente na produção de partes e componentes. No entanto, com o avanço das tecnologias e a ampliação do conhecimento sobre suas aplicações, verificou-se que os princípios da Indústria 4.0 podem ser adaptados e implementados em diversos segmentos industriais, de acordo com as particularidades e demandas de cada setor. Trata-se de um modelo flexível, que permite desde a customização de produtos — por meio da adoção de tecnologias de comunicação avançada com os clientes e sistemas de inteligência artificial aplicados à produção — até a incorporação de soluções de automação digital, com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir o consumo de insumos e recursos. Essa abordagem contribui para a otimização dos processos produtivos, tornando-os mais ágeis, eficientes e alinhados às exigências do mercado contemporâneo. (KAGERMANN et al, 2013; VERMULM et al, 2018; SACOMANO et al, 2018; SANTOS et al, 2018).

A implementação da Indústria 4.0 garante que as empresas obtenham um salto de incentivos positivos em pontos relacionados a competitividade do mercado. Trabalhando na otimização de processos e cultivando tecnologias inovadoras, há possibilidades de aumento de produtividade, redução de custos, personalização de serviços e de produtos com qualidade, mantendo divergências do concorrente.

### 2.1. Maturidade da indústria 4.0

A maturidade é entendida como a capacidade das organizações de incorporar, de forma plena e integrada, tecnologias emergentes aos seus processos operacionais. Essa avaliação é

essencial para o desenvolvimento de um planejamento estratégico orientado por resultados, capaz de promover a integração da cadeia produtiva aos diversos níveis organizacionais (SANTIAGO, 2021). Países com economias consolidadas apresentam vantagens significativas nesse processo, uma vez que suas políticas econômicas são fortemente direcionadas à pesquisa, desenvolvimento tecnológico e manutenção de parques industriais altamente produtivos. Essas estratégias possibilitam a consolidação de uma posição competitiva no cenário global (DALENOGARE et al., 2018).

Nações como Estados Unidos, Alemanha e China se destacam pela maturidade elevada na adoção de tecnologias da Indústria 4.0. Esses países promovem investimentos contínuos em áreas estratégicas como ciência, tecnologia, educação e políticas públicas, o que favorece não apenas a adesão ao novo modelo produtivo, mas também sua evolução contínua, transformando seus complexos industriais em referência global (CNI, 2016; SANTOS et al., 2018).

O Brasil, por sua vez, encontra-se em estágio de transição. Grande parte dos setores produtivos ainda opera com tecnologias associadas à terceira revolução industrial, baseadas na automação convencional (SACOMANO et al., 2018). A implementação de tecnologias inteligentes ocorre de maneira pontual, geralmente em áreas específicas como automação de linhas de produção e logística de suprimentos. Contudo, essas iniciativas não são, em sua maioria, orientadas por uma estratégia sistêmica de transição à Indústria 4.0, mas sim como resposta às demandas de mercado por maior competitividade e eficiência operacional (CNI, 2016).

## **2.2. Polo Industrial de Manaus (PIM)**

Instituído em 1967, o Polo Industrial de Manaus (PIM) configura-se como uma das mais relevantes zonas econômicas do Brasil, destacando-se por sua expressiva contribuição à atividade industrial nacional. Reconhecido como um dos principais centros produtivos do país, o PIM exerce um papel estratégico no fortalecimento do desenvolvimento socioeconômico da região Norte. Sua estrutura abriga um conjunto diversificado de segmentos industriais, entre os quais se destacam os setores de eletroeletrônicos, motocicletas, bicicletas e bebidas, dentre outros.

O PIM é regido pela Superintendência da Zona Franca de Manaus – Suframa. Esta é responsável por regularizar e estimular o desenvolvimento da região. O Polo Industrial de Manaus é reconhecido como o maior complexo industrial da América Latina, destacando-se

pelo seu contínuo e significativo crescimento em termos de faturamento ao longo dos anos. Em 2024, o PIM faturou R\$204 bilhões, um crescimento de 16,24% na comparação com 2023 (R\$ 175,83 bilhões). Em dólar, o faturamento global de 2024 foi de US\$ 37.51 bilhões, com alta de 6,36% na comparação com 2023 (US\$ 35.27 bilhões). (SUFRAMA, 2024).

### 3. Metodologia

O presente artigo tem como foco uma empresa, instalada no Polo Industrial de Manaus (PIM), que atua no setor eletroeletrônicos. A companhia é responsável pela fabricação de itens da chamada linha branca, como geladeiras e lavadoras, além de outros produtos eletrônicos, incluindo televisores, aparelhos de ar-condicionado, mini systems e smartphones. A planta industrial da empresa é de grande porte e conta com aproximadamente 1700 colaboradores. Por questões de confidencialidade e para permitir uma análise isenta de vínculos diretos com qualquer organização específica, o nome da empresa foi omitido.

As informações utilizadas na presente análise foram fornecidas pelo sistema PIMM4.0<sup>®</sup>, bem como pelas equipes operacionais, técnicas e administrativas da organização.

Para a análise dos dados, foi adotada uma abordagem quantitativa de natureza descritiva, fundamentada em uma coleta sistemática de informações. A interpretação dos dados foi facilitada por meio da aplicação de métodos estatísticos, especialmente com o uso de gráficos do tipo radar, os quais permitiram uma visualização mais clara dos resultados (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Embora a metodologia do PIMM4.0<sup>®</sup> contemple sete dimensões, este artigo se concentra em apenas duas delas: Manufatura e Operações e Estratégia e Organização. A primeira foi analisada com base em dez subdimensões, e a segunda com base em seis. Para cada subdimensão, foi atribuído um valor de maturidade em uma escala de um (1) a quatro (4), conforme os critérios definidos por Azevedo e Santiago (2019).

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, e;

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

#### 4. Resultados e discussões

Os dados foram obtidos a partir de uma planilha gerada pelo *software* PIMM4.0<sup>®</sup>, cujo conteúdo apresenta uma listagem dos itens avaliados para cada eixo e, a seguir, uma sequência de respostas. Cada um avaliou os itens utilizando uma escala de 1 a 4 que contou com a aplicação de 16 itens, distribuídos em dois eixos:

Manufatura e Operações (10 itens):

- Controle automação;
- M2M;
- Preparação Ind 4.0;
- Transp Autônomos MP/PA;
- Auto otimização;
- Modelagem digital;
- Coleta de dados fabris;
- Uso dados Manufatura;
- Soluções em Nuvem;
- Segurança de TI.

Estratégia e Organização (6 itens):

- Implementação Ind40;
- Investimentos Ind40;
- Capacitação RH;
- Colaboração Deptos;
- Apoio Liderança Ind4;
- ROI-Custo Benefício.

A análise comparativa do nível de maturação da Indústria 4.0 na empresa de eletrônicos, com base nos dados fornecidos, abrange as dimensões de Manufatura e Operações, e Estratégia e

Organização. A Tabela 1 apresenta os valores médios de maturação para cada subcategoria analisada dentro dessas duas dimensões, onde MO e EO representam, respectivamente, as médias agregadas dos itens de Manufatura e Operações e de Estratégia e Organização.

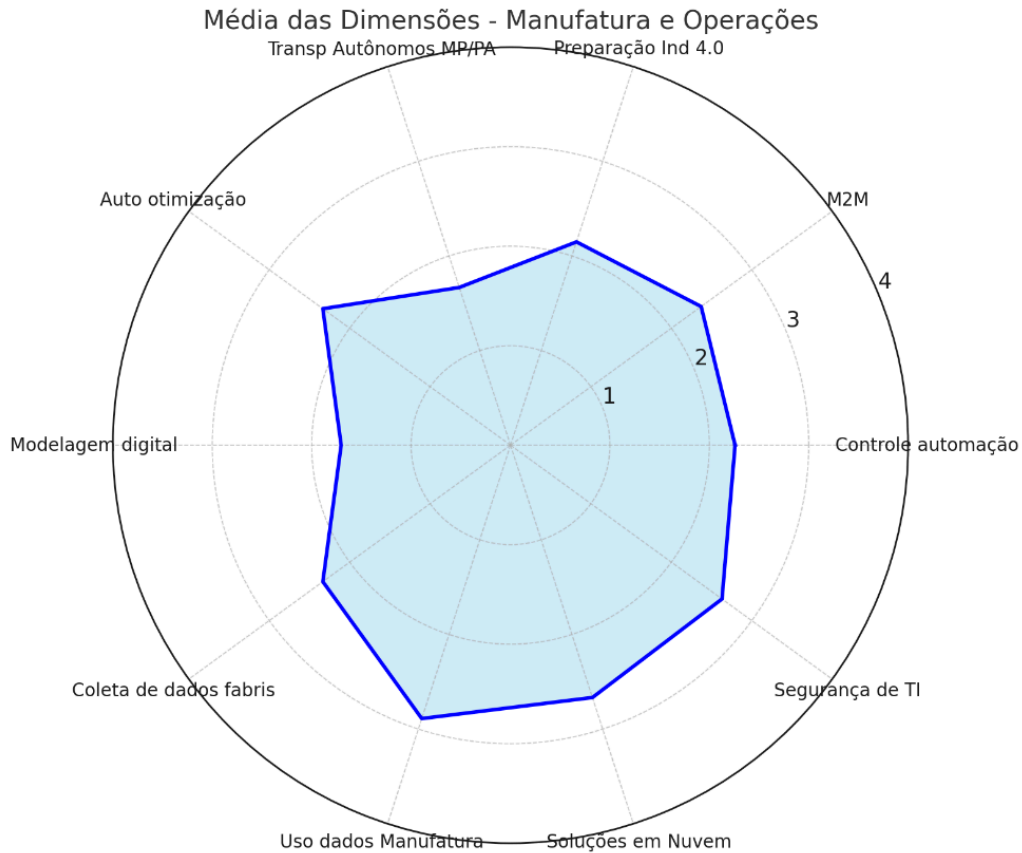
Tabela 1 – Nível médio de maturação por subcategoria

<b>Dimensão</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Nível Médio de Maturação</b>
<b>Manufatura Operações</b>	e Automação/4.0 Otimização	MP 2.28
<b>Manufatura Operações</b>	e Digital	2.33
<b>Manufatura Operações</b>	e Fabris Manufatura Nuvem	2.52
<b>Manufatura Operações</b>	e TI Ind40	1.76
<b>Estratégia Organização</b>	e Deptos RH	2.52
<b>Estratégia Organização</b>	e Ind4	1.95
<b>Estratégia Organização</b>	e Benefício	1.95
<b>Estratégia Organização</b>	e Segurança	2.33
<b>Estratégia Organização</b>	e Implementação Investimentos	2.48
<b>Estratégia Organização</b>	e Capacitação Colaboração	2.62
<b>Estratégia Organização</b>	e Liderança Apoio	2.24
<b>Estratégia Organização</b>	e Custo - ROI	2.14

Fonte: autores (2025)

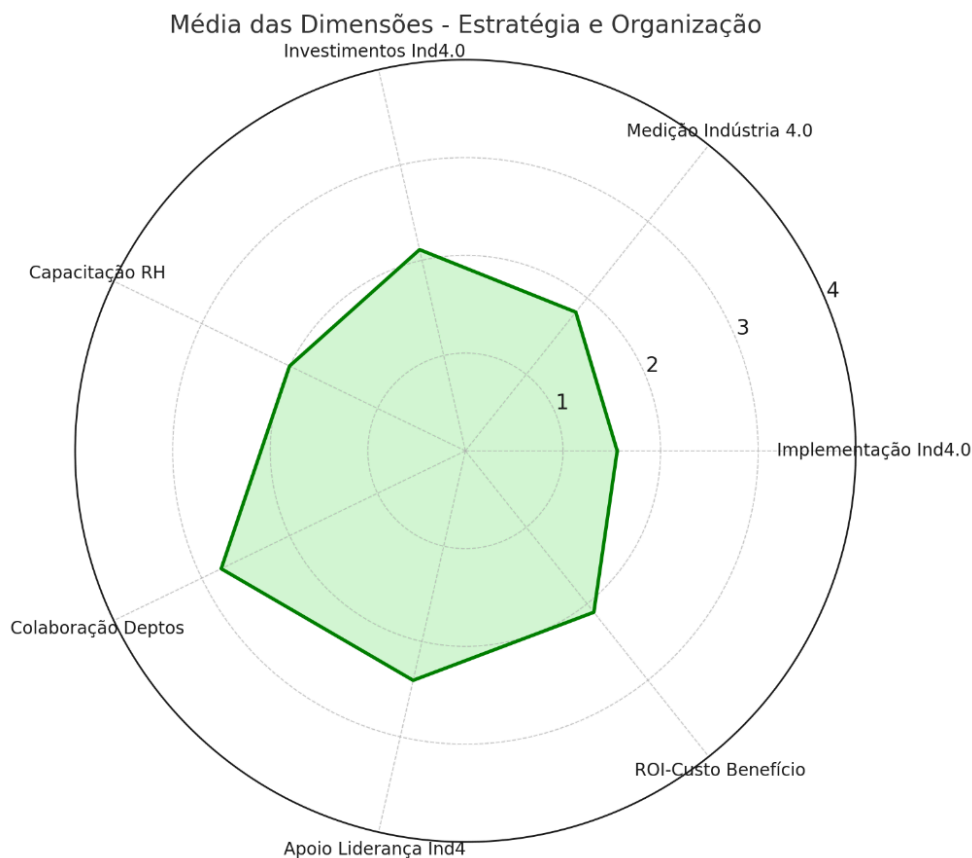
A análise dos resultados revela um nível geral de maturação da Indústria 4.0 na empresa de eletrônicos que varia entre as diferentes subcategorias avaliadas. Na dimensão de Manufatura e Operações, as subcategorias "Fabris Manufatura Nuvem" e "Digital" apresentam níveis médios de maturação relativamente mais altos (2.52 e 2.33, respectivamente), sugerindo que a empresa possui algum avanço na digitalização de seus processos fabris e na utilização de tecnologias em nuvem. No entanto, a subcategoria "TI Ind40" demonstra o menor nível de maturação (1.76) nesta dimensão, indicando a necessidade de maiores investimentos e desenvolvimento na infraestrutura de Tecnologia da Informação voltada para os preceitos da

Indústria 4.0. A subcategoria "Automação/4.0 MP Otimização" apresenta um nível intermediário de maturação (2.28).



Fonte - Autores (2025)

Na dimensão de Estratégia e Organização, a subcategoria "Capacitação Colaboração" destaca-se com o maior nível médio de maturação (2.62), o que sugere que a empresa tem investido no desenvolvimento de habilidades e na promoção da colaboração entre equipes visando a transformação digital. Similarmente à dimensão de Manufatura e Operações, observa-se variação nos níveis de maturação das demais subcategorias. "Deptos RH" (2.52) também apresenta um nível de maturação relativamente alto, indicando um envolvimento positivo da área de Recursos Humanos no processo de adoção da Indústria 4.0. Por outro lado, as subcategorias "Ind4" (1.95) e "Benefício" (1.95) mostram níveis de maturação mais baixos, o que pode indicar desafios na compreensão abrangente dos conceitos da Indústria 4.0 pela organização e na clara identificação dos benefícios esperados com sua implementação. "Segurança" (2.33), "Implementação Investimentos" (2.48), "Liderança Apoio" (2.24) e "Custo - ROI" (2.14) apresentam níveis de maturação intermediários dentro desta dimensão.



Fonte - Autores (2025)

Comparando as duas dimensões, é possível notar que, em média, a dimensão de Estratégia e Organização (média das subcategorias ~2.34) apresenta um nível de maturação ligeiramente superior à dimensão de Manufatura e Operações (média das subcategorias ~2.22). No entanto, ambas as dimensões ainda se encontram em um estágio intermediário de maturação da Indústria 4.0, com pontuações médias abaixo de 3 (em uma escala que parece ir até 5, embora a escala máxima não esteja explicitamente definida nos dados extraídos, assume-se pelo contexto e valores máximos observados). Isso sugere que a empresa já iniciou sua jornada em direção à Indústria 4.0, mas ainda há um caminho significativo a percorrer para alcançar um nível de maturação mais avançado em diversas áreas.

## Conclusão

A análise realizada evidencia que a empresa de eletrônicos estudada encontra-se em um estágio intermediário de maturação em relação à Indústria 4.0. Enquanto algumas subcategorias demonstram avanços relevantes, especialmente em manufatura digital e gestão de pessoas, outras ainda revelam limitações, como no uso de TI voltada à Indústria 4.0 e no alinhamento estratégico dos investimentos.

Esses resultados reforçam a importância de estratégias integradas e contínuas de transformação digital, que envolvam tanto o aspecto técnico quanto o humano e organizacional. Como trabalhos futuros, recomenda-se a elaboração de um plano estratégico focado no desenvolvimento das áreas com menor pontuação, aproveitando os pontos fortes existentes para acelerar o processo de maturação.

## 5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, Luiz Frederico Oliveira de. Indústria 4.0: perspectivas para o Polo Industrial de Manaus. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Indústria 4.0 e digitalização da produção. Brasília: CNI, 2016.

DALENOGARE, L. S. et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, v. 204, p. 383–394, 2018.

GÓES, Jessica Cavalcante. Maturidade na Indústria 4.0: estudo de caso em uma fabricante de eletroeletrônicos no Polo Industrial de Manaus por meio do sistema PIMM4.0®. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Frankfurt: acatech, 2013. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

ROCHA, Pollyana Massulo; SANTIAGO, Sandro Breval. Indústria 4.0 no Polo Industrial de Manaus: um estudo sobre a transformação digital no setor eletroeletrônico. In: CONGRESSOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, PROCESSOS E SERVIÇOS (CEPPS), 2024, Manaus. Anais [...]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2024.

SACOMANO, J. B. et al. A Indústria 4.0 e os impactos sobre o sistema de produção: desafios para o Brasil. *Revista Produção Online*, v. 18, n. 2, p. 385–404, 2018.

SANTIAGO, R. S. Indústria 4.0 e maturidade organizacional: desafios e oportunidades para o setor produtivo brasileiro. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

SANTOS, Marcos; MANHÃES, Aline Martins; LIMA, Angélica Rodrigues. Indústria 4.0: desafios e oportunidades para o Brasil. Sergipe, 2018. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10423/2/Industria\\_4\\_0.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10423/2/Industria_4_0.pdf). Acesso em: 19 abr. 2025.

SANTOS, R. F. et al. Transformações industriais e tecnológicas: o papel dos países líderes na Indústria 4.0. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, n. 4, p. 553–570, 2018.

SUFRAMA – SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. Histórico. Disponível em: <https://www.gov.br/suframa/pt-br/assuntos/historia-da-zona-franca>. Acesso em: 21 abr. 2025.