

## **Análise da integração de tecnologias emergentes com aplicação em uma empresa do setor automobilístico**

Autoras: Amanda Castro Verissimo Cortes, Ma.

Sandra Regina F. S. Morgado de Gois, D. Sc.

**Resumo:** Diante de todo o cenário analisado, reafirma-se que o avanço tecnológico e digital do século XXI tem se consolidado como um vetor fundamental de transformação nos setores de produção e serviços, caracterizando o que se denomina Indústria 4.0. Nesse contexto, a integração de tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial, Big Data, Computação em Nuvem e Internet das Coisas (IoT), tem se mostrado essencial para a modernização dos processos, o aumento da eficiência operacional e a capacidade de resposta ágil às demandas do mercado. Esse estudo analisou a integração de tecnologias emergentes aplicadas em uma empresa do setor automobilístico, inserida no contexto da Indústria 4.0. Para alcançar tal objetivo, foram identificados os principais desafios enfrentados na adoção dessas inovações, bem como as oportunidades e obstáculos relacionados à sua incorporação nos processos logísticos. A pesquisa foi conduzida por meio da aplicação de um questionário estruturado, com coleta de dados realizada de forma online junto a colaboradores atuantes nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, assegurando uma amostra representativa e abrangente da realidade da integração tecnológica na empresa. Como resultado, observou-se uma forte correlação entre o acesso facilitado aos dados e a atualização contínua das informações, bem como entre a integração de sistemas e o compartilhamento eficiente de informações. Por outro lado, a tecnologia de Inteligência Artificial apresentou correlações fracas com as demais variáveis, sugerindo uma adoção ainda incipiente. Esses achados apontam que a maturidade digital está mais associada à interoperabilidade, ao uso de dados estratégicos e à colaboração com fornecedores do que ao uso isolado de tecnologias avançadas. Conclui-se, portanto, que a adoção de tecnologias emergentes se configura não apenas como uma tendência, mas como uma necessidade estratégica para a sustentabilidade organizacional. Para que essa transição seja bem-sucedida e duradoura, torna-se indispensável o investimento contínuo em pessoas, processos e no fortalecimento da cultura organizacional.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Tecnologias Emergentes; Logística; Transformação Digital; Setor Automobilístico.

## **1. Introdução**

A Indústria 4.0 teve início devido a um projeto de novas estratégias do governo alemão voltadas a grandes tecnologias. O fundamento básico consiste na conexão de máquinas, sistemas e ativos, onde as empresas poderão criar redes inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor, possibilitando o controle autônomo dos módulos da produção. Diante disso, as fábricas inteligentes terão a capacidade e autonomia para agendar manutenções, prever falhas nos processos e se adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas na produção (Mata et al., 2018). A Indústria 4.0 está transformando a produção com novos processos, produtos e modelos de negócios. As empresas que não se adequarem a essa nova realidade podem perder mercados ou, em casos extremos, até deixar de existir. Ao mesmo tempo, essa revolução representa uma grande oportunidade para o setor industrial brasileiro tentar diminuir a diferença de produtividade em relação aos países desenvolvidos (CNI, 2020). A produção industrial foi alterada drasticamente ao longo dos últimos anos, e as cadeias produtivas foram transformadas em modelos colaborativos, ou seja, linhas de produção antes formadas apenas por colaboradores passaram a ser modelos em que as máquinas trabalham junto com as pessoas em um mesmo cenário (Jamrus; Wang; Chien, 2020). Esses modelos frequentemente se baseiam em conceitos da Indústria 4.0, devido ao uso de tecnologias emergentes, como inteligência artificial, robótica e Internet das Coisas (IoT) (Chien; Hong; Guo, 2017b). Os modelos de negócios e as soluções industriais tecnológicas tendem a gerar um impacto global positivo (Chien et al., 2020).

## **2. Fundamentação teórica**

### *2.1 Indústria 4.0*

O processo de automação industrial depende da captação de informação de forma automática, sendo possível coletar grandes volumes de dados praticamente sem erros pela ausência de intervenção humana. É esperado que cada produto possa ser único para o atendimento das necessidades dos clientes. Mujiono (2021), vai adiante e menciona que não só a automação caracteriza a Indústria 4.0, mas também uma série de nove elementos presentes atualmente em maior ou menor dimensão em quase todos os negócios e profissões. Também conhecida como Quarta Revolução Industrial, a indústria 4.0 faz parte de uma sequência de revoluções que começaram no século XVIII e que afetaram os processos de produção industrial. Conforme ilustrado na Figura 3, observa-se uma linha temporal que demonstra a evolução desde

a primeira até a quarta Revolução Industrial, destacando como cada etapa trouxe avanços significativos, culminando na era da Indústria 4.0 (Túrmina, 2019)

## *2.2 Tecnologias Emergentes*

Segundo aborda Chaguri (2022), a Indústria 4.0, é um termo que surgiu na Alemanha em 2011 como parte de uma iniciativa governamental. Essa iniciativa buscava modernizar o setor manufatureiro do país através da incorporação de tecnologia de ponta. O conceito de Indústria 4.0 se refere a uma nova fase na organização do sistema industrial, que é caracterizada pela fusão de tecnologias físicas, digitais e biológicas. Isso inclui tecnologias como, computação em nuvem, Internet das Coisas, robótica e mais. Todas essas tecnologias são integradas e trabalham juntas para criar um sistema industrial mais eficiente e produtivo. Segundo Paseto, Martinez e Przybilovicz (2020), o principal objetivo da Indústria 4.0 é a criação de fábricas inteligentes, caracterizadas por operações autônomas ou semiautônomas viabilizadas por máquinas e robôs avançados com capacidade de aprendizado e adaptação. Esses sistemas inteligentes tornam a produção mais flexível, eficiente e responsiva às demandas do mercado, ajustando-se rapidamente a novas condições de produção. Além disso, a otimização dos processos reduz desperdícios e maximiza a produtividade, representando uma transformação significativa na maneira como a produção é conduzida. Palma et al. (2017), diz que os princípios da Indústria 4.0 estão revolucionando a indústria, promovendo eficiência e flexibilidade. A interoperabilidade e a virtualização melhoram a eficiência e a qualidade. A descentralização aumenta a resiliência, permitindo respostas rápidas a mudanças. A operação em tempo real melhora a eficácia operacional. A orientação a serviços melhora a colaboração, e a modularidade permite a adaptação rápida a mudanças de produção. Esses princípios estão remodelando a produção para ser mais inteligente e eficiente. Segundo Chaguri (2022), é preciso lembrar que a indústria 4.0 trata-se de ir além de colocar máquinas autônomas na produção, se trata de transformar e digitalizar os processos de produção com base em dados diversos. Essa modificação e a chegada destas novas tecnologias também trouxeram consigo o desafio de administrar o grande volume de dados que estas ferramentas e meios produzem, fazendo com que a inteligência de dados também fosse um constante neste novo cenário. Os grandes volumes de dados carecem de uma interpretação precisa que as transformações em informações relevantes para que finalmente possam dar base para decisões e ações da indústria.

### *2.3 Desafios e Oportunidades*

Marin (2018), que diz: a integração, visão holística, coerência, colaboração, inovação e flexibilidade são conceitos chaves para apoiar o desenvolvimento da Indústria 4.0 cuja adaptação envolverá a implementação de uma nova estratégia de logística e desenho de uma nova organização e gestão de mudança para uma nova cultura digital, bem como o estabelecimento de novas metodologias e processos no âmbito da incorporação de ferramentas e tecnologias digitais. Podemos considerar que a transição para indústria 4.0 é fundamental e necessária, mas existem desafios e mudanças a serem implantadas para obter o máximo do conceito. CNI (2020), diz que a transição para a Indústria 4.0 trouxe consigo um conjunto inovador de tecnologias emergentes que estão revolucionando o setor logístico. No entanto, essa transformação não ocorre sem desafios. Este capítulo examina os principais desafios enfrentados pelas organizações na implementação dessas tecnologias, bem como as oportunidades que se apresentam para aqueles que conseguem superar essas barreiras. Num mundo globalizado e conectado, a reflexão sobre a área de conhecimento tecnológico se faz crucial, já que vivemos em um ambiente que muda com uma velocidade fenomenal. Essas mudanças demandam das empresas constantes adaptações em suas funções para sobreviver e prosperar. Na implantação da Indústria 4.0 os desafios sociais são tão abrangentes quanto os sistêmicos mesmo para empresas que tem um histórico de anos de experiência na adoção de novas tecnologias de automação. Oferecer bons empregos em engenharia de produção que promovam o bem-estar humano como objetivo principal, preservando sua saúde promovendo seu aprendizado e qualificando-o sob a luz das mudanças eminentes é um grande desafio (Pfeiffer, 2017).

A implementação das tecnologias emergentes na logística da Indústria 4.0 apresenta um panorama desafiador, mas repleto de oportunidades. Para as organizações que conseguem superar a resistência à mudança, investir em capacitação e adotar uma abordagem proativa em relação à segurança, os benefícios podem ser substanciais. A integração bem-sucedida dessas tecnologias não apenas otimiza operações, mas também proporciona uma vantagem competitiva duradoura em um mercado em constante evolução. Assim, é essencial que as empresas desenvolvam estratégias claras e um compromisso firme com a inovação para navegar nesse novo cenário logístico, Marin (2018).

### 3. Método de pesquisa

A organização objeto deste estudo é a Frasle Mobility, empresa de grande porte do setor automobilístico, com destacada atuação nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A empresa é reconhecida por seu compromisso com a inovação, sustentabilidade e segurança, sendo referência no desenvolvimento de soluções em mobilidade para o mercado automotivo nacional e internacional. 36 Com mais de 65 anos de história, a Frasle Mobility integra um grupo empresarial consolidado e voltado à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, contando com um dos maiores Centros de P&D da América Latina. A empresa possui centros logísticos, laboratórios avançados, pistas de testes e unidades fabris que reforçam seu posicionamento estratégico em um ambiente altamente competitivo e tecnologicamente dinâmico. A escolha da Frasle Mobility justifica-se por seu alinhamento com os princípios da Indústria 4.0, refletido em investimentos contínuos em tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial, Internet das Coisas (IoT), Big Data e Computação em Nuvem. Esses aspectos a tornam um ambiente propício para a análise da integração tecnológica na cadeia logística, foco desta pesquisa. Com forte vocação inovadora, a empresa conta com profissionais altamente especializados, que atuam no desenvolvimento de novos produtos. Faz uso de ferramentas avançadas para a criação de peças, testes e simulações, mantendo um dos maiores Centros de Pesquisa e Desenvolvimento da América Latina, integrados por três laboratórios. Além de um Centro Tecnológico com amplo laboratório e pistas de diversos tipos de pavimentos com irregularidades específicas para realização de testes nas mais variadas condições.

De acordo com Rossi, Da Cunha e Urdan (2022), os procedimentos metodológicos fornecem aos pesquisadores uma abordagem sistemática e controlada para investigar questões de pesquisa, garantindo que os resultados sejam válidos, confiáveis e passíveis de reprodução. Esses procedimentos são essenciais para garantir a transparência e credibilidade do estudo, especialmente quando detalham claramente as etapas e métodos utilizados. A definição dos procedimentos metodológicos é influenciada pelo campo de estudo, pela natureza da questão de pesquisa e pelos objetivos propostos. Contudo Rossi, Da Cunha e Urdan (2022), destaca que em qualquer disciplina, a escolha da metodologia inicia-se com uma decisão entre abordagens qualitativas, quantitativas ou mistas. A pesquisa aplicada busca gerar conhecimento para a solução de problemas específicos, com objetivo de contribuir para a prática e o aperfeiçoamento de processos e produtos em contextos organizacionais, Vergara, 2015. O estudo adotou uma pesquisa descritiva e aplicada, com abordagem predominantemente quantitativa, com o

objetivo de obter uma compreensão abrangente e detalhada da integração de tecnologias emergentes na Indústria 4.0. Esse método é adequado para explorar aspectos mensuráveis e generalizáveis do fenômeno estudado, permitindo análises objetivas e matemáticas sobre os dados coletados. Por meio da abordagem quantitativa, é possível identificar padrões, correlações e tendências significativas.

O estudo adotou uma abordagem quantitativa, pois busca mensurar percepções e relações entre variáveis por meio de dados estatísticos, conforme orientam Gil (2022) e Hair et al. (2018). O caráter descritivo da pesquisa se justifica pela intenção de identificar padrões, níveis de adoção tecnológica e desafios enfrentados no contexto investigado, sem manipulação direta das variáveis. O enfoque aplicado se manifesta na busca por soluções práticas para problemas organizacionais relacionados à integração tecnológica, conforme Vergara (2015). O método utilizado foi o survey, com aplicação de um questionário estruturado, baseado em escalas Likert, o qual possibilitou a coleta sistemática de dados sobre a percepção dos colaboradores quanto à adoção e aos impactos das tecnologias emergentes.

Para a análise de dados foram realizadas: Análises Descritivas (média, mediana, moda, desvio padrão); Correlação de Pearson para avaliar a força e direção das relações entre variáveis; Análise de Clusters (K-means), visando identificar perfis de percepção entre os respondentes. Essa combinação metodológica proporcionou uma base analítica robusta para compreender como a integração tecnológica se manifesta no ambiente organizacional, contribuindo para o alcance dos objetivos propostos pela pesquisa. A análise estatística dos dados foi conduzida com o auxílio da linguagem de programação Python, utilizando bibliotecas específicas como pandas, numpy, matplotlib, seaborn e scikit-learn. Essa abordagem permitiu a realização de análises descritivas (média, mediana, moda e desvio padrão), análise de correlação entre variáveis e aplicação de algoritmos de agrupamento (K-means) para identificar padrões de percepção entre os respondentes. A análise de correlação é uma técnica utilizada para verificar o grau e a direção da associação entre variáveis quantitativas, possibilitando a identificação de relações significativas que podem indicar a influência de tecnologias emergentes sobre o desempenho da empresa do setor automobilístico no contexto da indústria 4.0, Hair et al., 2019; Field, 2018. Além disso, a análise de clusters é empregada para agrupar observações com características semelhantes, permitindo segmentar as empresas em grupos distintos com base em variáveis relacionadas à adoção e integração de tecnologia emergentes, Hair et al., 2019; Kaufman & Rousseeuw, 2009. Essa abordagem é essencial para identificar perfis de adoção tecnológica e compreender como diferentes grupos de empresas se comportam em relação à

implementação de práticas da Indústria 4.0, Jain, 2010; Han, Kamber e Pei, 2011. A combinação dessas técnicas oferece uma visão abrangente e detalhada da pesquisa, contribuindo para uma análise mais robusta e fundamentada.

## **4. Resultados**

Esse capítulo apresenta os principais resultados obtidos a partir da análise dos dados coletados por meio do questionário estruturado aplicado aos colaboradores da empresa. Os resultados foram organizados em tópicos que abrangem: o perfil dos respondentes, a análise estatística descritiva, a percepção sobre a integração de tecnologias emergentes, a análise de correlação entre variáveis e a análise de clusters. Essas análises visam identificar padrões de adoção e percepção tecnológica no contexto da Indústria 4.0.

### *4.1 Perfil dos respondentes*

A amostra foi composta por 113 colaboradores que atuam em áreas relacionadas à logística e produção. Dentre os respondentes, a maioria ocupa o cargo de operador logístico (86,73%), seguida por consultores (8,85%) e gerentes (4,42%). Esse perfil profissional revela uma forte participação de colaboradores que atuam diretamente nos processos operacionais da empresa. No que se refere à faixa etária, o grupo predominante tem entre 41 e 50 anos (30,97%), seguido por colaboradores entre 31 e 40 anos (29,20%). A presença majoritária de profissionais experientes contribui para a robustez das percepções captadas quanto à adoção de tecnologias emergentes no ambiente organizacional. Quanto ao setor de atuação, 51,33% dos respondentes indicaram vínculo com o setor industrial e 48,67% com atividades logísticas. Esse equilíbrio reforça a representatividade das respostas tanto nos processos produtivos quanto nos processos de distribuição e gestão de estoques.

Tabela 1. Perfil dos respondentes da survey quanto ao cargo ocupado e faixa etária

	Frequência (total 113)	%
<i>Cargo do respondente na empresa</i>		
Presidente	0	0,00
Vice Presidente/Diretor	0	0,00
Gerente	5	4,42
Operador	98	86,73
Consultor	10	8,85
<i>Faixa etária do respondente</i>		
Menos de 21 anos	0	0,00
21 a 30 anos	15	13,27
31 a 40 anos	33	29,20
41 a 50 anos	35	30,97
51 a 60 anos	17	15,05
Mais de 60 anos	13	11,51

Fonte: Própria autora (2025)

Os dados da Tabela 1 evidenciam que a amostra apresenta uma composição heterogênea e representativa das principais áreas operacionais da empresa, permitindo uma leitura abrangente sobre a percepção dos colaboradores em relação à integração de tecnologias emergentes. A predominância de profissionais com vivência prática nos processos logísticos e industriais confere robustez às análises subsequentes, uma vez que os participantes estão diretamente expostos às mudanças provocadas pela digitalização e pela automação dos fluxos operacionais. Essa configuração reforça a adequação da amostra à proposta da pesquisa e à validação dos resultados obtidos nas etapas posteriores de análise estatística.

#### 4.2 Análise das estatísticas descritivas

Com base nas respostas fornecidas ao questionário, as estatísticas descritivas foram utilizadas com o objetivo de fornecer uma visão geral das respostas obtidas por meio da escala Likert aplicada aos colaboradores da empresa. A média representa a tendência central das respostas, indicando o valor médio atribuído às percepções dos participantes em relação à integração de tecnologias emergentes. O desvio padrão, por sua vez, expressa o grau de dispersão das respostas em torno da média, evidenciando o nível de consistência ou variabilidade nas percepções dos respondentes. Além disso, foram calculadas a mediana, que corresponde ao valor central da distribuição, ou seja, o ponto em que metade dos colaboradores atribuiu uma pontuação igual ou superior, e a moda, que representa o valor mais recorrente entre as respostas, refletindo o consenso predominante dentro da amostra. De acordo com Marôco, 2014, essas medidas são fundamentais para a análise inicial de dados quantitativos, pois

possibilitam uma compreensão geral da distribuição e da tendência dos dados, além de prepararem a base para análises estatísticas mais robustas, como correlação, regressão e agrupamento. Conforme apresentado na Tabela 2, é possível observar as medidas estatísticas descritivas relacionadas à adoção das tecnologias emergentes na empresa analisada.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas das tecnologias emergentes adotadas

Tecnologia	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
Robôs/Inteligência Artificial (IA)	4,85	5	5	0,45
Big Data	4,54	5	5	0,61
Computação em Nuvem	4,65	5	5	0,55
Internet das Coisas (IoT)	4,5	5	5	0,78

Fonte: Dados da pesquisa (2025). Elaboração própria.

As análises estatísticas descritivas das respostas relacionadas à adoção de tecnologias emergentes revelam uma tendência predominante de investimento por parte da empresa estudada. A tecnologia com maior média foi a de Robôs/Inteligência Artificial (IA) (média = 4,85; desvio padrão = 0,45), seguida por Computação em Nuvem (média = 4,65; DP = 0,55), Big Data (média = 4,54; DP = 0,61) e Internet das Coisas (IoT) (média = 4,50; DP = 0,78). A moda e a mediana foram iguais a 5 para todas as tecnologias, indicando que a maioria dos respondentes afirmou que sua empresa “já está investindo ou já investiu” nessas soluções. O baixo desvio padrão associado à Inteligência Artificial e à Computação em Nuvem sugere uma percepção mais homogênea entre os respondentes quanto à consolidação dessas tecnologias. Por outro lado, a IoT apresentou maior variabilidade nas respostas (DP = 0,78), sinalizando uma possível heterogeneidade na maturidade digital entre áreas ou unidades da empresa em relação a essa tecnologia específica. Segundo Chui et al., 2018, a adoção dessas tecnologias está diretamente associada ao avanço da conectividade e à automação de processos, o que fortalece a eficiência operacional e a capacidade de resposta da organização. Além disso, Palma et al., 2017, destacam que tecnologias como Big Data e IoT são fundamentais para permitir a integração em tempo real da cadeia de suprimentos, favorecendo o monitoramento, a rastreabilidade e a personalização dos serviços. Esses dados evidenciam que, embora o estágio de adoção seja avançado, ainda há oportunidades para aprofundar e uniformizar a aplicação de tecnologias como IoT e Big Data, fortalecendo a integração digital conforme os princípios da Indústria 4.0, como propõem autores como Chaguri, 2022 e Silva et al., 2021, ao relacionarem

o uso intensivo de dados e conectividade como pilares para a transformação digital das organizações industriais.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis relacionadas à integração de tecnologias emergentes

Variável	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
Dados armazenados	4,68	5	5	0,47
Acesso aos dados	4,23	4	4	0,53
Dados únicos	3,7	4	4	0,71
Compartilhamento interno	3,96	4	4	0,86
Troca com fornecedores	3,92	4	4	0,79
Compartilha informações	3,99	4	4	0,67
Compartilha custos	3,69	4	4	0,91
Melhoria com fornecedores	4,05	4	4	0,78

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

As estatísticas descritivas das variáveis relacionadas à integração tecnológica indicam percepções majoritariamente positivas por parte dos respondentes. A variável com maior média foi os dados da minha empresa estão armazenados em bancos de dados, em formatos apropriados e não em documentos como arquivos do Excel (média = 4,68; DP = 0,47), demonstrando elevada concordância quanto à confiabilidade dos dados armazenados. Variáveis como "Consigo ter acesso fácil aos dados da minha empresa" (média = 4,23) e "Minha empresa compartilha informações com fornecedores e/ou clientes (média = 3,99) também apresentaram médias elevadas, indicando percepção favorável sobre o acesso e a transparência nas trocas de informações. Por outro lado, as variáveis "minha empresa compartilha economia de custos com seus fornecedores e/ou clientes (média = 3,69; DP = 0,91) e "Todas as funções organizacionais possuem os mesmos dados e estes são atualizados simultaneamente (média = 3,70; DP = 0,71) apresentaram maior dispersão, o que sugere variações mais acentuadas nas respostas, possivelmente relacionadas a diferentes níveis de maturidade digital entre as áreas ou unidades da empresa. Todas as variáveis analisadas apresentaram mediana e moda iguais ou superiores a 4,0 que reforça uma tendência geral de concordância dos colaboradores quanto aos aspectos avaliados sobre integração tecnológica no ambiente corporativo.

#### 4.3 Análise de confiabilidade: coeficiente alfa de cronbach

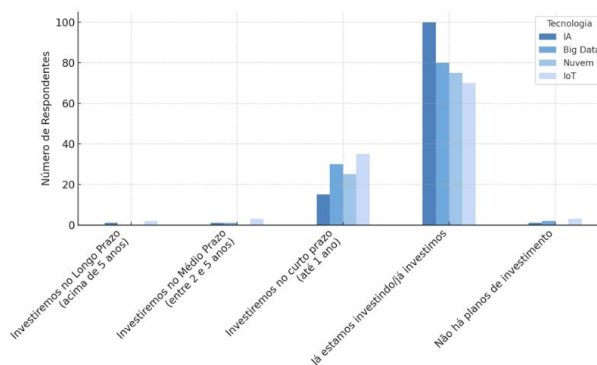
Para avaliar a consistência interna das variáveis relacionadas à integração tecnológica, aplicou-se o Coeficiente Alfa de Cronbach, utilizando a linguagem de programação Python com apoio da biblioteca estatística pingouin. Esta análise é indicada para escalas do tipo Likert, 44 como forma de mensurar a confiabilidade dos itens que compõem um mesmo construto (Hair et al., 2019; Field, 2018). O conjunto de variáveis selecionadas envolveu itens como "Armazenamento dos dados", "Integração com fornecedores", "Compartilhamento de informações", entre outros, todos relacionados à dimensão “integração tecnológica”. O valor obtido do coeficiente foi  $\alpha = 0,85$ , indicando alta confiabilidade interna, conforme os critérios estabelecidos na literatura, que considera valores superiores a 0,70 como aceitáveis e acima de 0,80 como indicativo de consistência elevada (Marôco, 2014). A inclusão do Alfa de Cronbach nessa etapa reforça a validade dos resultados estatísticos descritivos, permitindo que as médias e dispersões calculadas sejam representativas de uma escala consistente e interpretável de forma agregada.

#### *4.4 Análise da integração de tecnologias emergentes*

Os dados obtidos com base nas respostas dos colaboradores indicam que a empresa já vem investindo ativamente em diversas tecnologias emergentes, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0. Entre as tecnologias avaliadas — Robôs/Inteligência Artificial (IA), Big Data, Computação em Nuvem e Internet das Coisas (IoT) — observa-se uma predominância significativa da opção já estamos investindo/Já investimos, o que demonstra uma maturidade tecnológica em estágio avançado em muitas áreas da organização. A Computação em Nuvem e a Inteligência Artificial, por exemplo, destacam-se como as tecnologias mais adotadas atualmente, segundo os respondentes. Essa adoção está alinhada com a literatura de Chui et al., 2018, que enfatiza o papel dessas tecnologias no aumento da conectividade e da automação dos processos, além de promover decisões mais precisas com base em dados. Adicionalmente, os comentários abertos fornecidos pelos colaboradores reforçam a percepção de que essas tecnologias estão sendo aplicadas principalmente em áreas como logística, gestão de estoque, automação de processos produtivos e integração de sistemas. Relatos como “ganho de produtividade”, “tornar a indústria 4.0 uma realidade” e “automatizar a logística para agilizar o processo de entrega” exemplificam os objetivos práticos da adoção dessas inovações. Esses resultados corroboram os apontamentos de Silva et al., 2021, segundo os quais empresas que implementam tecnologias emergentes tendem a desenvolver ecossistemas 45 colaborativos e

interconectados, fortalecendo a cadeia de suprimentos e otimizando a eficiência operacional. No entanto, também foram identificadas lacunas em algumas tecnologias, como o Big Data e a IoT, que ainda apresentam respostas indicando ausência de planos de investimento em alguns setores. Isso pode sugerir desafios internos relacionados à capacitação, infraestrutura ou compreensão estratégica do uso dessas tecnologias. Em suma, os dados evidenciam uma adoção consistente de tecnologias emergentes na empresa analisada, refletindo um movimento de transformação digital que, embora bem estabelecido em algumas frentes, ainda apresenta oportunidades de expansão e amadurecimento em outras. A figura 1 apresenta a frequência de adoção das quatro principais tecnologias analisadas: Robôs/Inteligência Artificial (IA), Big Data, Computação em Nuvem e Internet das Coisas (IoT).

Figura 1 Frequência de adoção de tecnologias emergentes



Fonte: Dados da

pesquisa (2025).

Esses resultados evidenciam que as tecnologias emergentes estão sendo incorporadas de maneira gradativa, porém estratégica, pela empresa do setor automobilístico analisada. A Inteligência Artificial (IA) e a Computação em Nuvem destacam-se como as soluções mais adotadas, conforme apontado por expressiva quantidade de respondentes que afirmam que suas empresas já investem nessas tecnologias. Essa tendência está em consonância com Sangulo, 2021, que destaca a IA como elemento fundamental para a automação e a tomada de decisão baseada em dados, bem como com Chaguri, 2022, ao evidenciar o papel da digitalização como diferencial competitivo nas organizações contemporâneas. Adicionalmente, observa-se um elevado índice de investimento em Big Data, refletindo a valorização da análise de grandes volumes de dados como suporte à gestão estratégica e à melhoria contínua dos processos operacionais, Vasquez; Silva; Souza, 2024. A Computação em Nuvem, por sua vez, apresenta papel relevante na viabilização do armazenamento e no compartilhamento ágil de informações, conforme apontado por Sangulo, 2021, contribuindo para a interoperabilidade entre sistemas, um dos pilares da Indústria 4.0, Palma et al., 2017. Em contrapartida, a Internet das Coisas

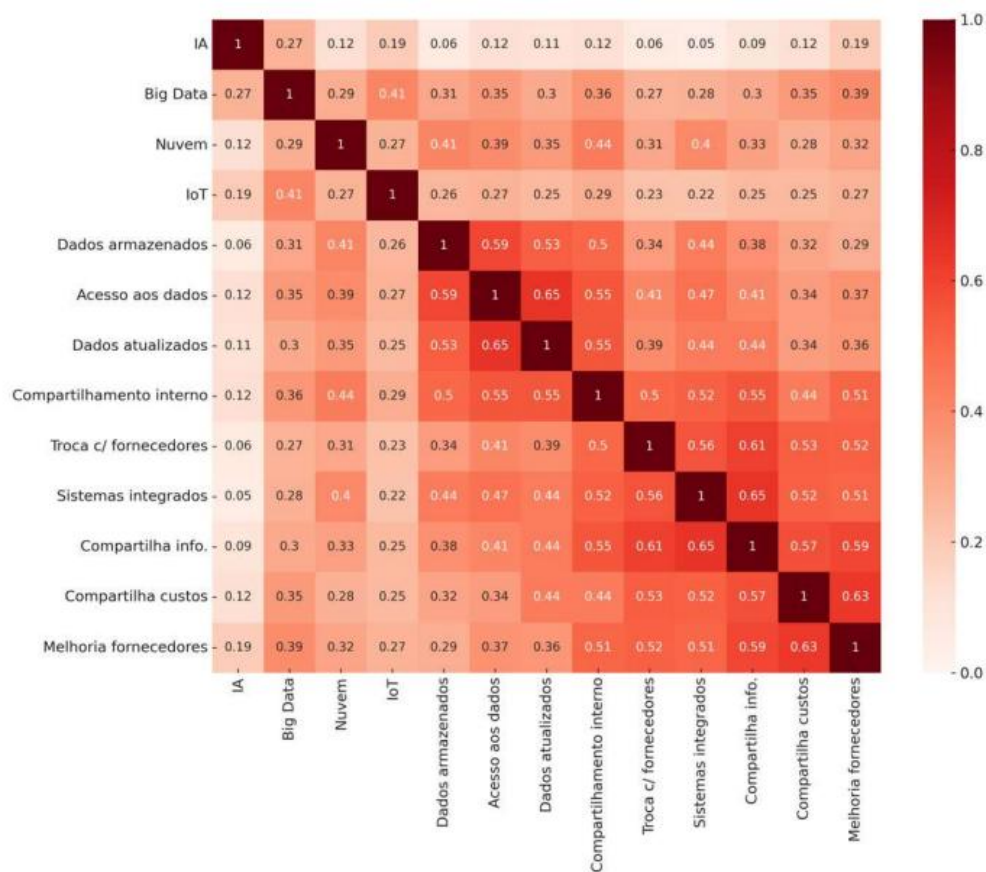
(IoT), apesar de apresentar uma taxa razoável de adoção, registrou o maior percentual de respostas indicando a ausência de planos de investimento. Tal cenário pode estar relacionado a obstáculos técnicos, financeiros ou à falta de capacitação para lidar com a complexidade da tecnologia, conforme discutido por Kikuchi, Betteri e Araujo, 2021. Essa constatação está alinhada aos desafios apresentados por Marin, 2018, como a necessidade de investimentos iniciais significativos, adaptação organizacional e superação da resistência à mudança. Esses dados respondem diretamente ao objetivo geral da pesquisa, ao evidenciar o estágio atual da integração de tecnologias emergentes em uma empresa do setor automobilístico. Fica evidente que, embora existam diferentes graus de maturidade digital entre os setores analisados, há um movimento claro de modernização tecnológica. Essa intenção de avanço revela uma compreensão crescente da importância estratégica da transformação digital, conforme defendido por autores como Chaguri, 2022 e CNI, 2020, indicando que as organizações estão, ainda que de forma gradual, alinhando-se às exigências da Indústria 4.0 para garantir maior eficiência, competitividade e sustentabilidade em seus processos logísticos.

#### *4.5 Análise de correlação entre as variáveis (coeficiente de pearson)*

Para identificar o grau de associação linear entre as variáveis investigadas, foi realizada a análise de correlação de Pearson. Este coeficiente, conforme Hair et al. (2009), varia entre -1 e +1, onde valores próximos a +1 indicam uma correlação positiva forte, valores próximos a -1 indicam uma correlação negativa forte e valores próximos de 0 sugerem ausência de correlação linear significativa. A análise de correlação entre as variáveis de escala Likert revelou padrões relevantes no contexto da adoção de tecnologias emergentes e da maturidade digital das empresas colaboradoras. Observou-se uma correlação positiva significativa entre a variável minha empresa já troca dados e informações com fornecedores e/ou clientes e as variáveis minha empresa compartilha economia de custos com fornecedores e/ou clientes e os sistemas informatizados da minha empresa se comunicam com sistemas informatizados de fornecedores e/ou clientes. Esses achados indicam que a colaboração e a integração sistêmica com parceiros externos tendem a ocorrer simultaneamente, apontando para um grau mais elevado de maturidade digital e alinhamento com os princípios da Indústria 4.0. Além disso, os dados evidenciaram correlações elevadas entre as tecnologias Big Data, Robôs/Inteligência Artificial (IA) e Computação em Nuvem, sugerindo que essas soluções são adotadas de forma

conjunta ou sequencial, possivelmente como parte de uma estratégia integrada de transformação digital. Esses padrões corroboram os estudos de Silva et al. (2021), que indicam que o avanço tecnológico nas empresas está fortemente atrelado à construção de um ecossistema digital colaborativo, onde a conectividade entre sistemas é essencial para ganhos operacionais e de eficiência. Essas correlações também estão alinhadas à perspectiva de Chui et al. (2018), que destacam a importância da inteligência artificial e do Big Data como alavancas para a tomada de decisão em tempo real e automação de processos. Complementarmente, Zangiacomí e Silva, 2020, argumentam que a digitalização não ocorre de forma isolada, sendo impulsionada por práticas colaborativas que favorecem o compartilhamento de dados, a integração entre áreas internas e externas e a criação de valor conjunto com fornecedores e clientes. A análise de correlação demonstrou que há uma relação positiva significativa entre o grau de adoção de tecnologias emergentes — como Big Data, Robôs/Inteligência Artificial (IA) e Computação em Nuvem — e práticas colaborativas com fornecedores e clientes. Esses resultados corroboram os achados de Chui et al. (2018), que destacam que a transformação digital promove uma integração mais eficiente entre os elos da cadeia de suprimentos, viabilizando o compartilhamento de informações em tempo real. Além disso, segundo Silva et al. (2021), empresas que investem em tecnologias da Indústria 4.0 tendem a desenvolver ecossistemas colaborativos, nos quais a conectividade e a interoperabilidade entre sistemas são fundamentais para ganhos operacionais. A forte correlação entre variáveis como "compartilhamento de informações com fornecedores", "colaboração em economia de custos" e "integração de sistemas" reforça a ideia de que a maturidade digital está diretamente associada à capacidade de promover redes colaborativas eficientes, como também proposto por Zangiacomí e Silva (2020) ao analisar os impactos da digitalização em cadeias produtivas.

Figura 2 Mapa de correlação entre as variáveis da escala Likert sobre integração tecnológica



Fonte: Dados da pesquisa (2025). Elaboração própria com Python (matplotlib/seaborn).

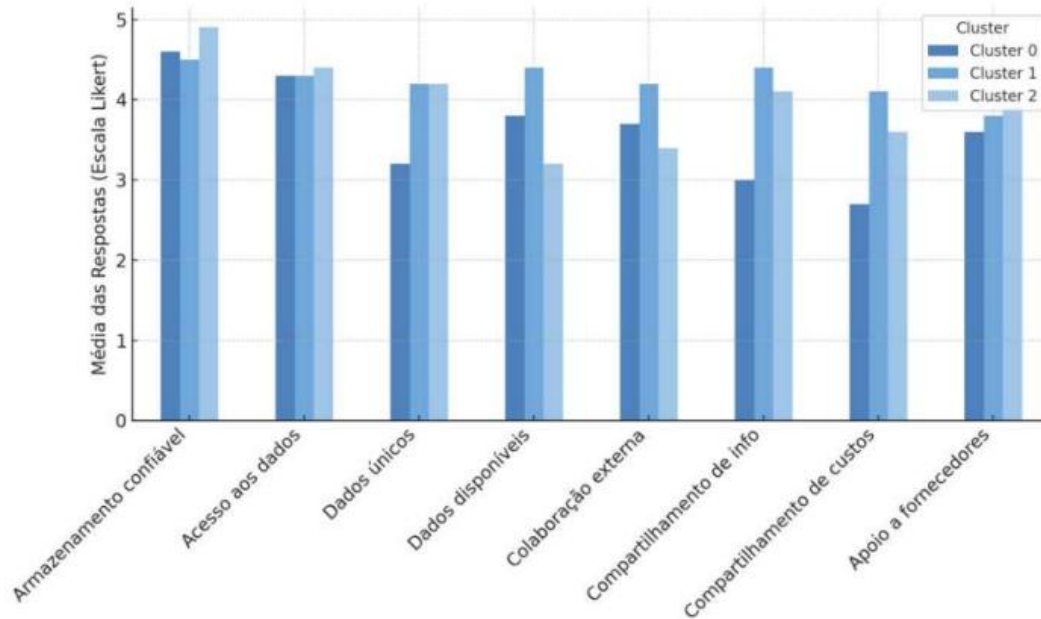
A figura apresenta a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis relacionadas à adoção de tecnologias emergentes (Robótica/IA, Big Data, Computação em Nuvem, IoT) e os indicadores organizacionais (armazenamento, acesso, unicidade, disponibilidade e compartilhamento de dados). Os coeficientes indicam o grau de associação linear entre os itens avaliados. Observa-se forte correlação positiva entre as tecnologias analisadas e práticas colaborativas com fornecedores e clientes, evidenciando a formação de um ecossistema digital integrado na empresa estudada. Os resultados revelam correlações positivas entre várias dimensões avaliadas. Destaca-se, por exemplo, a relação entre o armazenamento confiável dos dados e a unicidade das informações ( $r \approx 0,55$ ), bem como a associação entre a acessibilidade e a colaboração com 49 fornecedores ( $r \approx 0,50$ ). Essas correlações indicam que, nas empresas onde os dados são bem estruturados e acessíveis, é mais provável que exista uma integração mais eficiente entre áreas e parceiros da indústria. Tais achados reforçam a relevância de uma infraestrutura de tecnologia da informação robusta para o sucesso da Indústria 4.0, conforme

afirmam Hair et al. (2019) e Ballou (2007). A integração tecnológica depende não apenas da adoção de ferramentas inovadoras, mas também da capacidade de promover a troca e o uso eficiente de informações em toda a organização e entre seus stakeholders. Essa abordagem integrada é fundamental para elevar a eficiência operacional e a competitividade no setor automobilístico, como já apontado por Marin (2018).

#### *4.6 Análise de Clusters*

Com o intuito de identificar padrões distintos entre os respondentes quanto à percepção sobre a integração de tecnologias emergentes, foi aplicada a técnica de análise de clusters por meio do algoritmo K-means, com três agrupamentos definidos com base nas respostas às variáveis da escala Likert. As variáveis utilizadas estão relacionadas ao acesso, compartilhamento, integração e confiabilidade dos dados, elementos fundamentais no processo de transformação digital da Indústria 4.0. Após a padronização dos dados, foram definidos três grupos (clusters), considerando a similaridade entre as respostas dos colaboradores. A escolha pelo algoritmo K-means se deu em virtude de sua eficiência na segmentação de dados contínuos e na facilidade de interpretação dos agrupamentos por meio das médias das variáveis, conforme recomendado por Hair et al. (2019). O número ideal de agrupamentos foi determinado por meio do método do cotovelo, que indicou que a divisão em três clusters resultava em uma queda significativa da variância intragrupo, sem comprometer a homogeneidade interna de cada segmento. A Figura 3 apresenta a média das variáveis analisadas em cada um dos três clusters formados.

Figura 3 Média das variáveis por cluster



Fonte: Dados da pesquisa (2025). Elaboração própria com Python (scikit-learn e matplotlib)

A análise resultou na formação de três grupos com características bem definidas: Cluster 1 – Percepção Elevada de Integração Tecnológica: Este grupo apresentou médias acima de 4,5 em quase todas as variáveis, indicando uma percepção altamente favorável em relação à integração das tecnologias emergentes. Os respondentes desse cluster provavelmente atuam em áreas mais digitalizadas da empresa ou possuem maior acesso a sistemas integrados. A alta percepção de confiabilidade no armazenamento dos dados e facilidade de acesso está fortemente associada ao alinhamento com os princípios da Indústria 4.0, como interoperabilidade e visibilidade em tempo real (Chaguri, 2022). Cluster 0 – Percepção Intermediária: Com médias entre 3,5 e 4,0, este cluster representa um grupo com percepção moderada quanto à maturidade tecnológica da organização. Os respondentes reconhecem avanços, porém ainda demonstram incertezas em relação à total integração entre os departamentos ou à troca eficiente de informações com parceiros externos. Isso pode ser reflexo de áreas da empresa que estão em transição tecnológica ou que enfrentam desafios operacionais, como falta de treinamento, resistência cultural ou limitações de infraestrutura (Marin, 2018). Cluster 2 – Percepção Baixa de Integração: Este cluster foi composto por respondentes que apresentaram médias inferiores a 3,5 em várias dimensões. Tal percepção pode indicar a presença de barreiras significativas à adoção tecnológica, seja por desconhecimento das iniciativas em curso, seja por uma realidade operacional que ainda não reflete os avanços

implementados em outras áreas da empresa. A literatura aponta que, em processos de transformação digital, é comum a existência de assimetrias internas, exigindo intervenções direcionadas (CNI, 2020). A segmentação dos clusters permite compreender que a integração de tecnologias emergentes não ocorre de forma homogênea dentro da organização. Esses achados confirmam a necessidade de estratégias segmentadas de implementação, com foco específico nas áreas com menor percepção de maturidade digital. Para o Cluster 1, a estratégia deve ser de manutenção e disseminação das boas práticas. O Cluster 0 demanda intervenções pontuais, como o fortalecimento da comunicação entre setores e capacitação técnica direcionada. Já o Cluster 2 requer uma abordagem mais intensiva, com foco em sensibilização organizacional, ampliação da infraestrutura tecnológica e gestão da mudança. Além disso, evidencia-se a importância de ações de comunicação interna e programas de capacitação contínua para fortalecer o entendimento e o engajamento dos colaboradores com os processos da Indústria 4.0. Conforme destaca Hair et al. (2019), a análise de agrupamentos é uma ferramenta estatística poderosa para identificar padrões ocultos nos dados e auxiliar na construção de estratégias mais eficazes. No contexto desta pesquisa, a identificação dos clusters oferece um diagnóstico interno útil para a tomada de decisões, contribuindo com recomendações práticas para ampliar a integração tecnológica de forma mais equilibrada e eficiente. Essa constatação também encontra respaldo em autores como Westerman, Bonnet e McAfee (2018), que defendem que a transformação digital raramente ocorre de forma linear e homogênea, exigindo abordagens adaptativas baseadas nas realidades locais de cada unidade ou área da empresa.

## **5. Discussão**

Essa pesquisa buscou sintetizar as principais descobertas e contribuições do estudo sobre a integração de tecnologias emergentes na Indústria 4.0 em uma empresa do setor automobilístico, considerando os desafios e oportunidades dessa implementação nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. O estudo demonstrou que a Indústria 4.0 não representa apenas uma revolução tecnológica, mas também uma reestruturação profunda dos modelos produtivos, com implicações significativas para a produtividade, competitividade e sustentabilidade das empresas. Os resultados da pesquisa indicaram que a adoção dessas tecnologias emergentes tem o potencial de otimizar processos, reduzir custos, melhorar a eficiência operacional e fomentar uma inovação contínua. Contudo, para que esses benefícios sejam plenamente alcançados, as

empresas precisarão investir na qualificação de seus colaboradores, na adaptação de sua infraestrutura e na reformulação de suas estratégias de negócios para incorporar a modernização. Empresas que adotarem uma cultura voltada à inovação e flexibilidade terão maior sucesso na implementação dessas tecnologias, destacando-se no ambiente competitivo. As tecnologias emergentes, portanto, representam uma oportunidade crucial para criar modelos produtivos mais sustentáveis e para promover uma indústria mais adaptável às exigências do mercado global.

## **6. Conclusões**

Com base nas respostas obtidas de 113 colaboradores atuantes em Centros de Distribuição de uma empresa do setor automobilístico, observou-se que há um movimento consistente em direção à integração de tecnologias emergentes, especialmente aquelas relacionadas à automação, digitalização e compartilhamento de dados. As análises descritivas indicaram que a maioria dos respondentes concorda fortemente que os dados estão armazenados de forma adequada e segura, em formatos confiáveis (média: 4,68), também, há forte percepção de acesso facilitado aos dados internos e de que esses dados são, em sua maioria, únicos e atualizados simultaneamente entre as áreas da empresa (média: 3,70) e a empresa é vista como colaborativa no que diz respeito à troca de informações com fornecedores e clientes (média: 3,92), o que é um indicativo de integração externa promovida pela digitalização. Esses achados confirmam a existência de uma infraestrutura tecnológica ativa, capaz de suportar os princípios da Indústria 4.0, como interoperabilidade, tempo real, descentralização e modularidade. Além disso, os dados reforçam a ideia de que a adoção de tecnologias como Robôs/IA, Big Data, Computação em Nuvem e IoT não apenas está em curso, como também é percebida como estratégica para melhorar a eficiência operacional e impulsionar a transformação digital da cadeia logística da empresa. Apesar da predominância de respostas positivas, desafios como a duplicação de dados entre áreas (média: 3,7) e a necessidade de capacitação ainda são mencionados. Esses pontos dialogam com as barreiras, onde são destacadas a resistência à mudança e os custos iniciais como fatores limitantes para a plena integração tecnológica. Para verificar a existência de relações entre as variáveis associadas à integração de tecnologias emergentes, foi realizada uma análise de correlação, conforme demonstrada na figura 7 dessa pesquisa, com base nas respostas da escala Likert. A análise de correlação entre as variáveis investigadas no contexto da Indústria 4.0 revelou padrões relevantes de relacionamento entre a

adoção de tecnologias emergentes e práticas operacionais voltadas à gestão e compartilhamento de dados. As correlações mais expressivas foram observadas entre as variáveis Acesso aos dados e Dados atualizados ( $r = 0,65$ ), e entre Sistemas integrados e Compartilhamento de informações ( $r = 0,65$ ), evidenciando que a facilidade no acesso às informações está fortemente associada à sua atualização constante e à efetiva integração sistêmica interna e externa. Além disso, a variável Compartilhamento interno apresentou correlação elevada com Compartilhamento de informações ( $r = 0,55$ ), sugerindo que uma cultura organizacional orientada ao compartilhamento interno favorece o fluxo informacional entre os diversos setores da empresa. Também se destacaram os relacionamentos entre Big Data e Dados atualizados ( $r = 0,55$ ) e entre Troca com fornecedores e Compartilhamento de custos ( $r = 0,57$ ), indicando que a adoção de tecnologias de análise de dados está associada a uma gestão mais dinâmica e colaborativa com os parceiros da cadeia de suprimentos. Por outro lado, a variável relacionada à Inteligência Artificial (IA) apresentou correlações fracas com a maioria dos demais fatores (valores entre 0,05 e 0,27), o que pode sugerir que a adoção de IA nas organizações pesquisadas ainda se encontra em estágio inicial ou desconectada das práticas operacionais diretamente analisadas. De forma geral, os resultados apontam que as empresas que promovem maior integração tecnológica, especialmente por meio da interoperabilidade de sistemas e da gestão estratégica de dados, tendem a alcançar maior maturidade digital e alinhamento com os princípios da Indústria 4.0. Tais achados reforçam a importância de políticas voltadas à integração informacional e ao fortalecimento da colaboração com fornecedores como vetores de transformação digital no setor automobilístico. A análise de clusters demonstrada na figura 8 dessa pesquisa evidenciou que, embora a empresa já demonstre avanços significativos na adoção de tecnologias emergentes, existem perfis distintos de percepção entre os colaboradores. A segmentação em três grupos permitiu identificar que um grupo com alta percepção de integração tecnológica (Cluster 2), que sinaliza alinhamento com os princípios da Indústria 4.0, como interoperabilidade, conectividade e digitalização dos processos, um grupo intermediário (Cluster 1), com percepção moderada quanto à maturidade digital da empresa e um grupo mais crítico (Cluster 0), que pode refletir áreas menos digitalizadas, barreiras culturais ou ausência de comunicação clara sobre os avanços tecnológicos em curso. Esses resultados reforçam a importância de estratégias diferenciadas de implementação e capacitação dentro da própria organização, considerando o nível de maturidade percebido por diferentes perfis. Assim, a empresa poderá reduzir desigualdades internas na transformação digital e consolidar uma cultura mais uniforme e integrada com os fundamentos da Indústria 4.0. A segmentação obtida

também pode orientar ações específicas por setor ou cargo, permitindo uma gestão mais eficaz da mudança tecnológica e aumentando as chances de sucesso nas próximas etapas de integração digital. Dessa forma, concluiu-se que a empresa analisada apresenta nível avançado de integração tecnológica, principalmente em relação à gestão e uso de dados, o que a posiciona favoravelmente no contexto da Indústria 4.0. No entanto, investimentos em capacitação e integração mais profunda entre sistemas internos e externos ainda se fazem necessários para maximizar os benefícios da transformação digital.

Entretanto, algumas limitações da pesquisa deverão ser destacadas. A aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 ainda enfrenta desafios consideráveis, como a resistência à mudança, questões relacionadas à cultura organizacional, altos custos iniciais de investimento, preocupações com a segurança cibernética e a necessidade de capacitação contínua. Esses fatores podem restringir a implementação eficaz e o aproveitamento completo das inovações tecnológicas. Em resumo, essa dissertação contribuiu para a compreensão da Indústria 4.0 como um fenômeno multidimensional, envolvendo não apenas aspectos tecnológicos, mas também sociais, econômicos e culturais. A Indústria 4.0 continuará a evoluir, e novas oportunidades e desafios surgirão, exigindo respostas dinâmicas tanto das organizações quanto dos trabalhadores e formuladores de políticas públicas. Esse estudo alcançou seus objetivos ao evidenciar como a integração de tecnologias emergentes na Indústria 4.0 pode maximizar a eficiência e a eficácia operacional. A análise mostrou que essas inovações não apenas aprimoram a precisão dos processos industriais, mas também permitem ajustes em tempo real e otimizam a tomada de decisões, fatores essenciais para a competitividade da indústria. Contudo, a implementação dessas tecnologias não está isenta de desafios, especialmente no que diz respeito ao alto custo inicial e a necessidade de uma formação contínua e especializada das equipes. Para pesquisas futuras, recomenda-se uma análise mais aprofundada sobre o impacto dessas tecnologias em setores específicos da indústria, bem como a exploração de novos modelos de negócios que possam surgir com o avanço da modernização. Além disso, são necessários estudos sobre os efeitos da Indústria 4.0 no mercado de trabalho e nas habilidades exigidas dos colaboradores, para entender completamente o impacto social e econômico dessa revolução tecnológica.

## 7. Referências

- BALLOU, R. H. The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management. *European Business Review*, 2007.
- CHAGURI, Lucas Ferreira. Indústria 4.0: uma revisão sobre os requisitos mínimos para Sua implementação em indústrias de processos. 2022.
- CHUI, M.; MANYIKA, J.; MIREMADI, M. Artificial intelligence: The next digital frontier? McKinsey Global Institute, 2018.
- CHIEN, C; HONG, T; GUO, H. A Conceptual Framework for “Industry 3.5” to Empower Intelligent Manufacturing and Case Studies. *Procedia Manufacturing*, 2009–2017, 2017b.
- CHIEN, C; TSENG, M; TAN, R; TAN, K; VELEK, O. Industry 3.5 for Sustainable Transition and Total Resource Management. *Resources, Conservation and Recycling*, 1-2, 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). A difusão das tecnologias da indústria 4.0 em empresas brasileiras, Brasília, 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Indústria 4.0 e digitalização: evolução da produção industrial no Brasil. Brasília, 2020.
- FIELD, A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 5 ed. London: SAGE Publications, 2018.
- FRASLE MOBILITY. Disponível em: <https://www.fraslemobility.com/>. Acesso em: jan. 2025.
- GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Editora Grupo GEN, 2022.
- HAIR, J. F.; BLACK, W.; BABIN, B.; ROLPH, A., TATHAN, R. *Análise Multivariada de dados*. V.6, Bookman, 2009.
- HAIR, J. F; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. *Análise Multivariada de Dados*. 7. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3 ed. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2011.

JAIN, A. K. Data Clustering: 50 Years Beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 2010.

JAMRUS, T; WANG, H. K.; CHIEN, C. F. Dynamic coordinated scheduling for supply chain under uncertain production timetoempower smart production for Industry 3.5. *Computers and Industrial Engineering*, 1-9, 2020.

KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. J. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. Hoboken: Wiley-Interscience, 2009.

KIKUCHI, A. Y., BETTERI, L. A.; ARAUJO, L. S. IOT – Internet das Coisas: um levantamento sobre as tendências tecnológicas atuais. *Revista Interface Tecnológica*, 2021.

MARIN, M.A.F.V Reflexiones Sobre La Adaptación del Sector Industrial de Defensa y Seguridad de España. A La Nueva Logística 4.0 La Aplicación de Modelos de Cooperación Público Privada. 2018.

MARÔCO, João. Análise estatística com o SPSS Statistics. 6. ed. Pêro Pinheiro, 2014.

MATA, V., COSTA, C. H. O., FERNANDES, D. C., SIVA, E. O., CARDOSO F. A., ANDRADE, J. C., REZENDE, L. P., OLIVEIRA, M. F., SOUZA, N., MACHADO, P. E. V., RODRIGUES, R. P. M. Indústria 4.0: a Revolução 4.0 e o Impacto na Mão de Obra. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, 2018.

MUJIONO, M. N. The shifting role of accountants in the era of digital disruption. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 2021.

PALMA, J. M. B., BUENO, U. S., STOROLLI, W. G., SCHIAVUZZO, P. L, CESAR, F. I. G., MAKIYA, I. K., PALAMA, J. M. B. Os princípios da Indústria 4.0 e os impactos na sustentabilidade da cadeia de valor empresarial. In: 6th International Workshop — Advances in Cleaner Production. São Paulo, 2017.

PASETO, L.; MARTINEZ, M. R. M.; PRZEYBILOVICZ, E. Cidades inteligentes e indústria 4.0: a influência das tecnologias da informação e comunicação. *Revista Científica e Locução*, 2020.

PFEIFFER, S. The vision of “Industrie 4.0” in the making - a case of future told, tamed, and traded. *Nanoethics*, 2017.

ROSSI, George Bedinelli; DA CUNHA, Julio Carneiro; URDAN, André Torres. Procedimentos metodológicos para a seleção de material para a Revisão Estruturada da Literatura. ReMark-Revista Brasileira de Marketing, 2022.

SANGULO, Irene da Conceição. Qualidade 4.0: Influência das Tecnologias 14.0 na Melhoria da Qualidade. 2021. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior (Portugal), 2021.

SILVA, A. S.; LIMA, M. P.; SOUSA, P. H. Ecossistemas digitais colaborativos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise em redes produtivas. Revista de Administração, Sociedade e Inovação, 2021.

TÚRMINA, S.C. Marketing B2B para Indústria 4.0, 2019.

VASQUEZ, F. J. B.; SILVA, H. H. da; SOUSA, V. da S. Indústria 4.0 na Logística 4.0. Dataset Reports, 2024.

VERGARA, S. C. Métodos de pesquisa em administração. 6. Ed. São Paulo. Atlas, 2015.

WESTERMAN, George; BONNET, Didier; MCAFEE, Andrew. A transformação digital: transforme sua tecnologia em vantagem competitiva. São Paulo: M.Books, 2018.

ZANGIACOMI, B. A.; SILVA, M. S. Transformação digital e integração em cadeias produtivas: desafios e oportunidades na Indústria 4.0. Revista de Tecnologia Aplicada, 2020.