LUMEN ET VIRTUS
ISSN: 2177-2789

DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 EM PEQUENAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS

CHALLENGES OF INDUSTRY 4.0 IN SMALL COMPANIES PROVIDING LOGISTICS SERVICES

RETOS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LAS PEQUEÑAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS LOGÍSTICOS

https://doi.org/10.56238/levv16n51-095

Data de submissão: 29/07/2025 **Data de publicação:** 29/08/2025

Rafael Alexandre Lima dos Santos
Graduando em Administração
Instituição: Universidade de Santo Amaro (UNISA)
E-mail: Rafalimaa77@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-8954-9600

Richard Ferreira dos Santos
Graduando em Administração
Instituição: Universidade de Santo Amaro (UNISA)
E-mail: rf32264@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-5889-5519

Marcos de Oliveira Morais
Doutor em Engenharia de Produção
Instituição: Universidade de Santo Amaro (UNISA)
E-mail: marcostecnologia2001@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5981-4725
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0457273047319501

RESUMO

A Indústria 4.0 representa uma revolução tecnológica que tem transformado profundamente os processos produtivos e logísticos. No entanto, sua implementação em pequenas empresas prestadoras de serviços logísticos, como transportadoras, operadores de entrega e armazenagem, enfrenta diversos desafios estruturais, financeiros e culturais. Este estudo teve como objetivo analisar os principais obstáculos à adoção das tecnologias da Indústria 4.0 nesse segmento, destacando os impactos sobre sua competitividade e sustentabilidade. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica em bases como Google Acadêmico, Scielo, PubMed e bibliotecas virtuais, com a seleção de livros, artigos, teses e sites institucionais relevantes. Os resultados apontaram que os principais entraves envolvem a baixa capacidade de investimento, a falta de mão de obra qualificada, o desconhecimento tecnológico e a deficiência na infraestrutura digital. A análise indicou ainda que, embora existam oportunidades de ganho em eficiência e sustentabilidade, essas empresas permanecem à margem da transformação digital devido à ausência de suporte adequado. Conclui-se que a superação dessas barreiras exige políticas públicas específicas, redes de cooperação e a adaptação das soluções tecnológicas à realidade do pequeno empreendedor logístico.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Logística. Pequenas Empresas. Inovação. Sustentabilidade.

ABSTRACT
Industry 4.0 represents a technological revolution that has profoundly transformed production and logistics processes. However, its implementation in small logistics service providers—such as carriers, delivery operators, and storage companies—faces various structural, financial, and cultural challenges. This study aimed to analyze the main obstacles to the adoption of Industry 4.0 technologies in this segment, emphasizing their impact on competitiveness and sustainability. The methodology consisted of a bibliographic review using databases such as Google Scholar, Scielo, PubMed, and virtual libraries, selecting relevant books, articles, theses, and institutional websites. The results showed that the main barriers include low investment capacity, lack of qualified labor, technological unawareness, and deficient digital infrastructure. The analysis also revealed that although there are opportunities for efficiency and sustainability gains, these companies remain excluded from digital transformation due to the lack of adequate support. It is concluded that overcoming these challenges requires specific public policies, cooperative networks, and the adaptation of technological solutions to the reality of small logistics entrepreneurs.

Keywords: Industry 4.0. Logistics. Small Enterprises. Innovation. Sustainability.

RESUMEN
La Industria 4.0 representa una revolución tecnológica que ha transformado profundamente los procesos de producción y logística. Sin embargo, su implementación en pequeños proveedores de servicios logísticos, como transportistas, operadores de reparto y de almacenamiento, enfrenta diversos desafíos estructurales, financieros y culturales. Este estudio tuvo como objetivo analizar los principales obstáculos para la adopción de las tecnologías de la Industria 4.0 en este segmento, destacando su impacto en su competitividad y sostenibilidad. La metodología adoptada consistió en una revisión bibliográfica en bases de datos como Google Académico, Scielo, PubMed y bibliotecas virtuales, seleccionando libros, artículos, tesis y sitios web institucionales relevantes. Los resultados indicaron que los principales obstáculos se relacionan con la baja capacidad de inversión, la falta de mano de obra cualificada, el desconocimiento tecnológico y una infraestructura digital deficiente. El análisis también indicó que, si bien existen oportunidades para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad, estas empresas permanecen al margen de la transformación digital debido a la falta de apoyo adecuado. Por consiguiente, superar estas barreras requiere políticas públicas específicas, redes de cooperación y la adaptación de soluciones tecnológicas a las realidades de los pequeños emprendedores logísticos.

Palabras clave: Industria 4.0. Logística. Pequeñas Empresas. Innovación. Sostenibilidad.

1 INTRODUÇÃO

A Quarta Revolução Industrial, conhecida como Indústria 4.0, trouxe profundas transformações nos processos produtivos e nos modelos de negócios, com destaque para o uso de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Big Data, inteligência artificial, automação avançada, sistemas ciberfísicos e computação em nuvem. Tais recursos possibilitam maior integração e autonomia entre sistemas físicos e digitais, promovendo eficiência, rastreabilidade e tomada de decisão em tempo real. No setor logístico, essas inovações têm reformulado significativamente a forma como se operam serviços de entrega, armazenagem e transporte, consolidando um novo paradigma de produtividade e competitividade (POMPEU; OLIVEIRA, 2022).

Apesar das oportunidades oferecidas por esse novo cenário, a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 ainda é limitada em empresas de menor porte, especialmente aquelas prestadoras de serviços logísticos. Tais empresas, que compõem grande parte do setor de logística no Brasil, enfrentam dificuldades estruturais como escassez de investimentos, mão de obra pouco qualificada, resistência à mudança e baixa maturidade tecnológica. Esses entraves comprometem a capacidade de adaptação das organizações e as colocam em posição vulnerável diante das exigências de agilidade, personalização e rastreabilidade impostas pelo mercado contemporâneo (FRANCELI; TURRI, 2021).

A relevância deste estudo está em compreender os desafios específicos enfrentados por pequenas empresas de entrega, armazenagem e transporte, uma vez que sua participação é fundamental na engrenagem econômica e social do país. Em geral, essas empresas operam regionalmente e possuem papel estratégico nas cadeias logísticas locais, sendo responsáveis pela última milha, pela armazenagem intermediária e pelo escoamento de mercadorias em regiões onde grandes operadores não atuam diretamente. Ignorar as dificuldades que essas organizações enfrentam na transição para a Indústria 4.0 é negligenciar um elo essencial para a consolidação de uma logística inteligente, sustentável e integrada (SOUSA, 2019).

A problemática que norteia esta investigação refere-se à dificuldade dessas pequenas empresas em acompanhar o ritmo das transformações tecnológicas, o que pode acirrar desigualdades produtivas e limitar seu potencial competitivo. Ao mesmo tempo em que as grandes corporações conseguem investir em automação e análise de dados, as micro e pequenas empresas lidam com limitações que vão desde infraestrutura básica até a ausência de conhecimento técnico para aplicação das tecnologias emergentes. Com isso, torna-se urgente refletir sobre como tais organizações podem superar essas barreiras e quais políticas e estratégias podem ser adotadas para ampliar sua capacidade de inserção nesse novo cenário (KIM et al., 2022).

Justifica-se, portanto, a realização deste trabalho pelo fato de que os estudos sobre Indústria 4.0, embora crescentes, ainda se concentram majoritariamente em grandes indústrias e corporações de tecnologia, deixando em segundo plano a realidade das pequenas empresas prestadoras de serviços

logísticos. A escassez de pesquisas aplicadas a este segmento específico compromete o desenvolvimento de estratégias direcionadas, bem como a formulação de políticas públicas eficazes que considerem a diversidade e complexidade desse grupo empresarial (ATAMANCZUK; SIATKOWSKI, 2019).

Segundo Tidd e Bessant (2015) chamam a atenção de que o processo de inovar é algo estritamente humano, pois as máquinas ainda não possuem essa habilidade. O elo entre desenvolvimento de pessoas e novas tecnologias é o compartilhamento do conhecimento organizacional (DE OLIVEIRA MORAIS et al, 2018).

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo geral analisar os principais desafios enfrentados por pequenas empresas prestadoras de serviços logísticos na implementação de práticas e tecnologias da Indústria 4.0. A pesquisa visa ainda discutir os impactos desses desafios sobre a competitividade dessas empresas e propor reflexões que contribuam para a construção de caminhos viáveis de integração tecnológica e desenvolvimento sustentável (VENANZI, 2020)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITOS E FUNDAMENTOS DA INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0, também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, representa um novo estágio na evolução das atividades produtivas e de serviços, com base na convergência entre tecnologias físicas, digitais e biológicas. O termo foi inicialmente difundido na Alemanha, e desde então, ganhou destaque no cenário global por simbolizar uma profunda transformação nos modelos de produção e operação empresarial. Seu principal diferencial está na capacidade de promover a interconexão entre máquinas, sistemas e produtos inteligentes, por meio de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA), Big Data, computação em nuvem e sistemas ciberfísicos (POMPEU; OLIVEIRA, 2022).

No contexto das pequenas empresas prestadoras de serviços logísticos, que operam nas áreas de entrega, armazenagem e transporte, a Indústria 4.0 surge como um desafio e, ao mesmo tempo, uma possibilidade de modernização. Essas empresas atuam em um ambiente cada vez mais dinâmico e competitivo, no qual se exige rapidez, rastreabilidade, personalização de serviços e integração entre etapas da cadeia de suprimentos. A incorporação dos fundamentos da Indústria 4.0, portanto, tem o potencial de elevar a eficiência operacional e permitir respostas mais ágeis às demandas do mercado. No entanto, a maioria dessas empresas ainda encontra dificuldades para compreender e aplicar os conceitos que sustentam essa nova lógica industrial (FRANCELI; TURRI, 2021).

Teoricamente, os pilares da Indústria 4.0 são bem definidos na literatura: trata-se da integração vertical (entre sistemas internos da empresa) e horizontal (com fornecedores, parceiros e clientes), aliada à descentralização da tomada de decisão e ao uso intensivo de dados para prever falhas, otimizar

processos e criar produtos sob demanda. Os autores Bianchi, Lima e Santos (2022) reforçam que a digitalização dos processos permite a construção de ambientes produtivos mais inteligentes, nos quais máquinas podem se comunicar em tempo real e ajustar-se de forma autônoma. Silva et al. (2020), por sua vez, destacam o papel da manufatura aditiva e dos sistemas embarcados como elementos que transformam a produção tradicional em um ecossistema digital, capaz de inovar continuamente.

Apesar do consenso sobre os benefícios e fundamentos centrais da Indústria 4.0, há divergências entre autores quanto à aplicabilidade imediata dessas tecnologias em realidades empresariais distintas. Enquanto alguns autores apontam a transformação digital como uma exigência urgente e universal para a competitividade organizacional, outros questionam se a estrutura atual de pequenas empresas, especialmente as logísticas, está preparada para essa transição. Atamanczuk e Siatkowski (2019) observam que a literatura acadêmica tende a se concentrar em estudos voltados a grandes corporações, o que limita o entendimento das particularidades e desafios das micro e pequenas empresas. Já Kim et al. (2022) enfatizam que fatores culturais, como a resistência à mudança e o desconhecimento das tecnologias, podem ser tão decisivos quanto as limitações técnicas ou financeiras.

O gerenciamento do conhecimento passa a ser um instrumento de extrema relevância para o atendimento das novas demandas impostas pelas empresas e consequentemente pelos clientes, essa nova demanda permite alavancar o capital intelectual dentro e fora das organizações (DE OLIVEIRA MORAIS et al, 2021).

Além disso, as abordagens teóricas sobre a Indústria 4.0 frequentemente negligenciam aspectos socioeconômicos, como desigualdades regionais, falta de políticas públicas voltadas ao pequeno empreendedor e baixa qualificação da mão de obra. Morais et al. (2020) criticam a visão idealizada da Indústria 4.0 como uma solução universal, argumentando que sua implantação sem planejamento pode acentuar desigualdades tecnológicas e fragilizar empresas que não possuem capacidade de adaptação. Sousa (2019) acrescenta que, em ambientes onde predomina a gestão tradicional e o uso de processos manuais, a introdução de ferramentas digitais exige não apenas investimento, mas uma mudança cultural profunda, o que não acontece de forma linear.

Essa realidade se torna ainda mais crítica quando aplicada ao escopo do presente estudo, que investiga pequenas empresas de entrega, transporte e armazenagem. A desconexão entre os fundamentos teóricos da Indústria 4.0 e as condições reais de operação dessas organizações levanta questionamentos importantes: até que ponto os conceitos disseminados nas publicações acadêmicas consideram as limitações enfrentadas por esses empreendedores? Como adaptar os princípios da automação e da digitalização às empresas que operam com baixa margem de lucro e escassos recursos técnicos? A lacuna entre a teoria e a prática torna-se um dos maiores obstáculos à implementação efetiva dessas tecnologias no setor logístico de pequeno porte (BARBOSA, 2016).

Criar, compartilhar e disseminar o conhecimento em todas as esferas organizacionais permitem promover ganhos mensuráveis e mesmo ganhos imensuráveis quando tratamos da satisfação dos clientes, portanto esta prática se torna fundamental para as empresas que buscam inovar no mercado em que atuam e na busca por novas oportunidades (ALVES MORAIS et al, 2025).

2.2 BARREIRAS Á IMPLEMENTAÇÃO NAS PEQUENAS EMPRESAS LOGÍSTICAS

A implementação das tecnologias da Indústria 4.0 em pequenas empresas logísticas, embora promissora, esbarra em diversas barreiras que comprometem sua efetiva inserção nesse novo cenário produtivo. Essas barreiras vão desde limitações financeiras até a ausência de conhecimento técnico, passando por obstáculos estruturais, culturais e operacionais. Tais entraves dificultam o acesso às ferramentas digitais, à automação e à integração de sistemas, elementos considerados essenciais para a modernização logística no contexto da Quarta Revolução Industrial (KIM et al., 2022).

No escopo deste trabalho, que foca em empresas de pequeno porte atuantes nos setores de entrega, armazenagem e transporte, essas barreiras se mostram ainda mais evidentes. Muitas dessas organizações operam com margens reduzidas, têm baixa capacidade de investimento e contam com estruturas operacionais pouco digitalizadas. Além disso, a maioria se insere em mercados regionais ou locais, com baixa penetração tecnológica e ausência de políticas públicas que incentivem a inovação nesse segmento específico. Essas dificuldades geram um ambiente de estagnação tecnológica, comprometendo o desempenho e a sustentabilidade a longo prazo dessas empresas (FRANCELI; TURRI, 2021).

Sob a ótica teórica, autores como Sousa (2019) destacam que as pequenas empresas brasileiras, sobretudo nos setores industriais e de serviços, apresentam baixa maturidade em gestão orientada por processos, o que limita a adoção de tecnologias disruptivas. A ausência de planejamento estratégico, a dependência de práticas operacionais tradicionais e a informalidade em alguns processos dificultam a criação de uma cultura de inovação. Além disso, a fragmentação do conhecimento técnico nas equipes e a sobrecarga de funções dos gestores tornam a implementação de mudanças estruturais ainda mais desafiadora (SOUSA, 2019).

Há divergências entre os autores sobre a origem das principais barreiras enfrentadas por essas empresas. Enquanto alguns defendem que o maior entrave está na falta de recursos financeiros para aquisição de tecnologias e treinamento de pessoal, outros apontam a ausência de visão estratégica e liderança inovadora como o principal problema. Barbosa (2016) argumenta que políticas públicas isoladas não são suficientes para estimular a adoção da Indústria 4.0 nas pequenas empresas se estas não estiverem inseridas em arranjos produtivos locais que favoreçam o compartilhamento de conhecimento e infraestrutura. Já Pires (2022) reforça que a articulação territorial e a governança coletiva são fatores determinantes para o sucesso de iniciativas tecnológicas nesse perfil empresarial.

Mesmo diante de iniciativas voltadas à transformação digital, como linhas de crédito específicas, programas de capacitação ou incentivos fiscais, muitos empresários ainda apresentam resistência à inovação. Isso ocorre, muitas vezes, pela percepção de que o custo de implementação supera os benefícios percebidos no curto prazo. Além disso, as abordagens tradicionais de difusão tecnológica frequentemente desconsideram as peculiaridades do setor logístico de pequeno porte, como o uso de veículos próprios, sistemas manuais de controle de estoque e rotas definidas de maneira empírica. Essa falta de aderência entre os modelos propostos e a realidade prática limita o alcance das iniciativas voltadas à modernização (SANTOS et al., 2022).

Esses desafios se relacionam diretamente com a problemática do presente estudo, que busca compreender por que a Indústria 4.0 ainda é pouco acessível para pequenas empresas prestadoras de serviços logísticos. Mesmo com o avanço da conectividade, das redes móveis como o 5G e das ferramentas de automação de processos, essas organizações continuam à margem das inovações. A falta de alinhamento entre as exigências tecnológicas e as capacidades reais de execução torna a implementação um processo desigual, gerando uma divisão digital dentro do próprio setor logístico (ORDONEZ-LUCENA et al., 2019).

O gerenciamento do conhecimento passa a ser um instrumento de extrema relevância para o atendimento das novas demandas impostas pelas empresas e consequentemente pelos clientes, esta nova demanda permite alavancar o capital intelectual dentro e fora das organizações (MORAIS et al, 2021).

2.3 COMPETITIVIDADE E SUSTENTABILIDADE NO CONTEXTO DA LOGÍSTICA 4.0

A busca por competitividade e sustentabilidade tem se tornado um dos principais motores da transformação digital nas cadeias logísticas, especialmente sob a ótica da Indústria 4.0. Essa nova etapa do desenvolvimento industrial não se limita apenas à automação e à digitalização de processos, mas também propõe uma reconfiguração estratégica dos negócios, orientada para ganhos de eficiência, redução de desperdícios e melhoria contínua. A Logística 4.0, como desdobramento prático da Indústria 4.0, tem como objetivo aumentar a capacidade das empresas de responderem rapidamente às mudanças do mercado, mantendo altos padrões de qualidade e desempenho operacional (MORAIS et al., 2020).

O processo de gestão da inovação está fortemente inter-relacionado com as ferramentas de gestão e com a cultura interna da organização (Souza, 2003). Essa melhoria contínua tem como objetivo alcançar uma vantagem competitiva promovendo à criatividade, a integração, a otimização de processos e o desenvolvimento de seus colaboradores e da organização (DOS SANTOS et al, 2020).

No contexto das pequenas empresas logísticas — que incluem operadores de transporte, armazenagem e entrega — a incorporação dos princípios da Logística 4.0 representa uma oportunidade

para alcançar maior competitividade frente aos grandes players do mercado. A digitalização dos processos de estocagem, o rastreamento em tempo real e o uso de sistemas integrados de informação podem reduzir falhas, melhorar a tomada de decisões e aumentar a confiabilidade dos serviços prestados. No entanto, essas melhorias dependem da capacidade dessas empresas em acessar, compreender e aplicar as tecnologias envolvidas, o que nem sempre é possível dada sua limitação estrutural (SANTOS et al., 2022).

Do ponto de vista teórico, autores como Pacheco (2014) argumentam que a adoção de modelos de excelência operacional, como Lean Manufacturing e Seis Sigma, aliados ao uso de ferramentas da Indústria 4.0, pode promover não apenas ganhos financeiros, mas também avanços sustentáveis. A gestão mais eficiente dos recursos logísticos, quando combinada ao uso de tecnologias habilitadoras, permite a otimização do uso de energia, redução de emissões e menor geração de resíduos — aspectos cada vez mais valorizados em um mercado orientado pela responsabilidade socioambiental. Já Jesus, Scaliza e Santos (2020) ressaltam que o uso de indicadores de desempenho logístico também contribui para o aprimoramento das parcerias e para o fortalecimento das cadeias produtivas locais.

Apesar dessas perspectivas positivas, há discordâncias na literatura quanto à real viabilidade de implementação dessas práticas em empresas de pequeno porte. Alguns estudiosos argumentam que a pressão por sustentabilidade e inovação pode ser desproporcional às condições operacionais dessas organizações, gerando mais ônus do que resultados concretos. Silva et al. (2020), por exemplo, destacam que, embora tecnologias como a manufatura aditiva ofereçam benefícios claros, sua inserção nas rotinas produtivas depende de um grau de maturidade tecnológica ainda distante da realidade de muitas pequenas empresas. Essa assimetria de acesso e preparo pode reforçar desigualdades no setor logístico, aprofundando a distância entre grandes corporações e pequenos operadores (VENANZI, 2020).

Ademais, muitas abordagens voltadas à sustentabilidade na logística 4.0 ainda carecem de estratégias específicas para a realidade de pequenas empresas. A maioria dos modelos propostos presume níveis de integração tecnológica, qualificação da mão de obra e infraestrutura que não condizem com a realidade de operadores locais. Mesmo iniciativas que promovem políticas públicas ou incentivos financeiros não conseguem romper, por si só, com as barreiras operacionais e culturais que dificultam a modernização do setor. Bianchi et al, (2021) alertam que, sem a devida adaptação, os programas de transformação digital acabam excluindo os pequenos negócios do processo de inovação.

Alguns elementos destacam-se importantes para a cultura da inovação, tais como flexibilidade, integração, eficiência, produtividade, geração de valor, gestão e ganhos de mercado promovem uma sinergia, potencializando a organização, permitindo um crescimento e fomentando um ambiente favorável ao processo de inovação, eliminando alguns possíveis entraves com os envolvidos (DE OLIVEIRA MORAIS et al, 2019).

Tais desafios se conectam diretamente à problemática central deste estudo, ao revelar que a busca por competitividade e sustentabilidade, embora legítima e necessária, não pode ser dissociada das condições reais de operação das pequenas empresas logísticas. A falta de articulação entre os fundamentos teóricos e a prática cotidiana dessas organizações gera uma lacuna que precisa ser compreendida e superada para que a Logística 4.0 se torne uma realidade acessível e funcional em todos os níveis da cadeia produtiva (BARBOSA, 2016). Envolver as pessoas torna-se de fundamental importância para o sucesso efetivo de todo o processo (MORAIS et al, 2021).

3 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo baseou-se em uma abordagem qualitativa, por meio da realização de uma revisão bibliográfica sobre o tema "Desafios da Indústria 4.0 em Pequenas Empresas Prestadoras de Serviços Logísticos". A pesquisa foi desenvolvida a partir da coleta e análise de publicações disponíveis nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo, PubMed e em bibliotecas virtuais. Foram selecionados livros, artigos científicos, teses e sites institucionais com publicações compreendidas entre os anos de 2014 e 2024. Os dados foram tabulados e analisados de forma descritiva, buscando identificar os principais conceitos, desafios e abordagens teóricas presentes na literatura, com ênfase na realidade de empresas de pequeno porte atuantes nos segmentos de entrega, transporte e armazenagem.

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

O presente estudo teve como objetivo analisar os desafios enfrentados por pequenas empresas prestadoras de serviços logísticos na adoção das tecnologias e práticas da Indústria 4.0. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica estruturada, com base em artigos acadêmicos, publicações recentes e documentos que abordam a relação entre transformação digital, logística e pequenas empresas. O trabalho desenvolveu-se em três frentes principais: a definição conceitual da Indústria 4.0, a análise das barreiras enfrentadas pelas pequenas empresas e a relação entre competitividade e sustentabilidade no contexto da Logística 4.0 (POMPEU; OLIVEIRA, 2022).

Aliar as novas tecnologias as questões sociais passam a ser um dos grandes desafios dos dias atuais, onde há um grande efetivo de pessoas que ainda não tem qualificação ainda para entrar neste mercado tecnológico, porém as organizações também devem se modernizar para se tornarem atrativas para o mercado em que atuam sendo cada vez mais competitivas e lucrativas (DE OLIVEIRA MORAIS et al, 2025).

No capítulo 2.1, foram identificados os conceitos centrais da Indústria 4.0, destacando-se a convergência tecnológica entre inteligência artificial, Internet das Coisas, Big Data, manufatura aditiva e automação integrada. Os autores consultados, como Bianchi, et al, (2021) e Silva et al. (2020),

enfatizam que essas tecnologias promovem a integração de processos e a capacidade de resposta em tempo real, o que representa uma inovação radical nos sistemas logísticos. No entanto, os documentos também revelam uma lacuna entre a concepção teórica da Indústria 4.0 e sua aplicabilidade em pequenas empresas de logística, que operam com estruturas enxutas e sistemas pouco digitalizados (FRANCELI; TURRI, 2021).

A etapa 2.2, apresentou os principais obstáculos que dificultam a implementação da Indústria 4.0 nesse segmento. Com base na análise da literatura, foi possível reunir os desafios mais recorrentes, conforme apresentados a seguir:

Tabela 1 – Principais Barreiras à Indústria 4.0 em Pequenas Empresas Logísticas

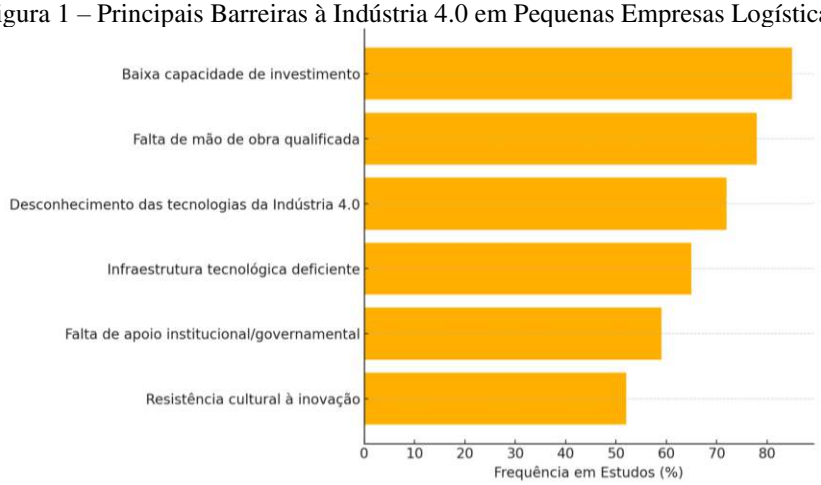
Desafios	Frequência em Estudos (%)
Baixa capacidade de investimento	85%
Falta de mão de obra qualificada	78%
Desconhecimento das tecnologias da Indústria 4.0	72%
Infraestrutura tecnológica deficiente	65%
Falta de apoio institucional/governamental	59%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em KIM et al. (2022); SOUSA (2019); BARBOSA (2016).

Esses dados refletem uma concordância entre diversos autores no que diz respeito às limitações financeiras, estruturais e humanas. A baixa capacidade de investimento aparece como o maior entrave, dificultando a aquisição de equipamentos e sistemas. A falta de mão de obra qualificada também representa uma barreira significativa, exigindo ações voltadas à capacitação técnica e educacional (VENANZI, 2020).

Para melhor visualização desses dados, apresenta-se abaixo o gráfico com a frequência das barreiras encontradas na literatura

Figura 1 – Principais Barreiras à Indústria 4.0 em Pequenas Empresas Logísticas



Fonte: Elaborado pelo autor com base em KIM et al. (2022); SOUSA (2019); BARBOSA (2016).

No capítulo 2.3, discutiu-se a relação entre a modernização tecnológica e os ganhos em competitividade e sustentabilidade. Os dados sugerem que, apesar dos entraves, a adoção da Logística 4.0 pode resultar em melhorias expressivas na gestão de estoques, no controle de perecíveis, na redução de desperdícios e na eficiência das rotas (SANTOS et al., 2022). Autores como Morais et al. (2020) apontam que a aplicação de ferramentas digitais contribui não apenas para o desempenho econômico, mas também para práticas logísticas mais sustentáveis, alinhadas com as exigências do mercado e da sociedade.

Comparando os três eixos da pesquisa, observa-se que os conceitos da Indústria 4.0, embora amplamente difundidos, ainda não são plenamente acessíveis à realidade operacional das pequenas empresas logísticas. Os impactos positivos associados à transformação digital, como agilidade e sustentabilidade, são neutralizados por obstáculos de natureza econômica, técnica e cultural. Os dados reforçam a análise de que as propostas acadêmicas muitas vezes ignoram a heterogeneidade do setor e, portanto, falham em atender às especificidades de empresas de menor porte (ATAMANCZUK; SIATKOWSKI, 2019; PIRES, 2022).

Dessa forma, os resultados obtidos evidenciam que a modernização logística nas pequenas empresas só será possível mediante o fortalecimento de políticas públicas de apoio, a criação de ecossistemas colaborativos e a adaptação das soluções tecnológicas à realidade dessas organizações. A análise crítica das fontes utilizadas permitiu mapear com clareza os fatores que limitam a adoção da Indústria 4.0, sem desconsiderar suas potencialidades para o setor logístico.

5 CONCLUSÕES

As transformações impulsionadas pela Indústria 4.0 vêm exigindo que empresas de todos os portes se adaptem a um novo cenário produtivo, marcado pela automação, digitalização de processos, integração de dados e inteligência artificial. Este trabalho teve como foco compreender os desafios enfrentados por pequenas empresas prestadoras de serviços logísticos, especialmente aquelas atuantes

nos segmentos de entrega, transporte e armazenagem na adoção das tecnologias e práticas associadas à Quarta Revolução Industrial. A análise partiu da compreensão dos fundamentos teóricos da Indústria 4.0, passando pela identificação de barreiras estruturais, culturais e financeiras, até a relação entre a modernização logística, a competitividade e a sustentabilidade dessas organizações.

Com base nos achados da pesquisa, foi possível verificar que as pequenas empresas logísticas enfrentam limitações concretas para incorporar os princípios da Indústria 4.0 às suas operações. Dentre os principais entraves, destacaram-se a baixa capacidade de investimento, a ausência de mão de obra qualificada, o desconhecimento técnico sobre as tecnologias emergentes e a precariedade das infraestruturas tecnológicas existentes. Além disso, a falta de incentivos governamentais e a resistência cultural à inovação foram apontadas como fatores relevantes que comprometem a adesão a soluções digitais mais avançadas. Tais elementos, combinados, contribuem para uma defasagem competitiva e operam como obstáculos à transformação digital das empresas de pequeno porte.

Diante disso, pode-se afirmar que o objetivo geral do estudo — analisar os desafios enfrentados por pequenas empresas prestadoras de serviços logísticos na implementação de práticas e tecnologias da Indústria 4.0 — foi plenamente alcançado. A investigação permitiu mapear os principais fatores limitantes e relacioná-los com a realidade operacional das empresas, à luz da literatura acadêmica recente. Também foi possível observar que, embora as tecnologias da Indústria 4.0 ofereçam ganhos expressivos em termos de agilidade, eficiência e sustentabilidade, tais benefícios permanecem inacessíveis para a maior parte das pequenas empresas analisadas, seja por questões financeiras, seja por falta de conhecimento ou suporte institucional.

A hipótese inicial de que as dificuldades enfrentadas pelas pequenas empresas logísticas estão diretamente associadas à falta de recursos e ao distanciamento entre a teoria e a prática foi confirmada ao longo da análise. A revisão bibliográfica demonstrou que os modelos e soluções propostos para a digitalização dos processos logísticos muitas vezes desconsideram a complexidade e as limitações estruturais dessas organizações. Além disso, a ausência de políticas públicas direcionadas e a dificuldade de acesso a ambientes colaborativos e redes de apoio comprometem ainda mais a viabilidade de adoção das inovações tecnológicas.

Entre as principais limitações do estudo, destaca-se a ausência de dados primários obtidos em campo, o que impossibilitou a observação direta da realidade operacional das empresas e a validação empírica dos dados bibliográficos. Além disso, o recorte temporal e temático limitou a abrangência da análise a publicações recentes, podendo haver lacunas em relação a estudos locais ou experiências setoriais que poderiam enriquecer a discussão. Ainda assim, a consistência das fontes utilizadas e a convergência das análises contribuíram para a robustez dos resultados apresentados.

Como conclusão, reforça-se a necessidade de ampliar o debate sobre a inclusão das pequenas empresas logísticas no processo de transformação digital promovido pela Indústria 4.0. A superação

dos desafios identificados requer não apenas investimentos financeiros, mas também políticas públicas articuladas, ações educativas, parcerias interinstitucionais e uma reestruturação gradual dos processos internos dessas organizações. Somente por meio de uma abordagem integrada e adaptada à realidade do pequeno empreendedor será possível garantir que os benefícios da Indústria 4.0 alcancem de forma justa e eficiente todos os elos da cadeia logística brasileira.

REFERÊNCIAS

ALVES MORAIS, G; DE OLIVEIRA MORAIS, M. **Avaliação de Desempenho do Departamento de Gestão do Conhecimento: Estudo de Caso em uma Empresa Metalúrgica.** Revista FSA, v. 22, n. 4, 2025.

ATAMANCZUK, M. J.; SIATKOWSKI, A. Indústria 4.0: o panorama da publicação sobre a Quarta Revolução Industrial no portal SPELL. **Future Studies Research Journal**, v. 11, n. 3, p. 281-304, 2019.

BARBOSA, A. S. **Desempenho competitivo e caracterização da estrutura produtiva do polo industrial de Franca em tempos de globalização**. In: PIRES, E. L. S. (Org.). **Atuação pública e promoção da eficiência coletiva em arranjos produtivos locais: a experiência do polo industrial de Franca-SP**. São Paulo: Editora UNESP, 2016. p. 35-67.

BIANCHINI, G. et al. **Cultura da inovação pelas práticas da experiência do cliente. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento , v. 10, n. 12, pág**. e359101220534-e359101220534, 2021.

DE OLIVEIRA MORAIS; BREJÃO, A. S; SILVA, M. C. **O impacto da automação no processo de reciclagem e na sustentabilidade: estudo de caso em uma cooperativa de reciclagem.** Cuadernos de Educación y Desarrollo, v. 17, n. 7, p. e8836-e8836, 2025.

DE OLIVEIRA MORAIS, M; JÚNIOR, I. G; MORAIS, G. A. M. **Gestão do Conhecimento, Cultura Organizacional e Inteligência Organizacional: Elementos que Potencializam a Indústria 4.0.** Journal of Technology & Information (JTnI), v. 1, n. 1, 2021.

DE OLIVEIRA MORAIS, M. et al. **Conhecimento e o capital humano na indústria 4.0.** Brazilian Journal of Development, v. 4, n. 7, p. 4570-4583, 2018.

DE OLIVEIRA MORAIS, M; SÉRGIO BREJÃO, A; DE OLIVEIRA COSTA NETO, P. L. **Inovação Organizacional: Estudo de Caso em uma Empresa Metalúrgica.** Revista FSA, v. 16, n. 3, 2019.

DOS SANTOS, O. S. et al. **Processo de melhoria contínua: estudo de caso aplicado em uma empresa gráfica**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e101997204-e101997204, 2020.

FRANCELI, J. C.; TURRI, S. N. Z. **Adoption factors of enabling I4.0 technologies and benefits in the supply chain**. arXiv preprint, arXiv:2108.01207, 2021.

JESUS, G. M. K.; SCALIZA, J. A. A.; SANTOS, B. A. L. Indicadores de desempenho e sua influência sobre as parcerias para implementação da logística reversa. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 2, p. 45-60, 2020.

KIM, S. H.; JEON, J. H.; ARIDI, A.; JUN, B. **Factors that affect the technological transition of firms toward the Industry 4.0 technologies**. arXiv preprint, arXiv:2209.02239, 2022.

MORAIS, G A; DE OLIVEIRA MORAIS, M; SANTOS, O. S. **Utilização da Metodologia de Ishikawa (Espinha De Peixe) para Melhoria de Processo com a Redução de Refugo em uma Fundição de Alumínio sob Pressão.** Journal of Technology & Information (JTnI), v. 1, n. 2, 2021.

MORAIS, M. O.; NETO, P. L. O. C.; SANTOS, O. S.; CARDOSO JR., A. P.; SACOMANO, J. B. **A evolução da qualidade na Indústria 4.0**. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, e3929108634, 2020.

MORAIS, M. O., GLÓRIA JÚNIOR, I., & MORAIS, G. A. M. **Gestão do Conhecimento, Cultura Organizacional e Inteligência Organizacional: Elementos que Potencializam a Indústria 4.0.** Journal of Technology & Information, 1(1). 2021.

ORDONEZ-LUCENA, J.; CHAVARRIA, J. F.; CONTRERAS, L. M.; PASTOR, A. **The use of 5G non-public networks to support Industry 4.0 scenarios**. arXiv preprint, arXiv:1912.00665, 2019.

PACHECO, D. A. J. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Produção**, v. 24, n. 4, p. 735-747, 2014.

PIRES, E. L. S. (Org.). **Territórios e governanças nos arranjos produtivos locais de base tradicional**. In: _____. **Arranjos produtivos locais: estratégias de desenvolvimento e políticas públicas**. São Paulo: Editora UNESP, 2022. p. 345-368.

POMPEU, A. M.; OLIVEIRA, A. N. C. Conceitos da Indústria 4.0 e seus principais desafios de implantação nas empresas contemporâneas. **Multitemas**, v. 27, n. 63, p. 5-28, 2022.

SANTOS, O. S.; SILVA, E. O. L.; SILVA, E. K. A.; MESSIAS, J. F.; LIMA, D. L. Gestão de estoques e armazenagem de produtos perecíveis. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 11, p. 73567-73577, 2022.

SILVA, W. A.; INÁCIO, D.; DROZDA, F. O.; MARQUES, M. A. M. A importância da manufatura aditiva como tecnologia digital para a Indústria 4.0: uma revisão sistemática. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 45-60, 2020.

SOUSA, P. R. Os efeitos da abordagem analítica e da gestão orientada para processos sobre o desempenho organizacional de micro e pequenas empresas brasileiras dos setores da indústria e serviços. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 23, n. 4, p. 456-475, 2019.

VENANZI, D. A transformação da educação como exigência para a mão de obra na Indústria 4.0. **REMIPE - Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec Sebrae**, v. 4, n. 1, p. 12-25, 2020.