

LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NO BRASIL

- VOLUME II -

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E INOVAÇÃO



LEONARDO PINHEIRO DA SILVA


Observatório
Edições

Audiodescrição:

Capa do livro "Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos no Brasil – Volume II". Na parte superior, o título aparece em letras grandes, escuras e maiúsculas. Abaixo, há uma faixa clara com o subtítulo "Transformação Digital e Inovação". No centro da capa, destaca-se um mapa do Brasil estilizado, em tons claros, com linhas luminosas douradas e pontos conectados, sugerindo rotas logísticas e redes digitais. Na parte inferior do mapa, há um caminhão de carga e contêineres, reforçando a ideia de transporte e cadeia de suprimentos. Ao fundo, aparecem elementos gráficos semelhantes a circuitos, dados e ícones de logística. Na parte inferior esquerda está o nome do autor, Leonardo Pinheiro da Silva, e no canto inferior direito, o logotipo da Observatório Edições. A imagem transmite modernidade, conectividade, inovação e integração nacional. Fim da audiodescrição.

Leonardo Pinheiro da Silva

**LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE
SUPRIMENTOS NO BRASIL:
volume II - Transformação digital e
inovação**

Observatório Edições
2026

Diagramação/Projeto Gráfico: Gilson Porto Jr.
Arte de capa: Leonardo Pinheiro.
Publicado em: Maio/2026.

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Considerando as legislações nacionais e internacionais de ética em pesquisa, de propriedade intelectual e de uso de imagens, os autores de cada trabalho são plenamente responsáveis por todo seu conteúdo (inclusive pelos textos, figuras e fotos nele publicadas), isentando os organizadores de qualquer responsabilidade em todas as possíveis situações.



Todos os livros publicados pelo Selo Observatório/OPAJE estão sob os direitos da Creative Commons 4.0
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR

Dados Internacionais de Catalogação
Código de Catalogação Anglo-Americano AACR2

S586l

Silva, Leonardo Pinheiro da

Logística e gestão da cadeia de suprimentos no Brasil: vol. II – Transformação digital e inovação [recurso eletrônico]. / Leonardo Pinheiro da Silva – Palmas, TO: Observatório Edições, 2026.

110 p.

ISBN 978-65-979848-2-4 (vol. II). ISBN 978-65-979848-3-1 (vol. I).

1. Logística empresarial – Inovações tecnológicas. 2. Cadeia de suprimentos – Digitalização – Brasil. 3. Transformação digital - Administração – Brasil. I. Título.

CDD 658.4038
CDU 658.7.004(81)
LCC HD38.5

Marcelo Diniz – Bibliotecário – CRB 2/1533. Resolução CFB 184/2017.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Observatório Edições e/ou do OPAJE/UFT. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais. Todos os artigos passaram por avaliação dos pares.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

REITORA

Profa. Dra. Maria Santana
Ferreira dos Santos

VICE-REITOR

Prof. Dr. Marcelo Leinerker Costa

Pró-Reitor de Graduação

Profa. Dra. Valdirene de Jesus

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Dr. Marcos Vinicius Giongo Alves

Pró-Reitor de Extensão e Cultura

Profa. M. Bruno Barreto

Núcleo de Pesquisa e Extensão Observatório de Pesquisas Aplicadas ao Jornalismo e ao Ensino (OPAJE-UFT)

Dr. Danilo de Melo Sousa
Dra. Eliane Marques dos Santos
Dr. Francisco Gilson Rebouças Pôrto Junior
Dr. Fernando Rodrigues Peixoto Quaresma
Dr. José Lauro Martins
Dr. Nelson Russo de Moraes
Dr. Rodrigo Barbosa e Silva
Dra. Mari Terezinha Vieira
Dr. Sinomar Soares de Carvalho Silva



SELO EDITORIAL Observatório/OPAJE CONSELHO EDITORIAL

PRESIDENTE

Prof. Dr. José Lauro Martins

Membros:

Prof. Dr. Nelson Russo de Moraes

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Brasil

Profa. Dra. Maria Luiza Cardinale Baptista

Universidade de Caxias do Sul; Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Profa. Dra. Thais de Mendonça Jorge

Universidade de Brasília (UnB), Brasil

Prof. Dr. Fagno da Silva Soares

Clio & MNEMÓSINE Centro de Estudos e Pesquisa em História Oral e Memória
– Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Brasil

Prof. Dr. Luiz Francisco Munaro

Universidade Federal de Roraima (UFRR), Brasil

Prof. Dr. José Manuel Pelóez

Universidade do Minho, Portugal

Prof. Dr. Geraldo da Silva Gomes

Universidade Estadual do Tocantins, Brasil

Como Referenciar ABNT NBR 6023/2018

Documento no todo

SILVA, Leonardo Pinheiro da. **LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NO BRASIL: vol. II – Transformação digital e inovação.** Palmas, TO: Observatório Edições, 2026. 110 p. ISBN 978-65-979848-2-4.

SUMÁRIO

PREFÁCIO / 9

CAPÍTULO 1 – TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA LOGÍSTICA E NA CADEIRA DE SUPRIMENTOS / 13

CAPÍTULO 2 – LOGÍSTICA 4.0 E OS NOVOS PARADIGMAS DA GESTÃO LOGÍSTICA / 25

CAPÍTULO 3 – BIG DATA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ANÁLISE PREDITIVA NA LOGÍSTICA / 35

CAPÍTULO 4 – AUTOMAÇÃO, RASTREAMENTO E SISTEMAS INTELIGENTES DE OPERAÇÃO / 47

CAPÍTULO 5 – SISTEMAS INTEGRADOS E PLATAFORMAS DIGITAIS NA CADEIRA DE SUPRIMENTOS / 57

CAPÍTULO 6 – COMÉRCIO ELETRÔNICO, ÚLTIMA MILHA E NOVOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO/ 67

CAPÍTULO 7 – INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUSTENTABILIDADE NA LOGÍSTICA / 77

CAPÍTULO 8 – DESAFIOS DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA LOGÍSTICA BRASILEIRA / 87

CAPÍTULO 9 - TENDÊNCIAS FUTURAS DA LOGÍSTICA E DA CADEIA DE SUPRIMENTOS / 99

ÍNDICE REMISSIVO / 105

SOBRE O AUTOR / 109

Atualmente, a logística e a administração da cadeia de suprimentos passam por uma significativa transformação. Durante um longo período, os principais debates no setor se concentraram na movimentação física de produtos, no gerenciamento de estoques, no transporte e na armazenagem. Contudo, atualmente, esses aspectos continuam a ser importantes, mas são acompanhados por uma nova dimensão estratégica: a digitalização dos fluxos, a inteligência dos sistemas, a automação das operações e a integração em tempo real entre os diversos elos da cadeia. Nesse contexto, entender a logística requer uma análise que vá além dos trajetos realizados pelos produtos, incluindo também os dados, as tecnologias e as decisões que fundamentam esses deslocamentos.

É precisamente nesse aspecto que se integra este segundo volume. Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos no Brasil - Volume 2: A transformação digital e a inovação expandem e aprofundam as discussões iniciadas na obra anterior, redirecionando

a atenção para os processos de mudança tecnológica que têm reconfigurado a logística atual. Ao discutir assuntos como transformação digital, Logística 4.0, big data, inteligência artificial, automação, rastreamento, plataformas digitais, entrega de última milha, sustentabilidade e as tendências futuras da cadeia de suprimentos, esta obra proporciona ao leitor uma compreensão contemporânea, coerente e analítica acerca dos novos paradigmas que influenciam o setor.

O valor desta obra reside na compreensão de que a transformação digital não deve ser limitada a uma mera questão de modernização de ferramentas. A digitalização logística vai além da simples implementação de softwares, sensores ou sistemas automatizados. Isso implica transformações mais abrangentes na maneira de estruturar processos, de interligar setores, de coordenar colaboradores e de realizar tomadas de decisão. Em resumo, refere-se a uma mudança estrutural na lógica de gerenciamento da cadeia de suprimentos. Nesse contexto, a tecnologia não é meramente uma ferramenta; ela se transforma em uma infraestrutura de inteligência, visibilidade e adaptação.

Ao selecionar o Brasil como objeto de análise, a obra também ressalta que a inovação tecnológica na logística não se dá de forma isolada. A manifestação ocorre em uma nação caracterizada por extensas distâncias, desigualdades regionais, deficiências na infraestrutura, variados graus de maturidade organizacional e dificuldades históricas relacionadas à integração logística. Esse cenário torna a análise ainda mais pertinente, pois evidencia que a digitalização da cadeia de suprimentos deve ser considerada à luz das condições reais do território, das competências das organizações e das restrições institucionais vigentes. Dessa forma, a obra não se limita a expor tendências globais, mas também aborda as questões relativas à sua inserção no cenário brasileiro.

Outro ponto relevante desta obra é a sua habilidade de se comunicar com vários públicos. É de interesse para estudantes,

pesquisadores, docentes e profissionais que desejam entender a logística em sua fase mais atual de evolução. O texto, ao mesmo tempo em que sustenta uma fundamentação teórica sólida, oferece uma abordagem prática e contemporânea, favorecendo sua utilização em âmbitos acadêmicos e profissionais. Em um contexto em contínua mudança, essa harmonia entre rigor e aplicabilidade se revela particularmente significativa.

Este volume também reitera um aspecto essencial: a logística atual e futura será progressivamente configurada pela habilidade de integrar fluxos físicos e digitais. Cadeias de suprimentos que sejam mais eficazes, resilientes e sustentáveis necessitarão de um aprimoramento na utilização da informação, de uma visibilidade abrangente, de decisões mais ágeis e de operações mais inteligentes. Dessa forma, analisar a transformação digital e a inovação no setor logístico vai além de simplesmente monitorar uma tendência tecnológica; trata-se de entender o processo de reconfiguração na gestão atual.

Este prefácio solicita ao leitor que acompanhe essa jornada com uma atenção crítica. Mais do que festejar a tecnologia, a obra sugere uma análise dela enquanto fenômeno de natureza organizacional, estratégica e territorial. Em uma época em que a competitividade das cadeias é cada vez mais influenciada pela inteligência na organização dos fluxos, esta obra apresenta uma contribuição significativa para refletir sobre a logística como um espaço de inovação, integração e perspectiva futura.

Que esta leitura auxilie na ampliação da compreensão acerca da logística digital e da cadeia de suprimentos, considerando-as como aspectos fundamentais da competitividade, da sustentabilidade e do desenvolvimento no Brasil atual.

Leonardo Pinheiro da Silva

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA LOGÍSTICA E NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A digitalização tem reestruturado de maneira significativa a maneira como as organizações elaboram, implementam e monitoram suas atividades logísticas. Em um contexto econômico caracterizado por uma conectividade expandida, pela aceleração dos fluxos informacionais, pelo aumento das exigências dos consumidores e pela crescente complexidade das cadeias produtivas, a logística tornou-se progressivamente dependente de sistemas inteligentes, de dados em tempo real e de processos integrados. Neste contexto, abordar a transformação digital na logística vai além da simples adoção de novas ferramentas tecnológicas; implica entender uma alteração estrutural na dinâmica de gestão da cadeia de suprimentos. Refere-se à transição de modelos majoritariamente operacionais, fragmentados e reativos

para configurações mais interligadas, analíticas, automatizadas e estratégicas (Bowersox et al., 2014; Christopher, 2011).

A digitalização da logística relaciona-se ao entendimento de que os fluxos físicos não podem ser administrados de maneira adequada sem o auxílio de fluxos informacionais que sejam consistentes, integrados e disponíveis em tempo hábil. Anteriormente, diversas decisões logísticas eram realizadas com fundamentação em controles manuais, registros fragmentados ou impressões empíricas da operação; atualmente, a competitividade exige uma visibilidade ampliada em relação a estoques, transporte, pedidos, desempenho de fornecedores, comportamento da demanda e nível de serviço. Chopra e Meindl (2016) enfatizam que a informação configura-se como um dos componentes essenciais da cadeia de suprimentos, uma vez que interliga seus diversos estágios, propiciando a diminuição de incertezas, a coordenação das atividades e o aprimoramento da qualidade das decisões. A transformação digital fortalece, precisamente, essa dimensão informacional, aumentando sua velocidade, precisão e integração.

Em diversos contextos, a logística convencional foi organizada com fundamentos funcionais distintos. As atividades de compras, armazenagem, transporte, estoque e distribuição eram, com frequência, administradas de forma compartimentalizada, apresentando comunicação inadequada entre setores e integração limitada com parceiros externos. Esse modelo fragmentado tornava complexa a coordenação sistêmica e elevava a probabilidade de falhas, redundâncias e custos encobertos. Ballou (2006) já sinalizava que a eficácia logística está atrelada ao equilíbrio entre diversas atividades, e não à otimização isolada de cada uma. A transformação digital, assim, desponta como um elemento de um movimento mais abrangente voltado à superação dessa fragmentação, ao estabelecer condições técnicas que favorecem a integração de processos, o compartilhamento de dados e uma maior sincronização entre os elos da cadeia.

É fundamental notar que a digitalização não se limita à informatização. Informatizar refere-se, de maneira geral, à substituição de registros manuais por sistemas eletrônicos ou à digitalização de documentos e controles. A transformação digital ultrapassa esse aspecto. A reorganização de processos, a revisão de modelos de negócio, a integração entre sistemas, o uso estratégico de dados, a automação de decisões, e a edificação de uma cultura organizacional mais voltada para a informação e a inovação são necessários. Conforme Vial (2019), a transformação digital é compreendida como um processo no qual as tecnologias digitais geram alterações substanciais em organizações e setores, modificando estruturas, práticas, competências e maneiras de criação de valor. Quando aplicada à logística, essa definição revela que não se trata apenas de uma modernização de ferramentas, mas sim de uma reestruturação da própria administração dos fluxos.

Na cadeia de suprimentos, tal transformação adquire uma importância ainda maior devido à crescente interdependência entre organizações, mercados e sistemas de produção. Fornecedores, fabricantes, distribuidores, operadores logísticos, varejistas e consumidores estão envolvidos em redes cada vez mais interconectadas, nas quais atrasos, falhas informativas ou desvios nas previsões em um único ponto podem ocasionar efeitos em cadeia em toda a operação. Bowersox et al. (2014) destacam que a cadeia de suprimentos atual é fundamentada em uma elevada coordenação entre diversos agentes, o que requer a utilização de ferramentas que aumentem a visibilidade e a sincronização das atividades. A digitalização desempenha um papel fundamental nesse aspecto, pois torna mais fácil o compartilhamento de informações, o acompanhamento dos processos e a realização de decisões em conjunto.

Um dos principais fatores que impulsionam a transformação digital na logística é a crescente relevância estratégica da informação. Por um extenso período, a ênfase da logística esteve

principalmente voltada para o transporte físico de mercadorias, a estocagem e a satisfação das demandas dos clientes. Embora esses elementos permaneçam centrais, hoje se reconhece que a qualidade da informação que acompanha os fluxos físicos é decisiva para o sucesso da operação. Conhecer a localização da carga, o nível efetivo de estoque, o tempo previsto para entrega, o padrão de demanda e os riscos de ruptura são dados que influenciam diretamente o desempenho da cadeia. Christopher (2011) ressalta que cadeias mais ágeis e responsivas dependem da disponibilidade de informações confiáveis e oportunas, pois a velocidade da resposta organizacional está diretamente associada à qualidade da visibilidade da operação.

A recente centralidade da informação também modificou o perfil da tomada de decisões logísticas. Ao invés de se apoiar majoritariamente na experiência prática ou em análises retrospectivas, a gestão começou a adotar fundamentos mais analíticos, utilizando sistemas integrados, indicadores em tempo real, relatórios automatizados e ferramentas para suporte à decisão. Corrêa (2010) destaca que a complexidade das cadeias atuais demanda decisões cada vez mais embasadas em dados, principalmente em setores como previsão de demanda, reposição de estoques, alocação de capacidades e planejamento de distribuição. A transformação digital permite que a decisão logística deixe de ser meramente reativa e se torne mais preditiva, preventiva e estrategicamente orientada.

Um aspecto relevante da transformação digital no setor logístico é a expansão da conectividade. Cadeias de suprimentos mais interconectadas têm a capacidade de unir sistemas, processos, equipamentos e indivíduos de maneira mais coesa, possibilitando uma maior fluidez nos fluxos e uma coordenação aprimorada entre os elos. Essa conectividade pode manifestar-se em diversas esferas: entre setores internos da organização, entre empresas da cadeia produtiva, entre sistemas de gestão, entre dispositivos físicos e plataformas digitais, além de se estender a produtos e

infraestruturas logísticas. Barreto, Amaral e Pereira (2017) enfatizam que a conectividade constitui um dos fundamentos da nova lógica logística vinculada à Indústria 4.0, uma vez que possibilita operações mais inteligentes, rastreáveis e integradas.

Nesse contexto, a noção de visibilidade logística se torna proeminente. Visibilidade refere-se à habilidade de monitorar, em diversas profundidades, a situação de pedidos, inventários, transportes, entregas, capacidades e ocorrências significativas ao longo da cadeia. Nas operações que estão pouco digitalizadas, a visibilidade costuma ser restrita, fragmentada ou desatualizada. Nas operações mais sofisticadas, a informação transita com maior celeridade e precisão, possibilitando que os gestores detectem problemas mais precocemente, adequem rotas, reestruturem prioridades e minimizem o impacto de desvios operacionais. Chopra e Meindl (2016) enfatizam que a visibilidade representa um ativo estratégico na cadeia de suprimentos, uma vez que diminui a incerteza e aprimora o alinhamento entre oferta e demanda. Dessa forma, a transformação digital aprimora a habilidade de tornar a cadeia mais clara para seus próprios integrantes.

A digitalização também modifica a relação entre o planejamento e a execução. Nos modelos convencionais, existia uma considerável discrepância entre o que era idealizado e o que podia ser monitorado na prática diária. Frequentemente, o planejamento logístico era desenvolvido em fundamentos relativamente fixos, enquanto a implementação apresentava variações complicadas de identificar em tempo hábil. Com a digitalização, essa lacuna tem a tendência de se reduzir. O planejamento pode ser constantemente reformulado com base em informações atualizadas, e a implementação pode ser acompanhada em um tempo quase real. Isso possibilita um maior dinamismo e uma melhor conformidade entre a estratégia e a execução. Ivanov e Dolgui (2020) enfatizam que a habilidade de ajustar rapidamente a cadeia a alterações e

interrupções está intimamente relacionada à disponibilidade de dados atualizados e à digitalização integrada dos processos.

Para além da esfera operacional, a transformação digital impacta a própria proposta de valor das instituições. Em mercados cada vez mais focados na experiência do consumidor, a logística deixou de ser apenas um suporte nos bastidores do negócio e passou a integrar, de maneira mais evidente, a percepção de qualidade do serviço. O rastreamento de pedidos, a previsibilidade de entrega, a agilidade no atendimento, a flexibilidade de canais e a confiabilidade das informações passaram a ser características apreciadas pelos consumidores. Isso indica que a digitalização da logística não afeta somente os custos internos, mas também a maneira como a organização se coloca em relação ao mercado. De acordo com Christopher (2011), o serviço logístico constitui um elemento essencial da proposta de valor direcionada ao cliente, principalmente em contextos de elevada competitividade e reduzida aceitação de erros.

A transformação digital está também associada à exigência de gerenciar contextos mais instáveis. Variações na demanda, crises de fornecimento, alterações nas regulamentações, flutuações econômicas e eventos disruptivos necessitam de cadeias que sejam mais flexíveis, resilientes e informacionalmente robustas. Cadeias com baixo nível de digitalização costumam apresentar reações mais lentas, uma vez que dispõem de visibilidade reduzida, capacidade de simulação inferior e enfrentam maior dificuldade em coordenação. Por outro lado, cadeias mais digitalizadas conseguem reagir de forma mais rápida, redistribuir recursos, prever riscos e revisar decisões fundamentadas em evidências recentes. Ivanov e Dolgui (2020) demonstram que a viabilidade das cadeias atuais está, cada vez mais, relacionada à habilidade de conciliar eficiência e adaptabilidade, sendo que a transformação digital se destaca como uma das condições fundamentais para alcançar esse equilíbrio.

No âmbito organizacional, contudo, a transformação digital não se realiza sem conflitos. Diversas organizações encontram obstáculos associados a sistemas legados, uma cultura organizacional avessa à transformação, uma integração deficiente entre setores, a falta de profissionais adequadamente qualificados e restrições financeiras para alocar recursos em novas soluções. Ademais, não é garantido que toda digitalização resulte, de forma automática, em melhorias de desempenho. A implementação de sistemas sem a revisão de processos, sem a capacitação das equipes ou sem o alinhamento estratégico pode resultar apenas em uma informatização superficial, desprovida de uma real transformação operacional. Vial (2019) destaca que os processos de transformação digital requerem alterações simultâneas em tecnologia, estrutura organizacional, habilidades e governança, evidenciando, assim, a natureza complexa e multidimensional desse fenômeno.

No cenário brasileiro, tais desafios adquirem características ainda mais significativas. A digitalização do setor logístico enfrenta desafios relacionados a desigualdades na infraestrutura, variações regionais na conectividade, distintos níveis de maturidade das empresas e a continuidade de obstáculos físicos que restringem a plena utilização das soluções tecnológicas disponíveis. Não obstante, diferentes setores têm progredido na digitalização de processos, sobretudo em áreas como o varejo, o comércio eletrônico, o agronegócio, operadores logísticos e indústrias de grande porte. Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) enfatizavam que a modernização da logística no Brasil é condicionada tanto por aprimoramentos estruturais quanto por progresso nas práticas gerenciais. Atualmente, essa assertiva continua pertinente, porém com uma ênfase ainda mais acentuada na habilidade de integrar tecnologia, informação e estratégia.

O crescimento do comércio eletrônico no Brasil fortaleceu de maneira significativa o processo de transformação digital na logística. O aumento das vendas virtuais intensificou a demanda por

visibilidade dos pedidos, maior exatidão na administração de estoques, rastreamento minucioso, integração entre diferentes plataformas e maior agilidade nas fases de separação, expedição e entrega. Hübner, Kuhn e Wollenburg (2016) destacam que os novos modelos de distribuição demandados pelo comércio eletrônico impõem às cadeias logísticas a necessidade de se tornarem mais integradas e ágeis, especialmente na última milha. Dessa forma, a digitalização na logística do Brasil deve ser compreendida não apenas como uma tendência a ser desenvolvida no futuro, mas como uma realidade já em andamento em setores intensamente pressionados pela necessidade de agilidade e transparência.

Um outro ponto pertinente é que a transformação digital impacta o perfil do profissional na área de logística. Anteriormente, habilidades que se concentravam principalmente na execução operacional eram mais valorizadas; atualmente, a relevância de competências analíticas, familiaridade com sistemas, interpretação de indicadores, compreensão de dados e uma visão sistêmica da cadeia tem se intensificado. O gerente de logística necessita, progressivamente, interpretar dados, interagir com setores de tecnologia, entender processos digitais e adotar decisões fundamentadas em evidências. Pozo (2010) já destacava a natureza multidisciplinar da logística; com a digitalização, essa característica se torna ainda mais proeminente, aproximando a gestão logística de áreas como tecnologia da informação, ciência de dados e inovação organizacional.

Nesse contexto, a transformação digital pode ser considerada um fenômeno técnico, gerencial e cultural. Considera-se técnica, uma vez que abrange sistemas, plataformas, conectividade, automação e análise de dados. Possui caráter gerencial, pois altera processos de tomada de decisão, normas de coordenação e arranjos de controle. Caracteriza-se como cultural, uma vez que requer novas abordagens laborais, diferentes repertórios profissionais e uma maior disposição organizacional para

a aprendizagem e a inovação. Limitar a transformação digital a um aspecto tecnológico seria, assim, inadequado. Seu impacto é mais abrangente: ela transforma a forma como a logística é concebida, realizada e integrada à estratégia das instituições.

No atual contexto, a cadeia de suprimentos moderna busca se distanciar de modelos caracterizados por baixa visibilidade, baixa integração e respostas lentas. Em seu lugar, estabelece-se uma lógica operacional mais integrada, fundamentada em dados, atenta às necessidades do cliente e sustentada por tecnologias que são capazes de mitigar incertezas e aumentar a capacidade de coordenação. Isso não implica que todas as cadeias tenham alcançado esse estágio, tampouco que a digitalização aconteça de maneira uniforme em todos os setores. Entretanto, isso implica que a orientação da transformação está, de maneira evidente, vinculada ao aprimoramento da informação, da conectividade e da inteligência aplicada à administração dos fluxos.

Assim, a digitalização na logística e na cadeia de suprimentos configura-se como um dos progressos mais relevantes da administração atual. Ela altera a maneira como se organizam estoques, se programam as entregas, se supervisionam os transportes, se conectam os parceiros e se respondem às variações do contexto. Mais do que uma mera tendência tecnológica, configura-se como uma reestruturação fundamental da administração logística, que intensifica sua relevância estratégica e transforma sua função na geração de valor para empresas e mercados.

Este capítulo buscou expor os princípios da transformação digital na logística e na cadeia de suprimentos, ressaltando a transição de modelos convencionais para operações mais integradas, conectadas e fundamentadas em dados. Nos próximos capítulos, serão examinadas mais profundamente as reflexões acerca da Logística 4.0, da inteligência analítica, da automação, das

plataformas digitais e dos desafios relacionados à inovação tecnológica no Brasil.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARRETO, Luis; AMARAL, António; PEREIRA, Teresa. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, v. 13, p. 1245–1252, 2017.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. Gestão logística da cadeia de suprimentos. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CORRÊA, Henrique L. Administração de cadeias de suprimento e logística: o essencial. São Paulo: Atlas, 2010.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati (org.). Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

HÜBNER, Alexander; KUHN, Heiner; WOLLENBURG, Johannes. Last mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing.

International Journal of Retail & Distribution Management, v. 44, n. 3, p. 228–247, 2016.

IVANOV, Dmitry; DOLGUI, Alexandre. Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. International Journal of Production Research, v. 58, n. 10, p. 2904–2915, 2020.

POZO, Hamilton. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

VIAL, Gregory. Understanding digital transformation: a review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems, v. 28, n. 2, p. 118–144, 2019.

LOGÍSTICA 4.0 E OS NOVOS PARADIGMAS DA GESTÃO LOGÍSTICA

A Logística 4.0 configura-se como uma das manifestações mais relevantes da transformação atual nas cadeias de suprimentos. A inserção de tecnologias digitais, sistemas inteligentes, conectividade expandida e automação avançada nas atividades logísticas, em consonância com o contexto mais abrangente da Indústria 4.0, transforma não apenas a execução das operações, mas também os fundamentos que norteiam o planejamento, o controle e a coordenação dos fluxos. Nesse contexto, a Logística 4.0 transcende a mera implementação isolada de ferramentas tecnológicas; trata-se de uma transformação paradigmática na administração logística, que começa a funcionar com um aumento da integração, visibilidade, inteligência analítica e agilidade de resposta (Barreto; Amaral; Pereira, 2017; Bowersox et al., 2014).

Para entender a Logística 4.0, é imprescindível contextualizá-la no âmbito das transformações históricas das revoluções industriais. A primeira revolução relacionou-se à mecanização e à utilização da energia a vapor; a segunda, à eletrificação e à fabricação em larga escala; a terceira, à automação e à computação. A quarta revolução industrial, por sua vez, se distingue pela intersecção entre sistemas físicos e digitais, interconectividade em rede, análise aprofundada de dados, inteligência artificial e integração entre máquinas, plataformas e indivíduos. No âmbito da logística, tal processo implica que armazéns, veículos, sistemas de administração, sensores, dispositivos de manuseio e plataformas informacionais começam a interagir de forma mais contínua e inteligente. Conforme afirmam Barreto, Amaral e Pereira (2017), a Logística 4.0 pode ser compreendida como a incorporação dos conceitos da Indústria 4.0 ao âmbito da logística e da cadeia de suprimentos, resultando em sistemas mais integrados, ágeis e eficazes.

Um dos aspectos mais relevantes desse novo paradigma consiste na substituição gradual de modelos caracterizados por baixa visibilidade e decisões fragmentadas por sistemas fundamentados em dados e integração em tempo real. Nas configurações logísticas convencionais, a informação, de maneira recorrente, era transmitida de forma demorada, incompleta ou dispersa, o que tornava complicado o alinhamento entre a fase de planejamento e a de execução. A Logística 4.0 aprimora a competência de coletar, processar e disseminar informações de maneira contínua, possibilitando que a cadeia funcione com maior sincronia. Christopher (2011) enfatiza que as cadeias competitivas são influenciadas pela habilidade de reagir de forma ágil a alterações na demanda e a ocorrências imprevistas; a Logística 4.0 potencializa exatamente essa habilidade ao encurtar a distância entre os acontecimentos na operação e as informações disponíveis para os gestores.

Um aspecto característico da Logística 4.0 é a interligação entre sistemas, ativos e processos. Essa conectividade pode manifestar-se de diversas maneiras: a integração entre plataformas corporativas, a comunicação entre sensores e sistemas de gestão, o rastreamento em tempo real de cargas e veículos, o monitoramento automatizado de estoques, a troca eletrônica de dados entre os parceiros da cadeia e a utilização de dispositivos inteligentes no ambiente operacional. Essa conectividade transforma significativamente a lógica da gestão logística, uma vez que permite o acompanhamento de eventos em tempo real, favorecendo decisões mais ágeis e adequadas à realidade da operação. Chopra e Meindl (2016) destacam que a diminuição da incerteza constitui uma das condições essenciais para a eficiência na cadeia de suprimentos, e a conectividade digital potencializa de maneira significativa essa oportunidade.

A Logística 4.0 é igualmente definida pelo progresso da automação. As operações, ao invés de se basearem unicamente em atividades manuais ou em controles imprecisos, agora se beneficiam de sistemas automatizados para armazenagem, separação, movimentação, verificação, gestão de inventário e roteirização. Essa automação não se limita à substituição da mão de obra humana, mas tem como objetivo aprimorar a precisão, a celeridade, a rastreabilidade e a uniformidade dos processos. Bowersox et al. (2014) salientam que a automação logística tem o potencial de elevar consideravelmente a produtividade e minimizar falhas operacionais, desde que esteja integrada a uma perspectiva sistêmica da cadeia e a uma estratégia de implementação claramente delineada.

No contexto dos armazéns e centros de distribuição, a Logística 4.0 estabelece um novo modelo operacional. Estruturas previamente caracterizadas por processos em grande parte manuais começam a integrar leitores automáticos, esteiras inteligentes, sistemas de endereçamento digital, robôs móveis, dispositivos de

radiofrequência, sensores e softwares que são capazes de coordenar a movimentação com elevado nível de precisão. Essa prática possibilita aprimorar a utilização do espaço, diminuir os equívocos na separação, elevar a precisão dos estoques e acelerar o prazo de processamento dos pedidos. Corrêa (2010) aponta que a eficácia das operações está vinculada à qualidade das informações e à coordenação entre os processos; a automação potencializa essas duas dimensões ao minimizar intervenções manuais e tornar os fluxos mais previsíveis.

No âmbito do transporte, os novos paradigmas se mostram igualmente evidentes. Sistemas de rastreamento em tempo real, telemetria, roteirização dinâmica, monitoramento do desempenho dos motoristas e análise automatizada de rotas transformam a maneira de administrar o trânsito das mercadorias. A administração do transporte não se restringe mais a uma programação estática, mas passa a integrar uma inteligência operacional mais flexível, com habilidade para se ajustar a condições de tráfego, atrasos, desvios e mudanças nas prioridades das entregas. Segundo Novaes (2007), o transporte é um dos elementos mais significativos dos custos logísticos; na era da Logística 4.0, essa função torna-se, igualmente, um dos setores mais estratégicos para fomentar a eficiência por meio de dados e conectividade.

Uma característica fundamental do novo paradigma logístico é o aumento na adoção de decisões apoiadas por sistemas analíticos. Ao invés de atuar unicamente com normas rígidas ou respostas reativas, a Logística 4.0 integra mecanismos de análise preditiva, simulação, reconhecimento de padrões e otimização fundamentada em diversas variáveis. Isso implica que a cadeia é capaz de prever obstáculos, atualizar estimativas de demanda, realocar estoques, modificar trajetórias ou reavaliar prioridades antes que as dificuldades se solidifiquem. Ivanov e Dolgui (2020) evidenciam que cadeias de suprimento com maior maturidade digital costumam apresentar maior resiliência, uma vez que são

capazes de identificar riscos e responder a eles com maior antecedência. A inteligência logística, portanto, não se limita mais a aspectos humanos e experienciais, mas é ampliada por sistemas que possuem a capacidade de processar, de forma rápida e estruturada, grandes volumes de dados.

O conceito de visibilidade de ponta a ponta representa um princípio fundamental da Logística 4.0. Em cadeias complexas, a eficácia não se baseia apenas no entendimento das operações internas da organização, mas também na análise da situação dos fluxos ao longo dos diversos elos. A visibilidade ponta a ponta refere-se à habilidade de monitorar materiais, solicitações, capacidades, eventos e indicadores desde os fornecedores até os clientes, apresentando um menor nível de opacidade entre os diversos segmentos da rede. Tal habilidade potencializa a coordenação e diminui as discrepâncias informacionais entre os parceiros. Lambert (2008) ressalta que a integração da cadeia de suprimentos requer o alinhamento de processos e o compartilhamento de informações pertinentes; a Logística 4.0 oferece a infraestrutura técnica necessária para que essa integração se torne mais viável e consistentemente operacional.

Diante disso, constata-se que a Logística 4.0 reconfigura a função do gestor logístico. Nos modelos convencionais, uma considerável porção da atuação gerencial se concentrava no controle direto das operações rotineiras, na resolução manual de problemas e na gestão fragmentada de estoques, transporte e armazenamento. No novo paradigma, o administrador passa a operar em um ambiente mais digitalizado, guiado por indicadores, painéis de controle, plataformas e dados integrados. Isso demanda habilidades associadas à interpretação de informações, à utilização estratégica da tecnologia, à análise abrangente da cadeia e à tomada de decisões fundamentadas em evidências. Pozo (2010) já argumentava que a logística demandava uma formação multidisciplinar; com a Logística 4.0, essa diversidade de áreas se

expande ao englobar, de maneira mais significativa, habilidades digitais, analíticas e de inovação.

A Logística 4.0 também estabelece uma nova relação entre eficiência e flexibilidade. Por um prolongado período, a procura por eficiência logística foi intensamente ligada à padronização, à diminuição de custos e à otimização dos processos. Embora tais objetivos continuem pertinentes, o cenário contemporâneo exige a conciliação entre eficiência e a habilidade de adaptação. Mercados mais voláteis, consumidores com demandas mais rigorosas e cadeias de suprimentos mais vulneráveis a interrupções requerem operações que consigam se adaptar com agilidade às transformações do contexto. Christopher (2011) sustenta que a agilidade passou a ser um atributo estratégico nas cadeias de suprimento modernas. A Logística 4.0 atende a essa necessidade ao possibilitar que os sistemas logísticos funcionem com uma maior capacidade de adaptação dinâmica, sem precisar depender unicamente de estruturas inflexíveis e morosas.

Outro aspecto relevante é a alteração do próprio entendimento sobre controle logístico. Nos modelos tradicionais, o controle costumava ser retroativo: as dificuldades eram reconhecidas após a sua ocorrência, e os relatórios tinham, principalmente, a função de permitir análises subsequentes. Na Logística 4.0, o gerenciamento passa a ser, ao mesmo tempo, monitoramento, previsão e intervenção em tempo real. Essa mudança modifica o ritmo da administração e potencializa a habilidade de prevenir falhas antes que possam provocar um impacto mais significativo. Bowersox et al. (2014) apontam que cadeias de suprimentos mais avançadas são aquelas que conseguem converter informações em ações rápidas e coordenadas. Nesse contexto, a Logística 4.0 promove uma transição de um controle reativo para uma administração mais proativa e inteligente dos fluxos.

A emergência desse paradigma também está vinculada à crescente centralidade do consumidor. Em cadeias que são guiadas pelo tempo, conveniência e experiência, a logística deve garantir não apenas o transporte físico do produto, mas também a qualidade da interação com o cliente final. O mercado passou a valorizar atributos como rastreamento detalhado, previsibilidade na entrega, flexibilidade nos canais, confiabilidade das informações e agilidade na resolução de problemas. A Logística 4.0 reforça essa abordagem voltada ao cliente, uma vez que expande a habilidade de individualizar o serviço, aumenta a transparência das operações e proporciona respostas mais precisas às expectativas de consumo. Chopra e Meindl (2016) enfatizam que a avaliação do desempenho da cadeia deve considerar o valor gerado para o cliente; esse novo paradigma logístico fortalece precisamente essa abordagem.

A interação entre Logística 4.0 e a cooperação entre os elos da cadeia também requer consideração. As tecnologias digitais tornam o compartilhamento de informações sobre estoques, solicitações, previsão de demanda, planejamento de produção e logística mais viável, o que pode diminuir o efeito chicote e aprimorar o alinhamento entre a oferta e a demanda. Entretanto, a presença de tecnologia não assegura, por si mesma, uma colaboração eficiente. É imprescindível que exista confiança, governança, padrões de integração e uma estrutura organizacional que favoreça o compartilhamento estratégico de informações. Lambert (2008) destaca que a administração da cadeia de suprimentos constitui, fundamentalmente, um processo entre organizações. A Logística 4.0 expande as capacidades técnicas dessa integração, entretanto, sua eficácia está condicionada a fatores culturais e interpessoais.

No ambiente brasileiro, a Logística 4.0 revela, ao mesmo tempo, progressos e restrições. Setores mais organizados, tais como grandes operadores logísticos, varejistas de grande escala, comércio eletrônico, agronegócio voltado para exportação e indústrias

integradas em cadeias globais, têm adotado de forma mais intensa sistemas de rastreamento, integração digital, automação e análise de dados. Por outro lado, empresas de pequeno e médio porte geralmente se deparam com obstáculos associados aos custos de implementação, à capacitação de colaboradores, à infraestrutura tecnológica e à escassa integração com parceiros. Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) já enfatizavam que a modernização logística no Brasil apresentava uma natureza heterogênea; no contexto atual, essa heterogeneidade se mantém, agora caracterizada igualmente pela disparidade no acesso às infraestruturas tecnológicas da Logística 4.0.

Ademais, é fundamental reconhecer que a Logística 4.0 não elimina a exigência de uma infraestrutura física apropriada. Sistemas inteligentes têm a capacidade de aumentar a eficiência, contudo, não são capazes de eliminar totalmente os entraves no transporte, as restrições portuárias, os problemas de armazenamento ou as desigualdades regionais em conectividade. Em síntese, a transformação digital expandiu a inteligência operacional, porém seu potencial depende das fundações materiais e institucionais que sustentam o funcionamento da cadeia. Assim, a implementação da Logística 4.0 no Brasil deve ser entendida como um componente de uma agenda mais abrangente de modernização logística, a qual contempla investimentos em infraestrutura, capacitação profissional, gestão de dados e a promoção da integração entre os elos da cadeia.

Sob uma perspectiva estratégica, a Logística 4.0 pode ser considerada um novo paradigma, uma vez que modifica de forma simultânea a tecnologia, os processos, as decisões e os modelos de coordenação. Ela reformula a interdependência entre informação e movimento físico, entre planejamento e implementação, entre eficácia e adaptabilidade, além de entre operação e vivência do consumidor. A sua relevância aumenta conforme as cadeias se tornam mais intrincadas, interligadas e dependentes de respostas ágeis. Mais do que uma mera tendência tecnológica, refere-se a uma

nova abordagem na administração da logística, cuja relevância deve se expandir nas próximas décadas.

O presente capítulo teve como objetivo abordar os princípios da Logística 4.0 e evidenciar de que maneira ela reflete novos paradigmas na gestão logística, os quais são marcados por conectividade, automação, inteligência analítica, visibilidade e habilidade de adaptação. No próximo capítulo, aprofundar-se-á nas discussões referentes a big data, inteligência artificial e análise preditiva, evidenciando de que forma os dados se transformaram em um dos principais ativos estratégicos da cadeia de suprimentos contemporânea.

REFERÊNCIAS

BARRETO, Luis; AMARAL, António; PEREIRA, Teresa. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, v. 13, p. 1245–1252, 2017.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. *Gestão logística da cadeia de suprimentos*. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. *Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação*. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHRISTOPHER, Martin. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CORRÊA, Henrique L. *Administração de cadeias de suprimento e logística: o essencial*. São Paulo: Atlas, 2010.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati (org.). *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000.

IVANOV, Dmitry; DOLGUI, Alexandre. Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. *International Journal of Production Research*, v. 58, n. 10, p. 2904–2915, 2020.

LAMBERT, Douglas M. *Supply chain management: processes, partnerships, performance*. 3. ed. Sarasota: Supply Chain Management Institute, 2008.

NOVAES, Antonio Galvão. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

POZO, Hamilton. *Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.9.

BIG DATA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ANÁLISE PREDITIVA NA LOGÍSTICA

A digitalização da logística e da cadeia de suprimentos conferiu aos dados o status de ativo estratégico. Enquanto em etapas anteriores a administração logística baseava-se predominantemente em registros operacionais e análises do passado, o contexto atual requer a habilidade de reunir, integrar, interpretar e aplicar grandes quantidades de dados para direcionar decisões que se tornaram progressivamente mais complexas. Nesse cenário, big data, inteligência artificial e análise preditiva deixaram de ser assuntos secundários e passaram a integrar o cerne dos debates acerca de desempenho, resiliência, inovação e competitividade nas cadeias de suprimento. Pesquisas recentes indicam que a digitalização e a adoção de tecnologias analíticas têm sido correlacionadas a aumentos na eficiência, no tratamento de

informações, na recuperação em situações de interrupção, na otimização de processos e na elevação da resiliência da cadeia.

O conceito de big data refere-se à habilidade de gerenciar volumes extensos de dados, produzidos de forma rápida, oriundos de diversas fontes e frequentemente apresentando uma ampla variedade de formatos. No contexto logístico, isso abrange dados referentes a pedidos, estoques, rotas, prazos de entrega, eficiência de fornecedores, sensores de veículos, acompanhamento de cargas, padrões de consumo, registros de sistemas empresariais e interações em plataformas digitais. O principal desafio reside não somente na armazenagem desses dados, mas na transformação deles em conhecimento aplicável para a administração. Em análises recentes da literatura, a intersecção entre digitalização, big data e aprendizado de máquina se destaca como um elemento central na evolução da gestão da cadeia de suprimentos, principalmente por incrementar a visibilidade, a integração e a qualidade das decisões.

Na área da logística, a profusão de dados modifica a maneira de interpretar os fluxos. Historicamente, numerosos processos eram geridos com base em amostras, relatórios consolidados de forma tardia ou indicadores restritos. Com a ampliação do big data, tornou-se viável monitorar a operação de maneira significativamente mais minuciosa e dinâmica. Isso implica que os administradores têm a capacidade de monitorar padrões de demanda, discrepâncias nas entregas, comportamento dos estoques, pontos de estrangulamento na capacidade e flutuações de desempenho em um intervalo de tempo mais próximo da realidade. Bowersox et al. (2014) já sinalizavam que a informação constitui um elemento central na cadeia de suprimentos; atualmente, essa centralidade se amplifica, uma vez que a habilidade de extrair inteligência de vastos volumes de dados tornou-se um componente fundamental na gestão logística avançada.

Contudo, o big data, por si só, não gera valor de maneira automática. Extensas bases de dados podem aumentar a

complexidade da administração, caso não exista uma estrutura analítica apta a converter dados brutos em suporte efetivo à tomada de decisão. É neste aspecto que a inteligência artificial assume um papel de destaque. De forma abrangente, a inteligência artificial pode ser entendida como o conjunto de técnicas computacionais aptas a realizar atividades relacionadas ao raciocínio, à aprendizagem, ao reconhecimento de padrões e à tomada de decisões. Na cadeia de suprimentos, a utilização dessa tecnologia tem se expandido em setores como previsão de demanda, identificação de anomalias, planejamento de rotas, gerenciamento de estoques, manutenção preditiva, administração de riscos, atendimento automatizado e otimização de redes. Uma revisão sistemática divulgada em 2025 revelou que as contribuições mais recentes da inteligência artificial na gestão de cadeias de suprimentos estão focadas, principalmente, em resiliência, aprimoramento de processos, sustentabilidade e dificuldades de implementação.

A ampla difusão da inteligência artificial resulta do circunstancial que a logística moderna se desenvolve em contextos caracterizados pela incerteza, variedade de variáveis e demanda por soluções ágeis. Tomar decisões acerca da reposição de estoques, do sequenciamento de pedidos, da previsão de demanda ou do redesenho de rotas requer a consideração simultânea de diversos fatores, muitos dos quais são passíveis de alterações ao longo do tempo. A inteligência artificial possibilita o processamento dessas variáveis com uma velocidade e sofisticação superiores aos métodos estritamente manuais ou a regras fixas. Isso não implica a substituição total do julgamento humano, mas sim a ampliação de sua capacidade analítica. Sob o aspecto gerencial, a inteligência artificial opera como um recurso auxiliar na tomada de decisões, diminuindo o tempo de resposta, aumentando a exatidão das projeções e detectando padrões que poderiam não ser percebidos em análises tradicionais.

Um dos setores em que a inteligência artificial exerce considerável influência é na projeção de demanda. A precisão das previsões é essencial para manter o equilíbrio entre os estoques, a produção, o transporte e o nível de serviço. Previsões imprecisas resultam em acúmulo excessivo de estoque, falhas de abastecimento, necessidades operacionais urgentes e desperdícios. Através da aplicação de técnicas de aprendizado de máquina, tornou-se viável a integração de dados históricos, sazonalidade, padrões de consumo, fatores externos e eventos específicos, com o intuito de desenvolver modelos mais robustos. Estudos recentes acerca da digitalização e da gestão da cadeia de suprimentos ressaltam, precisamente, a inclusão de machine learning e big data como um dos aspectos distintivos da nova fase evolutiva do setor.

Além da projeção de demanda, a inteligência artificial tem sido utilizada na otimização logística. Isso abrange desde a consolidação de cargas até a determinação dinâmica de rotas, a distribuição de estoques em distintos centros de abastecimento e a priorização de pedidos de acordo com a urgência, a disponibilidade e a capacidade operacional. Em cadeias complexas, é pouco provável que tais decisões sejam tomadas com a máxima eficiência somente por meio do julgamento intuitivo, uma vez que implicam em compensações entre custo, tempo, risco e qualidade do serviço. A inteligência artificial, nesse contexto, auxilia na criação de cenários, na simulação de alternativas e na recomendação de ações que estejam mais alinhadas aos objetivos estratégicos da cadeia.

Outro aspecto fundamental deste capítulo é a avaliação preditiva. Ao contrário da análise descritiva, que se ocupa em relatar o que ocorreu, e da análise diagnóstica, que tenta esclarecer as razões do ocorrido, a análise preditiva tem como objetivo avaliar o que é provável que ocorra. Na área da logística, essa capacidade é especialmente relevante, uma vez que a previsão de eventos pode prevenir interrupções, atrasos e desperdícios. A análise preditiva pode ser utilizada para antecipar adiamentos nas entregas,

determinar a probabilidade de desabastecimento, estimar falhas em maquinários, prever variações na demanda e identificar fragilidades na cadeia de suprimentos. Pesquisas recentes estabelecem uma correlação entre a transformação digital e aprimoramentos na capacidade de processamento de informações, na recuperação e na eficiência do giro de estoques, o que acentua a conexão entre digitalização e o fortalecimento da antecipação gerencial.

A relevância da análise preditiva aumenta ainda mais em cenários de instabilidade. Nos últimos anos, as cadeias de suprimentos sofreram considerável impacto em função de crises sanitárias, tensões geopolíticas, fenômenos climáticos extremos e variações abruptas na demanda. Em contextos desse tipo, a vantagem competitiva geralmente se desloca das instituições que apenas reagem para aquelas que são capazes de antecipar os sinais de disrupção. Estudos recentes apontam que a digitalização está relacionada de maneira positiva à resiliência das cadeias produtivas, especialmente por meio de um aprimorado processamento da informação, uma maior capacidade de recuperação e um aumento na colaboração.

A conexão entre dados, inteligência artificial e resiliência apresenta-se como extremamente pertinente. A resiliência, no contexto da cadeia de suprimentos, diz respeito à habilidade de sustentar, ajustar-se e reconstituir-se frente a interrupções. Uma cadeia resiliente não se restringe a operar com eficácia em circunstâncias normais, mas é aquela que consegue manter um funcionamento mínimo e se reorganizar ao ser confrontada com perturbações. Estudos recentes indicam que a digitalização potencializa essa resiliência ao aumentar a visibilidade, a colaboração, o processamento de informações e a recuperação operacional. Recentes evidências empíricas, incluindo pesquisas realizadas em 2024, 2025 e 2026, apontam uma associação positiva entre a transformação digital e a resiliência das cadeias de suprimentos.

No âmbito operacional, a utilização de big data e inteligência artificial também aprimora a visibilidade em toda a cadeia. Ao invés de basear-se unicamente em relatórios de etapas isoladas, a cadeia começa a dispor de dados integrados provenientes de fornecedores, operadores logísticos, armazéns, sistemas de transporte e pontos de venda. Isso possibilita a identificação de desvios de maneira mais tempestiva e a adaptação de decisões ao longo do processo. Estudos recentes indicam que a digitalização está relacionada à otimização da colaboração e à solidez da cadeia, principalmente quando sustentada por contratos formais e por mecanismos de compartilhamento de informações.

Um aspecto relevante é a função da inteligência artificial na administração de riscos. As cadeias de suprimentos atuais enfrentam a exposição a riscos de natureza operacional, regulatória, climática, tecnológica e geopolítica. A análise preditiva auxilia na identificação de vulnerabilidades e na estimativa de probabilidades de falha com maior antecedência. Ao invés de esperar apenas pela ocorrência de uma ruptura, as organizações podem empregar modelos preditivos para reconhecer fornecedores essenciais, rotas suscetíveis, períodos sazonais de maior demanda e sinais iniciais de anomalias. Isso não elimina a probabilidade de riscos, mas possibilita abordá-los de maneira mais estratégica. A literatura contemporânea acerca da transformação digital e da resiliência da cadeia de suprimentos enfatiza precisamente essa conexão entre competências digitais e uma maior solidez diante de eventos disruptivos.

É necessário ressaltar que a utilização de inteligência artificial e análise preditiva não se limita exclusivamente a grandes cadeias industriais. O comércio eletrônico, a distribuição nas áreas urbanas, a logística de última milha e os operadores logísticos têm ampliado a utilização dessas ferramentas para enfrentar demandas mais fragmentadas, prazos reduzidos e uma maior exigência de rastreabilidade. A expansão do comércio eletrônico intensificou esse fenômeno, uma vez que conferiu à previsibilidade e à visibilidade um

papel central na experiência do consumidor. Em atividades de última milha, modelos analíticos têm a capacidade de otimizar a roteirização, estimar janelas de entrega mais viáveis e minimizar falhas no atendimento.

Apesar dessas oportunidades, a integração de big data e inteligência artificial enfrenta desafios significativos. Um dos aspectos é a qualidade das informações. Modelos analíticos avançados não são capazes de compensar bases de dados inconsistentes, fragmentadas ou desatualizadas. Quando os dados de estoque apresentam imprecisões, os registros de pedidos se mostram incompletos ou os distintos sistemas não estabelecem uma comunicação eficiente, a confiabilidade dos resultados analíticos tende a ser comprometida. Um outro desafio consiste na integração sistêmica: diversas organizações ainda funcionam com plataformas não interligadas, o que complica a criação de uma visão coesa da cadeia. Ademais, a incorporação de inteligência artificial requer habilidades específicas, aptidão para a gestão de dados e definição precisa dos objetivos estratégicos da execução. A revisão sistemática de 2025 acerca da inteligência artificial na gestão da cadeia de suprimentos enfatiza, juntamente com os benefícios, a continuidade de desafios na implementação como um dos temas preponderantes na área.

Existem, ainda, questões de caráter organizacional e cultural. Organizações habituadas a decisões predominantemente intuitivas ou fragmentadas podem enfrentar obstáculos na implementação de modelos fundamentados em dados. A transformação não se restringe apenas ao aspecto técnico; abrange a redefinição de processos, a reavaliação de responsabilidades e o fortalecimento da cultura analítica. Em diversas situações, o maior obstáculo não reside na obtenção da tecnologia, mas na habilidade de integrá-la aos processos decisórios diários. Esse aspecto é particularmente relevante para as micro e pequenas empresas, que frequentemente

confrontam restrições em termos de infraestrutura, recursos financeiros e mão de obra qualificada.

No contexto brasileiro, tais desafios adquirem uma relevância ainda maior. A digitalização da logística no país se realiza de forma desigual entre diferentes setores, regiões e tamanhos de empresas. Empresas de grande porte, do setor de varejo, de comércio eletrônico e cadeias com maior internacionalização costumam implementar soluções analíticas e digitais com mais celeridade, ao passo que outras entidades mantêm um nível de maturidade informacional reduzido. Isso não diminui a relevância da temática; pelo contrário, evidência que a intensificação da digitalização logística no Brasil dependerá, igualmente, da capacitação profissional, da difusão tecnológica e do fortalecimento da governança dos dados.

Sob uma perspectiva estratégica, big data, inteligência artificial e análise preditiva não devem ser considerados meros apêndices tecnológicos, mas sim ferramentas para a reconfiguração da gestão logística em sua essência. Modificam a maneira de projetar, acompanhar, prever e reagir. Uma cadeia guiada por dados propende a funcionar com maior clareza, aprimorada coordenação e incremento na capacidade de adaptação. Simultaneamente, tais recursos transferem a vantagem competitiva da mera posse de ativos físicos para a habilidade de interpretar sinais, produzir inteligência e realizar decisões mais eficazes. Isso corrobora a concepção de que a logística atual se configura, gradualmente, como uma mescla entre o fluxo físico e a inteligência analítica.

Em resumo, a ampliação do big data, da inteligência artificial e da análise preditiva marca o início de uma nova fase na administração da logística e da cadeia de suprimentos. O enfoque é alterado de operações que são meramente monitoradas para operações que são continuamente interpretadas; de reações tardias para uma antecipação estratégica; de um controle fragmentado para uma visibilidade integrada. Mais do que tecnologias isoladas, esses

componentes formam a infraestrutura cognitiva da cadeia digital, possibilitando a gestão da complexidade com maior precisão, agilidade e resiliência.

Neste capítulo, procurou-se evidenciar que dados, algoritmos e modelos preditivos assumiram uma posição fundamental na logística atual, tanto devido à sua aptidão para otimizar processos quanto pela sua contribuição na formação de cadeias de suprimentos mais resilientes e inteligentes. No capítulo seguinte, a análise se ampliará para abranger automação, rastreamento e sistemas operacionais inteligentes, explorando de que forma os recursos digitais se concretizam nos ambientes físicos da logística.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. Gestão logística da cadeia de suprimentos. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

HÜBNER, Alexander; KUHN, Heiner; WOLLENBURG, Johannes. Last mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing.

International Journal of Retail & Distribution Management, v. 44, n. 3, p. 228–247, 2016.

IVANOV, Dmitry; DOLGUI, Alexandre. Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. International Journal of Production Research, v. 58, n. 10, p. 2904–2915, 2020.

LAMBERT, Douglas M. Supply chain management: processes, partnerships, performance. 3. ed. Sarasota: Supply Chain Management Institute, 2008.

QUYNH, Tran Nguyen Ngoc; BUICS, László. The evolution of digitalization transformation and Industry 4.0 in supply chain management: a systematic literature review. Engineering Proceedings, v. 79, n. 1, 65, 2024.

TEIXEIRA, António R.; FERREIRA, José Vasconcelos; RAMOS, Ana Luísa. Intelligent supply chain management: a systematic literature review on artificial intelligence contributions. Information, v. 16, n. 5, 399, 2025.

TIAN, Ye; CUI, Lei. Supply chain resilience and digital transformation: perspectives from a supply chain network. Humanities and Social Sciences Communications, v. 12, art. 1738, 2025.

LI, Jiachang; SONG, Hanqi; MA, Yufei. The mechanism and impact of digital transformation on supply chain resilience in the manufacturing industry. Scientific Reports, v. 16, art. 7635, 2026.

LI, Ying; LI, Dakun; LIU, Yuyang; SHOU, Yongyi et al. Digitalization for supply chain resilience and robustness: the roles of collaboration and formal contracts. Engineering Management, v. 10, p. 5–19, 2023.

HU, Jiang; MA, Jiangming. Supply chain digitalization and its resilience: a systematic framework and empirical evidence. *Systems*, v. 14, n. 2, 194, 2026.

WINKELMANN, Stephanie; GUENNOUN, Rajae; MÖLLER, Frederik. Back to a resilient future: digital technologies for a sustainable supply chain. *Information Systems and e-Business Management*, v. 22, p. 315–350, 2024.

AUTOMAÇÃO, RASTREAMENTO E SISTEMAS INTELIGENTES DE OPERAÇÃO

A automação, o monitoramento e os sistemas inteligentes de operação têm reconfigurado a logística atual, ao convergir atividades que, outrora, eram majoritariamente manuais em processos mais interconectados, previsíveis e baseados em dados. Em cadeias de suprimentos que se tornam progressivamente mais complexas, a eficácia operacional não se fundamenta apenas na movimentação física de materiais, mas também na aptidão para monitorar, controlar e ajustar fluxos em tempo quase real. Nesse contexto, a automação deixa de representar meramente uma opção tecnológica para a diminuição do esforço humano, passando a ser entendida como um elemento estratégico da competitividade na

logística, principalmente quando relacionada à visibilidade dos processos, à precisão das informações e à interconexão entre sistemas (Bowersox et al., 2014; Christopher, 2011). Revisões recentes indicam que a automação logística tem se afirmado em áreas como robótica, veículos autônomos, sistemas de separação, gêmeos digitais, blockchain, RFID e inteligência artificial, promovendo uma maior eficiência e uma melhor integração operacional.

A produção literária acerca da automação na logística enfatiza que esse fenômeno não se dá de forma isolada, mas sim em consonância com a transformação digital mais abrangente das cadeias de suprimentos. Ferreira e Reis (2023), em uma revisão sistemática, apontam que a automação logística abrange um conjunto de aplicações que vão desde veículos operados automaticamente até sistemas sofisticados de suporte à decisão, sempre visando aprimorar a eficiência, diminuir falhas e otimizar a utilização de recursos. Sob essa ótica, a automação não se limita à simples substituição de atividades repetitivas, mas envolve uma reorganização dos processos logísticos com o objetivo de promover uma inteligência operacional superior e uma coordenação aprimorada entre as diversas atividades.

Nos armazéns e centros de distribuição, esse processo passou a ser especialmente evidente. O aumento do comércio eletrônico, a demanda por entregas mais ágeis e a necessidade de maior exatidão na administração de estoques fomentaram a implementação de tecnologias destinadas a aprimorar a inteligência na armazenagem. Tubis e Rohman (2023), em uma revisão sistemática sobre armazéns inteligentes, evidenciam que a digitalização e a automação desses espaços fundamentam-se em tecnologias como Internet das Coisas (IoT), identificação por radiofrequência (RFID), sistemas ciberfísicos, robótica, sensores e integração de dados, o que exerce um impacto direto sobre o controle de inventários, a separação de pedidos, a movimentação interna e a produtividade. Essa transformação reafirma a noção de

que a armazenagem não é mais uma função puramente estática, mas se tornou um elemento fundamental da dinâmica de resposta ágil da cadeia.

Um dos elementos fundamentais dessa transformação é a automação dos processos de movimentação e separação. Nas operações convencionais, uma significativa parte da verificação, do transporte de materiais e da segmentação de pedidos era dependente de trabalho manual intensivo, o que estava sujeito a erros, retrabalho e flutuações na produtividade. A implementação de esteiras inteligentes, de classificadores automatizados, de sistemas de coleta assistida, de robôs móveis autônomos e de programas de coordenação operacional possibilitou a diminuição dos tempos de ciclo e o aumento da consistência dos processos. Bowersox et al. (2014) já destacavam que a eficácia logística é influenciada pela interação entre infraestrutura, informação e controle; no contexto contemporâneo, os sistemas automatizados favorecem precisamente essa interação ao tornar os fluxos internos mais previsíveis e sinérgicos.

A robótica desempenha um papel cada vez mais significativo nesse processo. Veículos robóticos, manipuladores automatizados e sistemas de armazenamento automático têm sido empregados para efetuar o transporte de produtos, dividir pedidos, suprir linhas de expedição e organizar estoques com maior exatidão. De acordo com Ruiz, Martínez e Juárez (2024), o conceito de armazém inteligente está intimamente ligado à integração de Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e automação acessível, visando solucionar questões relacionadas à produtividade, rastreabilidade e à utilização eficiente do espaço. Isso demonstra que a inteligência do armazém não reside apenas na mecanização, mas na integração entre os dispositivos físicos e os sistemas digitais que os gerenciam.

Um outro aspecto essencial da logística automatizada é o acompanhamento. Nas cadeias de suprimentos atuais, o termo rastrear ultrapassa a simples localização de uma carga; refere-se a

monitorar seu estado, as condições de transporte, as movimentações intermediárias e o histórico operacional durante todo o fluxo. O rastreamento aprimora a visibilidade integral da cadeia e diminui a incerteza entre fornecedores, operadores, distribuidores e consumidores. Chopra e Meindl (2016) enfatizam que a troca de informações é fundamental para a harmonização entre oferta e demanda; quando a carga pode ser rastreada, a decisão tende a ser realizada de maneira mais ágil e mais condizente com a realidade do processo.

Nesse contexto, a tecnologia RFID se destacou por possibilitar a identificação automática, a leitura remota e um controle mais preciso dos produtos ao longo da cadeia. Ao contrário do código de barras convencional, que demanda leitura direta e singular, a tecnologia RFID permite a leitura sem a necessidade de contato e em maior volume, o que favorece inventários mais ágeis, conferência automatizada e aprimoramento na rastreabilidade. Atualizações recentes indicam que a combinação entre RFID e IoT exerce uma função estratégica na cadeia de suprimentos, especialmente no que diz respeito à rastreabilidade, interoperabilidade, escalabilidade e monitoramento em tempo real (Rejeb et al., 2022; pesquisas recentes de 2025 também destacam os fatores sociotécnicos que contribuem para a implementação bem-sucedida do RFID).

A junção entre RFID e IoT potencializa ainda mais as possibilidades de rastreamento. Sensores conectados possibilitam a transmissão contínua de dados relativos à localização, temperatura, umidade, vibração ou abertura de embalagens para os sistemas da cadeia. Isso reveste-se de especial importância para produtos suscetíveis, como fármacos, alimentos perecíveis e bens de elevado valor agregado. Taj et al. (2023), em uma revisão sistemática acerca da Internet das Coisas (IoT) na gestão da cadeia de suprimentos, demonstram que as aplicações dessa tecnologia têm progredido especificamente para uma maior visibilidade em tempo real,

monitoramento contínuo, bem como aprimoramento da segurança e eficiência operacional. De maneira similar, estudos bibliométricos recentes corroboram o desenvolvimento do emprego de IoT na logística, assim como sua associação com RFID, inteligência artificial, blockchain e sustentabilidade (Zrelli; Rejeb, 2024).

A relevância do monitoramento é igualmente evidente no setor de transporte. Sistemas de GPS, telemetria, sensores integrados e plataformas digitais possibilitam o monitoramento de trajetórias, velocidade, consumo de combustível, duração de paradas, comportamento do condutor e incidências de desvios. No âmbito do transporte rodoviário, essa clareza favorece a segurança aprimorada, um planejamento mais eficiente das entregas e a diminuição das ineficiências operacionais. Novaes (2007) já apontava que o transporte compõe um dos elementos mais significativos do custo logístico; com a expansão dos sistemas inteligentes, passará a ser igualmente um dos principais ambientes para a geração de valor, por meio de controle, rastreabilidade e resposta dinâmica.

Os sistemas inteligentes de operação exemplificam a interseção entre automação física e inteligência analítica. Integram dispositivos, sensores, plataformas de gestão e mecanismos de suporte à decisão, de modo a coordenar atividades logísticas com maior autonomia e capacidade de adaptação. Isso pode englobar, por exemplo, um sistema que receba informações de estoque em tempo real, as relacione ao fluxo de pedidos, organize a ordem de separação e ative a expedição de acordo com a capacidade operacional. É possível incluir, também, mecanismos que ajustem rotas de forma dinâmica, identifiquem congestionamentos em centros de distribuição ou priorizem fluxos conforme a urgência do serviço. Segundo Ferreira e Reis (2023), a automação na logística tem progredido no sentido de unir execução, monitoramento e apoio à decisão em estruturas mais inteligentes.

A concepção de sistemas ciberfísicos também se revela significativa nessa discussão. De maneira geral, consistem na

interconexão entre elementos físicos — máquinas, esteiras, sensores, veículos, dispositivos — e sistemas digitais aptos a monitorar e coordenar tais estruturas. Nos armazéns inteligentes, isso indica que a operação não se baseia exclusivamente em ordens humanas sequenciais, mas sim que passa a incluir uma interação constante entre objetos, softwares e bases de dados. Tubis e Rohman (2023) afirmam que o armazém inteligente é, precisamente, um espaço no qual os processos físicos e informacionais atuam de maneira integrada, potencializando a agilidade, a precisão e o controle.

Essa alteração influencia diretamente a precisão dos estoques. Um dos principais desafios da logística tradicional reside na discrepância entre o estoque físico efetivo e o estoque registrado nos sistemas. Essa discrepância compromete aquisições, reabastecimento, organização de pedidos, planejamento logístico e a qualidade do serviço prestado. A adoção de identificação automática, sensores, integração sistêmica e atualização constante de dados tende a minimizar erros de registro e aumentar a confiabilidade das informações. Martins e Alt (2009) enfatizam que a administração de estoques está intimamente relacionada à exatidão dos controles; a automação reforça essa exatidão ao minimizar intervenções manuais e aumentar a rastreabilidade das transferências.

Sob a perspectiva gerencial, a automação e o monitoramento também modificam a maneira de supervisão. Em vez de limitar-se a relatórios meramente retrospectivos, a operação agora é monitorada por meio de dashboards, alertas e indicadores que são atualizados de maneira mais constante. Essa abordagem possibilita a identificação de desvios, a antecipação de congestionamentos operacionais e a adequação de decisões antes que os problemas se tornem mais graves. Christopher (2011) enfatiza que cadeias responsivas estão atreladas à diminuição do tempo entre a ocorrência de um evento e a tomada de decisão; os sistemas

inteligentes de operação são projetados precisamente para reduzir esse lapso temporal.

Todavia, a implementação dessas tecnologias também apresenta obstáculos. Um dos fatores a ser considerado é o custo de implementação e manutenção, sobretudo para pequenas e médias empresas. Outra questão é a exigência de integração entre sistemas diversos, de modo a evitar ilhas tecnológicas que impeçam o fluxo de informações. Persistem, ainda, questões relacionadas à segurança das informações, à interoperabilidade entre sistemas, à adequação organizacional e à capacitação das equipes. Pesquisas recentes acerca de RFID e automação destacam que as dificuldades relacionadas à integração, custo-benefício, privacidade, escalabilidade e alinhamento sociotécnico permanecem como alguns dos principais entraves à sua implementação (Rejeb et al., 2022; revisão de 2025 sobre RFID).

Ademais, a automação reformula a função do profissional na área logística. Em vez de remover totalmente a dimensão humana, essa abordagem transfere a atenção para atividades como supervisão, interpretação de dados, configuração de sistemas, manutenção, análise e coordenação. Isso demanda formação contínua e reestruturação das habilidades exigidas na área. Pesquisas recentes acerca de armazéns inteligentes indicam que a união entre tecnologia e trabalho especializado costuma gerar resultados superiores em comparação a métodos que consideram a automação apenas como uma forma de substituir a força de trabalho.

No Brasil, a implementação de automação e rastreamento acontece de forma desigual. Importantes operadores logísticos, comerciantes e corporações associadas ao comércio eletrônico têm aumentado seus investimentos em centros de distribuição automatizados, telemetria, plataformas de entrega e sistemas de rastreamento. Diversas instituições com menor dimensão ainda lidam com restrições em termos de capital, infraestrutura digital e

integração tecnológica. Isso sugere que a modernização da logística no Brasil dependerá não apenas da tecnologia disponível, mas também da capacidade de disseminação, do acesso e da formação profissional. Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) já evidenciavam que a logística no Brasil apresenta uma diversidade; atualmente, essa diversidade manifesta-se também por meio de distintos níveis de maturidade tecnológica.

Em resumo, a automação, o rastreamento e os sistemas operacionais inteligentes configuram um dos núcleos mais palpáveis da transformação logística atual. Aumentam a visibilidade, precisão, coordenação e adaptabilidade dos ambientes logísticos. A incorporação de dispositivos físicos e sistemas digitais modifica a maneira de movimentar, gerenciar e interpretar os fluxos dentro da cadeia de suprimentos. Além de acelerar as atividades, esses recursos expandem a habilidade da logística em funcionar com inteligência, previsibilidade e consistência.

Neste capítulo, procurou-se evidenciar que a automação e o rastreamento transcendem a condição de meros recursos tecnológicos auxiliares, configurando-se como elementos fundamentais da logística digital. No capítulo subsequente, serão analisados os sistemas integrados e as plataformas digitais na cadeia de suprimentos, explorando de que maneira a articulação entre os elos passa a depender, cada vez mais, da interoperabilidade entre dados, processos e decisões.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. Gestão logística da cadeia de suprimentos. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

FERREIRA, Bárbara; REIS, João. A systematic literature review on the application of automation in logistics. *Logistics*, v. 7, n. 4, 80, 2023.

MARTINS, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato Campos. Administração de materiais e recursos patrimoniais. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

NOVAES, Antonio Galvão. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

REJEB, Abderahman et al. Review of RFID and IoT integration in supply chain management. *Operations Research Perspectives*, v. 9, 100229, 2022.

RUIZ, José E.; MARTÍNEZ, Irma; JUÁREZ, Carlos. Configuration based on Industry 4.0 technologies as a step towards an affordable smart warehouse. 2024.

TAJ, Soonh et al. IoT-based supply chain management: a systematic literature review. *Internet of Things*, v. 24, 100982, 2023.

TUBIS, Agnieszka A.; ROHMAN, Juni. Intelligent warehouse in Industry 4.0—systematic literature review. *Sensors*, v. 23, n. 8, 4105, 2023.

YANG, Xiaoning et al. Digital transformations of supply chain management via RFID technology: a systematic literature review. *Journal of Digital Economy*, v. 4, 2025.

ZRELLI, Imen; REJEB, Abderahman. A bibliometric analysis of IoT applications in logistics and supply chain management. *Heliyon*, v. 10, n. 16, e36578, 2024.

SISTEMAS INTEGRADOS E PLATAFORMAS DIGITAIS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A transformação digital na logística não se apoia unicamente na disponibilidade de dados, sensores ou na automação isolada. O progresso depende, principalmente, da habilidade de articular informações, processos e decisões ao longo da cadeia de suprimentos. É neste momento que os sistemas integrados e as plataformas digitais desempenham uma função estratégica. Permitem estabelecer conexões entre setores internos da organização, estreitar laços com parceiros externos, diminuir desigualdades informacionais e aumentar a visibilidade integral dos fluxos. A literatura contemporânea ressalta que as plataformas digitais estão assumindo um papel cada vez mais preponderante na logística e na gestão da cadeia de suprimentos, funcionando não apenas como instrumentos operacionais, mas também como

agentes de coordenação de ecossistemas, criação de valor e otimização de desempenho.

Sob uma perspectiva conceitual, os sistemas integrados podem ser entendidos como arranjos tecnológicos que interligam diversas funções organizacionais em uma fundamentação comum de dados. Em vez de preservar separadamente compras, estoques, transporte, vendas, finanças e atendimento em ambientes informacionais distintos, esses sistemas possibilitam que os dados transitem de maneira mais coerente entre áreas e processos. Na administração da cadeia de suprimentos, tal integração é fundamental, uma vez que o desempenho de uma atividade está intimamente ligado à qualidade das informações geradas por outra. A literatura clássica já apontava que a eficiência logística requer um alinhamento entre as funções e a diminuição de silos organizacionais (Bowersox et al., 2014; Chopra; Meindl, 2016). Pesquisas recentes evidenciam que a digitalização aprimora o desempenho da cadeia ao fortalecer a integração, tanto interna quanto externa, entre seus elos.

Dentre os sistemas mais relevantes empregados nesse procedimento, sobressai-se o ERP (Planejamento de Recursos Empresariais). O ERP consolida informações de múltiplas áreas da organização em uma única estrutura de gestão, possibilitando que pedidos, aquisições, estoques, faturamento, produção e finanças sejam monitorados de maneira mais fluida. No âmbito da logística, essa abordagem diminui a necessidade de retrabalho, aprimora a uniformidade dos registros e propicia decisões mais integradas. Um pedido de venda, por exemplo, transforma-se de uma mera informação comercial em um elemento que aciona automaticamente implicações relacionadas ao estoque, à separação, ao transporte, ao faturamento e ao atendimento ao cliente. Essa lógica integrada diminui os atrasos na comunicação e eleva a previsibilidade operacional, principalmente quando articulada com outros sistemas e módulos específicos da logística.

Além do ERP, sistemas especializados, como WMS (Sistema de Gerenciamento de Armazéns) e TMS (Sistema de Gerenciamento de Transporte), também se destacam. O WMS destina-se à administração de armazéns, auxiliando em atividades como endereçamento, recebimento, separação, inventário, controle de movimentação e expedição. O TMS, por sua vez, oferece suporte à administração do transporte, abrangendo roteirização, acompanhamento de entregas, gerenciamento de fretes, análise de desempenho e integração com empresas transportadoras. A relevância desses sistemas não reside apenas na automação de processos, mas também na criação de uma base informacional mais sólida para a efetividade da tomada de decisões. Em cadeias logísticas mais digitalizadas, os sistemas de ERP, WMS e TMS deixam de atuar como instrumentos isolados e passam a operar como componentes de uma arquitetura integrada de gerenciamento logístico, o que amplia a visibilidade e a coordenação dos fluxos.

A integração sistêmica tem sido expandida por intermédio das plataformas digitais, as quais atuam em um nível mais amplo e, com frequência, ultrapassam as fronteiras da empresa isolada. Pesquisas recentes indicam que plataformas digitais no âmbito de supply chain e logística podem desempenhar diversas funções: intermediar a relação entre ofertantes e demandantes de serviços, organizar ecossistemas colaborativos, fomentar soluções inovadoras e melhorar o desempenho das organizações. Uma revisão sistemática realizada em 2026, a partir de 251 artigos, revela quatro funções principais dessas plataformas: agência de serviços, incubadora de soluções, modeladora de resultados e impulsionadora de desempenho, evidenciando que seu impacto transcende a mera mediação tecnológica.

Na prática, isso implica que plataformas digitais podem operar como espaços para intermediação logística, compartilhamento de informações, coordenação entre parceiros e suporte à tomada de decisões em rede. Ao invés de as organizações

funcionarem exclusivamente com seus sistemas internos, as plataformas possibilitam que diversos agentes — como fornecedores, operadores logísticos, embarcadores, distribuidores e consumidores — troquem informações e monitorem a situação dos fluxos de forma mais clara. Essa lógica assume especial relevância em cadeias complexas, nas quais a ausência de integração entre as empresas acarreta atrasos, redundâncias e reduzida visibilidade. A produção literária de 2024 acerca de plataformas digitais no gerenciamento da cadeia de suprimentos enfatiza, precisamente, a importância de entender essas estruturas não apenas como tecnologia, mas como uma configuração organizacional capaz de redefinir relações interempresariais e funções da cadeia.

A digitalização da cadeia de suprimentos também modifica a essência da coordenação logística. Nos modelos convencionais, a coordenação, muitas vezes, estava atrelada a trocas manuais de informações, a planilhas em paralelo, ao contato por meio de e-mails ou telefonemas, além de decisões fundamentadas em versões incompletas da realidade operacional. Com o uso de sistemas integrados e plataformas digitais, aumenta a capacidade de operar com uma “fonte única de verdade”, ou seja, uma base de informações compartilhada que diminui inconsistências e agiliza o alinhamento entre os envolvidos. Tal aspecto reforça procedimentos como reposição, programação de transporte, harmonização entre demanda e suprimento, além da administração de exceções. Recentemente, evidências indicam que a transformação digital exerce um impacto benéfico sobre a performance da cadeia, especificamente através da integração da cadeia de suprimentos, que atua como um mecanismo mediador.

A presente mediação é significativa, pois demonstra que a tecnologia, por si só, não assegura resultados superiores. O aumento de eficiência ocorre quando a tecnologia aprimora a conexão entre processos e envolvidos. De forma diversa, plataformas e sistemas não conferem valor simplesmente por sua presença; o valor emerge

de sua capacidade de reorganizar a maneira como as informações são disseminadas e como as decisões são realizadas. Esse aspecto reveste-se de especial relevância para a administração da cadeia de suprimentos, pois a literatura clássica sempre considerou a integração como um requisito fundamental para a eficiência logística. O que altera o panorama atual é que a digitalização potencializa a habilidade de executar essa integração com mais rapidez, exatidão e escalabilidade.

Um aspecto relevante das plataformas digitais reside em sua habilidade de aumentar a visibilidade abrangente de toda a cadeia. Ao invés de cada organização focar unicamente em sua parte do processo, a digitalização possibilita a observação de pedidos, estoques, transportes, atrasos, capacidades e riscos em diversos pontos da rede. Isso não apenas aprimora o controle operacional, mas também reforça a capacidade de antecipação e reação diante de disrupções. A produção literária contemporânea acerca da transformação digital e da resiliência nas cadeias produtivas indica que a digitalização aprimora o desempenho, uma vez que potencializa a acessibilidade à informação, a captação de dados em tempo real e a rapidez nas respostas.

Na área da logística, essa visibilidade apresenta aplicações práticas. Um embarcador tem a possibilidade de monitorar em tempo real a movimentação de suas mercadorias. Um centro de distribuição pode receber notificações automáticas referentes a atrasos no abastecimento. Um sistema integrado tem a capacidade de reavaliar a programação de separação ao detectar alterações na demanda. Uma transportadora tem a capacidade de comunicar ao cliente o estado da entrega de forma automatizada, sem necessitar de atualizações realizadas manualmente. Em todas essas situações, o valor produzido não se restringe apenas à digitalização do registro, mas reside na habilidade de tornar a operação mais transparente e flexível. A bibliografia referente a gêmeos digitais aplicada a sistemas logísticos e de cadeia de suprimentos, por exemplo, ressalta

que a convergência entre informações e modelos digitais tende a aprimorar a tomada de decisões, a transparência e a resiliência operacional.

As plataformas de colaboração constituem outro desdobramento significativo. Essas ferramentas possibilitam a estruturação de interações entre diversos integrantes da cadeia, incluindo em ecossistemas mais dinâmicos, como marketplaces logísticos, plataformas de frete, redes colaborativas de transporte e ambientes digitais de coordenação entre os parceiros. Essa configuração propicia a compartilhamento de capacidades, a correspondência entre a oferta e a demanda logística, a contratação mais ágil de serviços e a criação de inteligência acerca do desempenho. Simultaneamente, altera a governança da cadeia, uma vez que desloca parte da coordenação para infraestruturas digitais compartilhadas. A atualização de 2026 acerca de plataformas em gestão da cadeia de suprimentos e logística estabelece uma comparação, inclusive, entre a atuação de determinadas plataformas e a de operadores logísticos de quarta parte tradicionais, considerando sua função de orquestração do ecossistema.

Esse progresso também transforma a relação entre a integração interna e a integração externa. Os sistemas estabelecem conexões entre setores como compras, armazenagem, transporte, comercial e finanças. Externamente, as plataformas convergem fornecedores, operadores, clientes e outros parceiros. O desafio atual consiste não apenas em promover uma boa integração interna na empresa, mas também em garantir que essa integração se comunique efetivamente com os sistemas e processos dos outros elos da cadeia. A literatura atual indica que as cadeias mais competitivas são aquelas em que a transformação digital aprimora tanto a coordenação entre as organizações quanto a dentro delas.

Sob a perspectiva estratégica, isso implica que as plataformas digitais transcendem a condição de simples instrumentos operacionais, configurando-se como infraestruturas relacionais

dentro da cadeia. Elas afetam aqueles que obtêm a informação, a maneira como os recursos são alocados entre os integrantes, quais informações são divulgadas, quem estabelece normas e de que forma se estrutura a colaboração. Assim, investigações recentes têm se dedicado não apenas a catalogar as aplicações tecnológicas, mas, igualmente, a entender os fundamentos teóricos das plataformas em gestão da cadeia de suprimentos, abrangendo tópicos como governança, coordenação e geração de valor. A literatura de 2024 enfatiza, precisamente, a falta, até há pouco tempo, de uma abordagem teórica coesa acerca das plataformas digitais na administração da cadeia, o que acentua a natureza emergente e estratégica do assunto.

Junto aos benefícios, permanecem desafios significativos. Um dos aspectos fundamentais é a interoperabilidade entre os sistemas. Diversas organizações continuam a empregar plataformas obsoletas, bancos de dados fragmentados ou programas que não se comunicam de forma adequada uns com os outros. Tal situação gera obstáculos informacionais e diminui o potencial de integração. Um outro desafio consiste na governança dos dados: quem é responsável pela coleta, validação, compartilhamento e utilização das informações na cadeia? Existem, igualmente, questões pertinentes à segurança da informação, à proteção de segredos comerciais e à dependência excessiva de determinadas plataformas. Esses problemas evidenciam que a integração digital requer não apenas investimentos em tecnologia, mas também a definição de normas claras, a adoção de padrões comuns e a construção de um ambiente de confiança entre os envolvidos.

A implementação dessas soluções também está atrelada à maturidade organizacional. Organizações que continuam a operar com baixa rigidez em seus processos ou com dados incongruentes costumam obter menor valor a partir de sistemas integrados avançados. A digitalização da cadeia não deve ser considerada apenas como a aquisição de software; necessita de uma reavaliação

dos processos, formação de recursos humanos, estabelecimento de indicadores e harmonização entre tecnologia e estratégia. A literatura atual acerca da transformação digital e do desempenho da cadeia evidencia que os benefícios costumam surgir quando a digitalização está associada a alterações organizacionais significativas, em vez de se restringir a uma mera informatização superficial.

No cenário brasileiro, tais desafios são ainda mais delicados. A diversidade existente entre empresas, setores e regiões gera variados níveis de maturidade digital. Empresas de grande porte e operadores logísticos tendem a progredir com maior celeridade na integração de sistemas e na utilização de plataformas, ao passo que organizações de menor dimensão frequentemente encontram limitações relacionadas a custos, infraestrutura e mão de obra qualificada. Apesar disso, a ascensão do comércio eletrônico, a ampliação das soluções em nuvem e a exigência por eficiência e rastreabilidade têm fomentado a implementação desses sistemas no país. A inclinação é que a integração digital passe a ser progressivamente menos facultativa e mais essencial para a competitividade no setor logístico.

O papel da computação em nuvem também é digno de destaque nesse processo. Ao possibilitar o armazenamento, a manipulação e o acesso remoto às informações, a computação em nuvem propicia maior escalabilidade, atualização mais ágil de sistemas e integração entre unidades e parceiros localizados em diferentes regiões. Isso é especialmente significativo para extensas cadeias, nas quais é necessário que a troca de informações ocorra entre diversos atores, localidades e plataformas. A literatura atual referente à logística 4.0 e às cadeias digitais ressalta a computação em nuvem como uma das principais fundamentações tecnológicas desta nova etapa de integração logística.

Em resumo, sistemas integrados e plataformas digitais constituem a base estrutural da logística atual. A coordenação de

fluxos, o compartilhamento de informações, a redução de incertezas, a ampliação da visibilidade e o fortalecimento da integração entre os elos da cadeia tornam-se possíveis. Além de funcionarem como instrumentos de suporte, esses elementos transformam a maneira pela qual a cadeia é administrada, transferindo a vantagem competitiva para instituições que conseguem integrar tecnologia, processos e governança de dados de maneira coesa e estratégica.

Neste capítulo, buscou-se evidenciar que a integração digital está condicionada, tanto a sistemas empresariais, quanto a plataformas que interligam diversos atores da cadeia. No próximo capítulo, a discussão será sobre comércio eletrônico, última milha e novos modelos de distribuição, um assunto em que a integração digital se torna notavelmente evidente na inter-relação entre logística, consumo e experiência do cliente.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. Gestão logística da cadeia de suprimentos. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CULOTTA, Carina; BLOME, Constantin; HENKE, Michael. Theories of digital platforms for supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 54, n. 5, p. 449–475, 2024.

IFTIKHAR, Anas et al. Digital innovation, data analytics, and supply chain resiliency: a bibliometric-based systematic literature review. *Annals of Operations Research*, v. 333, p. 825–848, 2024.

JING, Hui; FAN, Yuwei. Digital transformation, supply chain integration and supply chain performance: evidence from Chinese manufacturing listed firms. *SAGE Open*, 2024.

PEREIRA, Elisabeth T. et al. A systematic literature review of digital supply chains and Logistics 4.0 for sustainability and circular economy. *Sustainability*, v. 18, n. 5, 2318, 2026.

LE, Tho V.; FAN, Ruoling. Digital twins for logistics and supply chain systems: Literature review, conceptual framework, research potential, and practical challenges. *Computers & Industrial Engineering*, v. 187, p. 109768, 2024. DOI: 10.1016/j.cie.2023.109768.

KAM, Boo; AHSAN, Kamrul; DENG, Hepu; DUAN, Sophia. Digital platforms in supply chain and logistics management: A systematic literature review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2026. DOI: 10.1016/j.tre.2026.104737.

COMÉRCIO ELETRÔNICO, ÚLTIMA MILHA E NOVOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO

A ampliação do comércio eletrônico causou uma das alterações mais significativas na logística atual. Durante um extenso período, a distribuição foi estruturada em torno de fluxos relativamente previsíveis que envolviam a indústria, o atacado, o varejo e o consumidor final. Contudo, o crescimento do e-commerce alterou significativamente essa lógica, promovendo uma maior fragmentação dos pedidos, diminuindo as tolerâncias de prazo, aumentando as exigências em relação à rastreabilidade, e transferindo uma parte considerável da experiência de compra para a eficiência da operação logística. Neste contexto, a logística transformou-se de um elemento de suporte discreto para um papel central na interação entre a empresa e o cliente. Conforme notam Christopher (2011) e Chopra e Meindl (2016), o serviço logístico

constitui um elemento essencial da proposta de valor; no contexto digital, essa relevância é amplificada, uma vez que a entrega se torna um dos principais pontos de interação entre a organização e o consumidor.

O comércio eletrônico transforma a logística ao alterar, de maneira simultânea, a natureza da demanda, a configuração dos canais de distribuição e a rapidez esperada na resposta. Em vez de volumosos lotes alocados a um número restrito de pontos de venda, a operação passa a gerenciar uma quantidade considerável de pedidos menores, os quais são direcionados a locais mais disseminados e apresentam prazos de entrega mais limitados. Esse padrão aumenta a complexidade no armazenamento, na separação, na expedição, no transporte e na devolução de produtos. Hübner, Kuhn e Wollenburg (2016) enfatizam que o ambiente omnichannel e o comércio eletrônico estabelecem novas exigências para a distribuição, principalmente no que diz respeito à flexibilidade, à coordenação dos estoques e à gestão da última milha. A cadeia de suprimentos não se limita mais a abastecer lojas, mas começa a atender diretamente o consumidor final em uma escala consideravelmente mais fragmentada.

A fragmentação da demanda provoca um significativo efeito nos custos logísticos. Nos sistemas convencionais de distribuição, a agregação de cargas e a previsibilidade das rotas possibilitavam economias de escala que se mostravam relativamente consistentes. No comércio eletrônico, por sua vez, o crescimento da quantidade de pedidos individuais, a diversificação dos destinos e a exigência de atender prazos reduzidos tornam a logística de distribuição mais suscetível a ineficiências. A última milha — ou seja, a fase final da entrega ao cliente — configura-se como um dos aspectos mais cruciais da operação, uma vez que concentra elevados custos, variabilidade e interação direta com o consumidor. Segundo Boysen, Koster e Weidinger (2019), a logística da última milha emergiu como um dos principais obstáculos no varejo atual, demandando a

implementação de novas estratégias para roteirização, consolidação e infraestrutura urbana.

A importância da última milha resulta do fato de que, simultaneamente, ela abrange elevada complexidade operacional e exerce significativa influência na satisfação do cliente. É neste estágio que surgem questões como atrasos, entregas insatisfatórias, dificuldades de acesso, custos extras, danos e falhas na comunicação. Ademais, em regiões urbanas populosas, a logística de distribuição encontra-se sujeita a congestionamentos, limitações na circulação, altas taxas de estacionamento, exigências ambientais e concorrência pela utilização do espaço urbano. Lim et al. (2018) destacam que a última milha no comércio eletrônico deve ser entendida como um desafio logístico e urbano simultaneamente, uma vez que depende tanto da administração empresarial quanto das condições territoriais e regulamentares das cidades.

No âmbito operacional, o comércio eletrônico fomentou a emergência de novos modelos de distribuição. Um dos aspectos é a implementação de centros de distribuição específicos para o atendimento digital, projetados para oferecer alta eficiência no processamento e para lidar com um elevado volume de pedidos fracionados. Ao contrário de estruturas projetadas exclusivamente para a reposição de estoques de lojas, esses centros funcionam com um layout, tecnologia e lógica de separação orientados para atender ao pedido específico do consumidor final. Essa modificação impacta a estrutura do picking, do packing, do gerenciamento de estoque e da expedição, fazendo com que a armazenagem se torne significativamente mais voltada para a agilidade. Tubis e Rohman (2023) demonstram que o desenvolvimento dos armazéns inteligentes está diretamente ligado à demanda por respostas mais rápidas e precisas em relação aos fluxos altamente intensos e fragmentados do comércio eletrônico.

Um modelo adicional pertinente é a utilização de centros de microatendimento ou microhubs urbanos, que são estruturas de

dimensões reduzidas, situadas nas proximidades dos mercados consumidores. Esses locais possibilitam a diminuição do tempo de entrega, a otimização da eficiência da última milha e o suporte a operações de reposição ágil em regiões metropolitanas. A lógica fundamental consiste em reduzir a distância entre a solicitação e a entrega, visando, assim, aproximar o estoque do consumidor. Entretanto, essa descentralização requer um planejamento minucioso, uma vez que pode resultar em elevação dos custos fixos e em um aumento da complexidade na coordenação dos estoques. Em outras palavras, trata-se de um dilema clássico na logística: obtém-se ganho em agilidade de resposta, porém aumenta a necessidade de integração e supervisão. Estudos recentes acerca de fulfillment urbano apontam que essa modalidade de solução tende a se proliferar conforme aumenta a demanda por entregas ágeis e adaptáveis.

A elevação do comércio eletrônico igualmente fortaleceu a evolução do modelo omnichannel, no qual diversos canais de venda e distribuição são unificados em uma única experiência de consumo. Nesse cenário, estabelecimentos físicos, centros de distribuição, aplicativos, sites e marketplaces deixam de funcionar como entidades isoladas e começam a integrar uma rede interconectada. Isso indica que um pedido pode ser coletado na loja, enviado por um centro de distribuição ou até mesmo atendido a partir do estoque de uma unidade física, conforme a estratégia escolhida. Hübner, Kuhn e Wollenburg (2016) destacam que a omnicanalidade eleva a complexidade logística, uma vez que requer uma visibilidade integrada dos estoques, a sincronização entre os canais e uma considerável flexibilidade operacional. O desafio não se limita mais a entregar, mas sim a realizá-lo da maneira mais alinhada à trajetória do cliente e à eficácia da rede.

Esse panorama enfatiza a importância dos sistemas integrados e das plataformas digitais na logística do comércio eletrônico. Para que a operação transcorra de maneira apropriada, é

imprescindível que solicitações, estoques, formas de pagamento, separação, transporte, atendimento e devolução sejam organizados em tempo quase real. Sistemas que operam de maneira desconectada frequentemente geram falhas significativas, tais como a comercialização de produtos não disponíveis, atrasos no processamento ou falta de transparência para o consumidor. A integração digital da cadeia, por conseguinte, constitui um pré-requisito essencial para o adequado funcionamento dos novos modelos de distribuição. Pesquisas recentes acerca da transformação digital e da performance das cadeias logísticas evidenciam que os benefícios mais expressivos ocorrem quando a digitalização aprimora a integração entre processos, canais e elementos da rede.

A rastreabilidade converteu-se em um componente fundamental do comércio eletrônico. O consumidor digital não se limita a aguardar o recebimento do produto; ele deseja monitorar o pedido, entender em qual fase a operação se encontra e ter previsibilidade quanto à data de entrega. Isso aumenta a relevância dos sistemas de monitoramento, das comunicações automáticas, da atualização em tempo real e da qualidade das informações transmitidas ao cliente. Christopher (2011) já enfatizava que a informação integra o serviço logístico; no contexto do comércio eletrônico, essa afirmação se torna ainda mais relevante, uma vez que a percepção de controle e transparência impacta diretamente a experiência de aquisição. Uma entrega que, embora tecnicamente precisa, não apresente uma comunicação adequada, pode ser interpretada de forma desfavorável pelo cliente.

Uma dimensão relevante desse processo é a logística reversa. No comércio eletrônico, as devoluções e trocas costumam acontecer com maior regularidade em comparação aos modelos tradicionais, devido à impossibilidade de realizar uma verificação física prévia do item, à maior impulsividade nas aquisições e à facilidade para solicitar devolução por meio de plataformas online. Isso demanda

sistemas logísticos aptos a coletar mercadorias, processar devoluções, analisar as condições dos itens e reinstalá-los ou descartá-los de maneira adequada. Leite (2009) ressalta que a logística reversa deve ser compreendida como uma componente essencial da cadeia moderna, em vez de ser considerada uma atividade secundária. No comércio eletrônico, torna-se um elemento fundamental da proposta de valor, impactando a confiança do consumidor e a viabilidade econômica da operação.

Sob a perspectiva do transporte, o comércio eletrônico fomentou uma maior experimentação de diversas soluções para a distribuição. Além do transporte rodoviário tradicional, diversificam-se modelos que utilizam operadores especializados na última milha, pontos de coleta, armários inteligentes, crowdshipping e colaborações com plataformas digitais. Esses arranjos têm como objetivo incrementar a flexibilidade e diminuir os custos em contextos de elevada variabilidade na demanda. Simultaneamente, apresentam novos desafios relacionados à governança, à padronização dos serviços e ao controle do desempenho. Boysen, Koster e Weidinger (2019) defendem que a diversidade de soluções para a última milha é um reflexo da complexidade em se identificar um modelo único que harmonize custo, velocidade, conveniência e sustentabilidade.

A conveniência passou a ser um elemento fundamental na organização da logística do comércio eletrônico. O cliente aguarda a possibilidade de selecionar o local, o momento e a forma de recebimento do produto. Isso indica que a distribuição atual não deve ser considerada unicamente sob a perspectiva da eficiência interna da organização, mas também em relação à flexibilidade percebida pelo consumidor. As janelas de entrega, o rastreamento, as opções de retirada, as políticas de devolução e a comunicação automatizada constituem componentes do serviço logístico ampliado. Chopra e Meindl (2016) destacam que a performance da cadeia deve ser mensurada em função do valor proporcionado ao

cliente; na distribuição digital, esse valor é significativamente influenciado pela conveniência logística.

No contexto brasileiro, tais desafios se tornam ainda mais intrincados devido à diversidade territorial, à infraestrutura desigual e às particularidades das cidades. Realizar entregas em metrópoles, cidades de porte médio, zonas periféricas ou municípios de menor abrangência implica em condições bastante distintas relacionadas à circulação, distância, segurança e conectividade. A ampliação do comércio eletrônico no Brasil aumentou a pressão sobre os sistemas de distribuição, ao mesmo tempo em que ressaltou gargalos logísticos crônicos, como a dependência de transporte rodoviário, altos custos operacionais e disparidades regionais. Isso implica que a implementação de novos modelos de distribuição no país deve levar em conta não apenas as tendências globais, mas também a realidade territorial e operacional do Brasil.

Simultaneamente, o comércio eletrônico tem atuado como um relevante propulsor de modernização logística no Brasil. A exigência de cumprir prazos mais reduzidos, unir canais e aprimorar o nível de serviço tem fomentado investimentos em centros de distribuição, sistemas de monitoramento, plataformas digitais, automação e redes mais descentralizadas. Grandes varejistas e operadores logísticos têm reestruturado suas organizações com a finalidade de atender ao novo perfil de demanda. Esse fenômeno evidencia que o comércio eletrônico não se limita a ser um simples canal de vendas, mas configura-se como um agente de transformação da própria estrutura logística do país.

Outro aspecto importante é a conexão entre comércio eletrônico e sustentabilidade. O incremento na quantidade de entregas urbanas, a fragmentação das cargas e o aumento das devoluções suscitam uma preocupação crescente quanto às emissões, ao congestionamento, à utilização do espaço urbano e à produção de resíduos. Por essa razão, aumenta a procura por alternativas mais sustentáveis para a última milha, tais como a

consolidação de entregas, a utilização de veículos elétricos, a implementação de lockers, a criação de microhubs e um planejamento mais eficiente de rotas. A literatura atual acerca da distribuição urbana indica que o futuro da última milha dependerá, progressivamente, da habilidade em conciliar conveniência, custo e responsabilidade socioambiental.

Em resumo, o comércio eletrônico transformou a logística ao alterar o enfoque da distribuição em larga escala para operações mais segmentadas, ágeis, transparentes e centradas no consumidor final. A última milha tornou-se um elemento central da competitividade, à medida que novos modelos de distribuição emergem para atender à demanda por flexibilidade, celeridade e integração de canais. Nesse contexto, a logística assume um papel ainda mais proeminente na experiência de aquisição, e sua excelência torna-se um diferencial estratégico.

Este capítulo teve como objetivo evidenciar que o progresso do comércio eletrônico não se limita apenas ao aumento de um canal de vendas, mas implica uma reconfiguração significativa da lógica de distribuição. No próximo capítulo, serão examinadas as interações entre inovação tecnológica e sustentabilidade na logística, investigando de que forma a atualização da cadeia de suprimentos pode ser integrada a práticas mais eficazes e responsáveis.

REFERÊNCIAS

BOYSEN, Nils; DE KOSTER, René; WEIDINGER, Felix. Warehousing in the e-commerce era: a survey. *European Journal of Operational Research*, v. 277, n. 2, p. 396–411, 2019.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. *Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação*. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

HÜBNER, Alexander; KUHN, Heiner; WOLLENBURG, Johannes. Last mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing. *International Journal of Retail & Distribution Management*, v. 44, n. 3, p. 228–247, 2016.

LEITE, Paulo Roberto. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LIM, Seng Kiat; JIN, Xin; SRAI, Jagjit Singh. Consumer-driven e-commerce: a literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 48, n. 3, p. 308–332, 2018.

TUBIS, Agnieszka A.; ROHMAN, Juni. Intelligent warehouse in Industry 4.0—systematic literature review. *Sensors*, v. 23, n. 8, 4105, 2023.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUSTENTABILIDADE NA LOGÍSTICA

A conexão entre inovação tecnológica e sustentabilidade passou a ser um dos pilares mais significativos da logística atual. Por um extenso período, a eficácia logística foi vinculada, sobretudo, à diminuição de despesas, à compressão de prazos e ao incremento da produtividade operacional. Apesar de esses objetivos permanecerem fundamentais, a cadeia de suprimentos do século XXI tem progressivamente integrado preocupações relacionadas a emissões, consumo de energia, utilização de recursos, produção de resíduos, rastreabilidade e responsabilidade socioambiental. Nesse contexto, a inovação tecnológica se revela não apenas como uma ferramenta para aumentar a velocidade ou reduzir custos, mas também como uma forma de tornar os fluxos logísticos mais transparentes, resilientes e sustentáveis (Christopher, 2011; Leite, 2009). Atualizações recentes indicam que tecnologias como inteligência artificial, big data, Internet das Coisas, computação em nuvem, blockchain e robótica estão sendo vinculadas à logística 4.0,

além de fomentar práticas mais compatíveis com a economia circular e os objetivos de sustentabilidade.

A sustentabilidade na logística pode ser entendida como a procura por um equilíbrio entre o desempenho econômico, a responsabilidade ambiental e os efeitos sociais ao longo da cadeia de suprimentos. Isto abrange a diminuição das emissões de carbono, a otimização do uso de combustíveis, a melhoria no aproveitamento de cargas, a minimização de desperdícios, a estruturação de sistemas de logística reversa, a ampliação da rastreabilidade e o planejamento de operações que sejam mais seguras e inclusivas. Sob uma perspectiva teórica, essa abordagem expande o olhar convencional sobre a logística, transferindo o foco de uma função que se limita à eficiência operacional para uma função que se integra à estratégia de desenvolvimento sustentável das instituições. Pesquisas recentes apontam que a digitalização é considerada uma habilitadora essencial desse processo, uma vez que potencializa a coleta e a utilização de dados que podem embasar decisões ambientais mais assertivas.

Nesse cenário, a inovação tecnológica é entendida como um elemento duplamente estratégico: por um lado, aprimora o controle dos fluxos e a eficiência dos processos; por outro, gera condições para mitigar impactos ambientais e aumentar a transparência da cadeia. Literatura recente evidencia que a digitalização na logística favorece uma gestão mais eficaz do consumo energético, proporciona maior visibilidade sobre desperdícios, possibilita o monitoramento de emissões e promove a integração de práticas de circularidade. Uma revisão sistemática publicada em 2026 afirmou que a literatura relacionada a cadeias de suprimento digitais e logística 4.0 voltadas para a sustentabilidade e a economia circular tem se focado, principalmente, em como as tecnologias digitais podem favorecer a logística sustentável, a gestão de cadeias de suprimento verdes e a adequação a objetivos mais amplos de desenvolvimento sustentável.

Um dos mecanismos mais significativos dessa interação é a transparência da cadeia. Cadeias de suprimentos com baixa transparência costumam gerar maior desperdício de recursos, funcionar com redundâncias não evidentes e apresentar uma resposta mais lenta a falhas ambientais ou operacionais. Ao se ampliar a visibilidade dos fluxos por meio de sensores, sistemas integrados e plataformas digitais, torna-se viável identificar desvio excessivo de rotas, ociosidade dos veículos, perdas de inventário, padrões ineficientes de armazenamento e oportunidades para a reutilização de materiais. A transparência tecnológica possibilita que a sustentabilidade não se restrinja a um mero discurso institucional, mas se transforme em uma dimensão passível de mensuração na operação logística. Estudos recentes vinculam a implementação de tecnologias digitais ao aprimoramento de práticas de rastreabilidade, resiliência e circularidade, uma vez que ampliam a habilidade de monitorar e coordenar os processos.

A rastreabilidade exemplifica de maneira evidente essa convergência entre inovação e sustentabilidade. Em cadeias complexas, o monitoramento da origem, do deslocamento e do destino dos produtos proporciona não apenas um controle logístico aprimorado, mas também a validação da conformidade ambiental, a supervisão de perdas e uma gestão mais eficiente do pós-consumo. Tecnologias como RFID, Internet das Coisas (IoT) e blockchain têm sido identificadas como ferramentas significativas para aumentar a rastreabilidade dos fluxos logísticos, apresentando implicações pertinentes para a economia circular e a sustentabilidade da cadeia. Quando é possível acompanhar a trajetória de um produto ou componente, a organização do retorno, reaproveitamento, descarte correto ou reintrodução em ciclos produtivos torna-se mais viável.

A logística reversa desempenha um papel fundamental nesse debate. Conforme argumenta Leite (2009), deve-se compreender essa prática como uma componente fundamental da estratégia logística contemporânea, e não como uma atividade secundária ou

residual. Em cenários de pressão normativa, apreensão ambiental e alterações nas atitudes dos consumidores, a aptidão para organizar fluxos de retorno tornou-se crucial para a competitividade das entidades. A inovação tecnológica potencializa essa habilidade ao possibilitar a identificação de produtos, o acompanhamento dos ciclos de uso, o registro de devoluções, a automação da triagem e a criação de sistemas mais eficazes para o retorno e o reaproveitamento. Em cadeias com maior digitalização, o retorno deixa de ser um procedimento confuso e improvisado, passando a fazer parte de uma lógica de circularidade mais devidamente organizada. Estudos recentes destacam que a relação entre digitalização, logística 4.0 e economia circular tem se consolidado como um dos temas mais promissores na literatura.

Outra questão relevante é a interligação entre tecnologia e eficiência energética. O transporte, o armazenamento refrigerado, a movimentação de materiais e a operação de centros de distribuição demandam quantidades significativas de energia. A inovação tecnológica pode auxiliar na diminuição desse consumo por meio de uma roteirização mais eficiente, gestão dinâmica de capacidade, monitoramento do uso de equipamentos, automação de iluminação e climatização, manutenção preditiva e, ainda, maior precisão no dimensionamento dos fluxos. Pesquisas recentes no setor de frete e logística indicam que a transformação digital é considerada um elemento crucial para aprimorar o desempenho ambiental, sendo influenciada pela capacidade de equilibrar inovação e a utilização de tecnologias já consolidadas.

Essa conexão é particularmente clara no âmbito do transporte. Sistemas de telemetria, planejamento inteligente de rotas, análise preditiva de tráfego e supervisão em tempo real possibilitam a diminuição de trajetos desnecessários, a otimização da ocupação dos veículos e a redução do consumo de combustível. Ademais, a digitalização possibilita a conversão para modelos de distribuição que são mais sustentáveis, ao auxiliar nas decisões

relativas à consolidação de cargas, à utilização de veículos elétricos, à configuração de hubs urbanos e ao planejamento da última milha com reduzido impacto ambiental. Estudos recentes na literatura indicam que a inovação tecnológica pode servir como um elo entre a eficácia operacional e a sustentabilidade, especialmente quando incorporada a uma perspectiva sistêmica da cadeia.

Nos depósitos e nas unidades de distribuição, a inovação tecnológica pode igualmente promover a sustentabilidade, mediante a otimização do espaço, diminuição de falhas, gerenciamento mais eficaz da climatização e racionalização na utilização de equipamentos. Sistemas inteligentes de armazenamento, sensores e programas analíticos contribuem para a identificação de gargalos, a adequação de layouts e a diminuição de desperdícios de energia e movimentação. Apesar de a automação exigir investimentos e consumo de energia, sua incorporação a sistemas inteligentes pode proporcionar benefícios ambientais ao minimizar retrabalho, perdas e ineficiências estruturais. A sustentabilidade, nesse contexto, não se limita à utilização de equipamentos "verdes", mas está atrelada à maneira como a tecnologia reconfigura a lógica operacional.

Todavia, a literatura atual também destaca que a relação entre digitalização e sustentabilidade não se estabelece de maneira automática. Não necessariamente toda inovação tecnológica resulta, por si mesma, em um desempenho ambiental superior. Em determinadas situações, a incorporação de tecnologias inovadoras pode aumentar o consumo de energia, incrementar o descarte de dispositivos eletrônicos ou provocar dependência de infraestruturas digitais que demandam muitos recursos. Dessa forma, diversos estudos recentes têm sustentado que a transformação digital deve ser acompanhada de uma visão estratégica e de uma governança sustentável, para que os ganhos de eficiência não sejam comprometidos por novos passivos ambientais. A bibliometria divulgada em 2025 acerca da transformação digital e da

sustentabilidade em cadeias no período pós-pandemia enfatiza a transição de metodologias estritamente operacionais para mudanças mais abrangentes, que incorporem tecnologia, organização e sustentabilidade.

Esse aspecto é relevante, pois transfere a discussão da mera implementação de tecnologia para a temática do uso estratégico da mesma. Uma cadeia digitalizada pode tornar-se mais sustentável ao empregar dados para minimizar desperdícios, conceber fluxos mais eficientes e estabelecer práticas circulares. Entretanto, a reprodução de padrões ineficazes utilizando novos instrumentos pode ocorrer se não houver uma transformação gerencial efetiva. Estudos recentes nas áreas de manufatura e logística indicam que o efeito benéfico da transformação digital em relação à sustentabilidade está, em significativa medida, atrelado à habilidade organizacional de integrar tecnologia, procedimentos e inovação.

É importante prestar atenção à sustentabilidade social na logística. Embora a discussão geralmente foque nas emissões e nos resíduos, a inovação tecnológica impacta também os aspectos relacionados às condições laborais, à segurança, à formação profissional e à inclusão nas cadeias de suprimentos. A automação e os sistemas inteligentes têm a capacidade de diminuir a exposição a atividades arriscadas e repetitivas, aprimorar a segurança nas operações e aumentar a demanda por capacitação especializada. Em contrapartida, trabalhadores menos qualificados podem ser excluídos, caso não existam políticas apropriadas de capacitação e transição. Isso sinaliza que a sustentabilidade logística deve ser compreendida em uma perspectiva mais abrangente, englobando os impactos sobre indivíduos, territórios e instituições.

No que diz respeito às cadeias de suprimentos, essa perspectiva expande o conceito de sustentabilidade, indo além do desempenho ambiental interno da organização. A implementação de tecnologias digitais pode potencializar a sustentabilidade ao aprimorar a coordenação entre os parceiros, atenuar as assimetrias

de informação e conferir maior resiliência e transparência à cadeia. Pesquisas recentes vinculam a digitalização ao fortalecimento concomitante da resiliência e da sustentabilidade, indicando que cadeias mais transparentes e integradas reagem de maneira mais eficaz a adversidades e funcionam com menor desperdício.

No cenário brasileiro, a interconexão entre inovação tecnológica e sustentabilidade na logística revela desafios específicos. A desigualdade entre as regiões, a dependência em relação ao transporte rodoviário, os obstáculos na infraestrutura e a diversidade do tecido empresarial tornam complicada a implementação uniforme de tecnologias mais sofisticadas. Simultaneamente, o país apresenta considerável potencial para obter avanços na sustentabilidade logística, sobretudo em áreas como agronegócio, comércio varejista, setor alimentício e redes urbanas de distribuição. A expansão da rastreabilidade, da logística reversa, da eficácia no transporte e da administração digital dos fluxos pode auxiliar na diminuição de desperdícios e no aumento da competitividade. Entretanto, isso demanda recursos financeiros, formação e a combinação entre tecnologia e o contexto territorial.

Neste aspecto, a concepção de inovação voltada para a sustentabilidade revela-se especialmente valiosa. Ao invés de considerar inovação e sustentabilidade como pautas independentes, essa perspectiva sugere a reflexão sobre tecnologias, processos e modelos de gestão com base em sua capacidade de gerar, de forma simultânea, valor econômico, ambiental e social. Estudos recentes indicam que cadeias que combinam digitalização, economia circular e práticas sustentáveis costumam estabelecer vantagens competitivas mais sólidas, inclusive por meio de reputação, lealdade do consumidor e eficiência a longo prazo.

Um outro assunto que se destaca é a aplicação de gêmeos digitais em cadeias sustentáveis. Gêmeos digitais têm a capacidade de simular fluxos, experimentar cenários de consumo energético, antecipar os impactos de alterações operacionais e analisar

estratégias de diminuição das emissões antes da realização física. Apesar de ainda estar em processo de amadurecimento, essa vertente de investigação é considerada promissora no que se refere à integração entre inteligência operacional e sustentabilidade. Uma análise de 2024 acerca de gêmeos digitais em cadeias sustentáveis ressalta aplicações e facilitadores significativos para uma adoção bem-sucedida, fortalecendo o potencial dessa tecnologia para auxiliar na tomada de decisões mais coesas em contextos logísticos intrincados.

Em resumo, a inovação tecnológica potencializa a habilidade da logística de funcionar com maior visibilidade, integração, rastreabilidade e inteligência, ao passo que a sustentabilidade expande os critérios utilizados para a avaliação dessa operação. Quando integradas, essas duas agendas possibilitam reexaminar a cadeia de suprimentos não apenas como um sistema de movimentação eficiente, mas também como uma estrutura que pode criar valor com reduzido impacto ambiental, maior transparência e aprimorada capacidade de adaptação. O desafio atual não consiste em optar entre eficiência e sustentabilidade, mas em desenvolver modalidades de inovação que integrem ambas de forma estratégica e operacionalmente viável.

Este capítulo buscou evidenciar que a sustentabilidade logística, tanto no presente quanto no futuro, está crescendo em dependência da habilidade de mobilizar tecnologias digitais para reestruturar processos, aumentar a rastreabilidade, minimizar desperdícios e fortalecer práticas circulares. No capítulo subsequente, serão analisadas de forma aprofundada as dificuldades da transformação digital na logística brasileira, enfatizando as restrições estruturais, organizacionais e institucionais que influenciam a implementação dessas inovações no território nacional.

REFERÊNCIAS

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

LEITE, Paulo Roberto. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

KIM, Jae Wook; RHEE, Jin Hwa; PARK, Chul Hung. How does digital transformation improve supply chain performance: a manufacturer's perspective. *Sustainability*, v. 16, n. 7, 3046, 2024.

STROUMPOULIS, Asterios; KOPANAKI, Evangelia; CHOUNTALAS, Panos T. Enhancing sustainable supply chain management through digital transformation: a comparative case study analysis. *Sustainability*, v. 16, n. 16, 6778, 2024.

QUYNH, Tran Nguyen Ngoc; BUICS, László. The evolution of digitalization transformation and Industry 4.0 in supply chain management: a systematic literature review. *Engineering Proceedings*, v. 79, n. 1, 65, 2024.

PEREIRA, Elisabeth T. et al. A systematic literature review of digital supply chains and Logistics 4.0 for sustainability and circular economy. *Sustainability*, v. 18, n. 5, 2318, 2026.

FARFÁN CHILICAUS, Gary Christiam et al. Digital transformation and sustainability in post-pandemic supply chains: a global bibliometric analysis of technological evolution and research patterns (2020–2024). *Sustainability*, v. 17, n. 7, 3009, 2025.

MUTAMBIK, Ibrahim. Digital transformation as a driver of sustainability performance—a study from freight and logistics industry. *Sustainability*, v. 16, n. 10, 4310, 2024.

BANDARA, Lahiru Vimukthi; BUICS, László. Digital twins in sustainable supply chains: a comprehensive review of current applications and enablers for successful adoption. *Engineering Proceedings*, v. 79, n. 1, 64, 2024.

ALTAN, Aylin Duman; BEYCA, Ömer Faruk; ZAIM, Selim. Link between digital technologies adoption and sustainability performance: supply chain traceability/resilience or circular economy practices. *Sustainability*, v. 16, n. 19, 8694, 2024.

WINKELMANN, Stephanie; GUENNOUN, Rajae; MÖLLER, Frederik. Back to a resilient future: digital technologies for a sustainable supply chain. *Information Systems and e-Business Management*, v. 22, p. 315–350, 2024.

ALQURAISH, Mohammed. Digital transformation, supply chain resilience, and sustainability: a comprehensive review with implications for Saudi Arabian manufacturing. *Sustainability*, v. 17, n. 10, 4495, 2025.

DESAFIOS DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA LOGÍSTICA BRASILEIRA

A digitalização da logística no Brasil acontece em meio a uma conjunção distinta de oportunidades e restrições. De um lado, o progresso do comércio eletrônico, a disseminação de sistemas integrados, a expansão da rastreabilidade e a demanda por maior eficácia têm promovido a incorporação de tecnologias digitais em diversos setores da cadeia de suprimentos. Além disso, essa trajetória é influenciada por barreiras estruturais, organizacionais e institucionais que tornam desafiadora a consolidação de uma logística digital mais uniforme e desenvolvida no país. A digitalização da logística no Brasil, de maneira distinta, não ocorre em um contexto neutro; ela se relaciona com os históricos obstáculos de infraestrutura, as desigualdades regionais, as assimetrias na capacidade empresarial e as barreiras culturais e gerenciais que dificultam a inovação (Fleury; Wanke; Figueiredo,

2000; Novaes, 2007). Pesquisas recentes acerca da transformação digital no contexto brasileiro destacam que a liderança, a cultura organizacional e o ambiente institucional exercem uma influência significativa nas trajetórias de adoção de tecnologias no país (Lima et al., 2026).

Um dos primeiros obstáculos a ser analisado é a infraestrutura tanto física quanto digital que apoia a operação logística. A digitalização é condicionada pela conectividade, por sistemas confiáveis, por uma energia estável, por equipamentos e pela capacidade de integrar fluxos físicos e informacionais. No Brasil, entretanto, a infraestrutura logística continua a ser caracterizada por desigualdades territoriais, uma acentuada dependência do transporte rodoviário, dificuldades de armazenagem e distinções no acesso à conectividade entre regiões e categorias de empresas. Isso indica que a implementação de tecnologias digitais tende a progredir de maneira mais acelerada em determinados centros econômicos e em cadeias mais consolidadas, enquanto permanece restrita em contextos onde a infraestrutura operacional ainda enfrenta desafios fundamentais relacionados à circulação, segurança ou conectividade. A literatura acerca da transformação digital nas cadeias de suprimentos indica que os ganhos em desempenho estão condicionados à habilidade de integrar a digitalização aos processos, em vez de se limitar à aquisição de tecnologia de forma isolada (Wei et al., 2025).

Outro aspecto fundamental é a diversidade do tecido empresarial brasileiro. Corporações de grande porte, operadores logísticos significativos, varejistas nacionais e entidades vinculadas a cadeias globais costumam dispor de maiores recursos para alocar em sistemas ERP, WMS, TMS, automação, plataformas de monitoramento e análise de dados. Pequenas e médias empresas frequentemente encontram limitações financeiras, reduzida capacidade técnica e menor maturidade digital, circunstâncias que dificultam a realização de investimentos mais significativos e a

conexão com parceiros tecnologicamente mais desenvolvidos. Tal desigualdade provoca a coexistência, na cadeia de suprimentos brasileira, de diversos ritmos de transformação digital, resultando em assimetrias informacionais, dificuldades de interoperabilidade e problemas de coordenação entre os elos. As revisões mais atuais acerca da digitalização na gestão da cadeia de suprimentos enfatizam que a evolução da transformação digital é desigual e está condicionada pela interação entre o contexto institucional, a capacidade organizacional e a maturidade tecnológica (Quynh; Buics, 2024).

A maturidade digital das instituições, por sua vez, constitui um dos fatores mais decisivos para o êxito ou insucesso da transformação logística. A digitalização demanda algo além de ferramentas; são necessários processos organizados, governança de dados, métricas, integração entre as diferentes áreas e uma definição estratégica clara quanto à aplicação da tecnologia. Diversas organizações continuam a funcionar com sistemas fragmentados, databanks inconsistentes, controles paralelos e baixa padronização nos processos. Em tais situações, a tecnologia costuma proporcionar benefícios restritos, uma vez que a estrutura organizacional em que se fundamenta é já fragilizada. A literatura atual evidencia que o êxito da digitalização na cadeia está intimamente ligado a mecanismos mediadores como agilidade e integração, o que corrobora a ideia de que a tecnologia, sem uma reorganização gerencial, tem pouca probabilidade de desencadear uma transformação significativa (Wei et al., 2025; Jing; Fan, 2024).

Nesse contexto, um dos principais desafios da transformação digital na logística brasileira reside na integração entre sistemas. Várias organizações reúnem sistemas de diversas gerações, plataformas obsoletas e soluções que não se integram de maneira adequada. Essa situação gera ilhas de informação e obstrui o fluxo contínuo de dados entre aquisições, estoques, transporte, distribuição, atendimento e colaboradores externos. Em cadeias de

suprimentos com maturidade digital, a interoperabilidade configura-se como um requisito fundamental para a visibilidade integral, a rastreabilidade e a tomada de decisões fundamentadas em dados. Entretanto, no Brasil, a variedade de plataformas, a falta de padrões comuns e as despesas de integração ainda restringem esse progresso. A literatura atual acerca de plataformas digitais no gerenciamento da cadeia de suprimentos e de gêmeos digitais enfatiza que a junção de dados, sistemas e processos constitui uma das condições mais desafiadoras e significativas para o avanço digital da cadeia (Kam et al., 2026; Le; Fan, 2024).

Além dos elementos técnicos, a transformação digital enfrenta obstáculos de ordem cultural e gerencial. Em diversas instituições, a escolha de decisões ainda se fundamenta consideravelmente na vivência pessoal, em práticas pouco estruturadas e na escassa centralidade dos dados no procedimento decisório. A digitalização requer uma transformação de mentalidade, que inclui uma maior disposição para a experimentação, confiança em métricas, reavaliação de processos e a prontidão para reconfigurar as relações entre diferentes áreas e colaboradores. A pesquisa comparativa entre Brasil e Alemanha, divulgada em 2026, enfatiza que a liderança, a cultura organizacional e o contexto institucional influenciam os trajetos da transformação digital, indicando que a barreira envolve não apenas aspectos técnicos, mas também comportamentais e gerenciais (Lima et al., 2026).

Esta questão está diretamente relacionada ao tema da formação profissional. A logística digital requer habilidades distintas daquelas tradicionalmente ligadas a operações majoritariamente manuais e pouco integradas. Atualmente, o administrador logístico deve entender sistemas, analisar painéis de controle, avaliar métricas, manejar informações, comunicar-se com equipes de tecnologia e intervir na implementação de soluções digitais. Simultaneamente, trabalhadores em funções operacionais necessitam adequar-se a ambientes que são mais automatizados,

rastreáveis e que requerem interação com sistemas. A ausência de formação apropriada pode prejudicar a implementação de tecnologias e diminuir os resultados almejados. Revisões da literatura acerca da digitalização nas cadeias de suprimentos indicam que a falta de profissionais qualificados é uma das barreiras frequentemente encontradas na transformação digital, especialmente em setores e contextos menos desenvolvidos (Quynh; Buics, 2024; Iftikhar et al., 2024).

Um outro desafio significativo refere-se ao custo de implementação. Apesar de as tecnologias digitais serem capazes de proporcionar aumento na eficiência, rastreabilidade e capacidade de resposta, sua implementação requer investimentos em software, hardware, infraestrutura, capacitação, integração e manutenção. Para diversas empresas brasileiras, principalmente as de menor dimensão, o retorno sobre esses investimentos pode parecer duvidoso ou remoto, o que provoca hesitação. Essa questão se intensifica quando a organização não tem uma definição clara acerca dos processos a serem digitalizados, dos objetivos a serem alcançados e das métricas de retorno a serem utilizadas. Dessa forma, a transformação digital da logística no Brasil deve enfrentar a tensão entre a urgência de inovar e as restrições financeiras que afetam uma parcela considerável do setor empresarial.

Além do investimento financeiro, há também a questão da governança de dados. As cadeias digitalizadas são impactadas pela coleta, armazenamento, compartilhamento e utilização de informações em diversos níveis. Isso suscita dúvidas acerca da segurança cibernética, da confidencialidade comercial, da titularidade dos dados e dos critérios de acesso entre os parceiros. Nos contextos interorganizacionais, o desafio se torna ainda mais significativo: a fim de que a cadeia seja efetivamente digital, é necessário que os envolvidos compartilhem uma parte de suas informações, o que requer confiança, normas bem definidas e mecanismos de segurança. Na ausência de governança, a

digitalização pode aumentar as vulnerabilidades, ao invés de reforçar a coordenação. A produção acadêmica recente acerca da transparência e da visibilidade na cadeia de suprimentos sugere que a transformação digital potencializa a transparência, por meio do aprimoramento da informação e da otimização de recursos; contudo, tal efeito é condicionado à existência de estruturas que suportem o uso compartilhado dos dados (estudo de 2025 na revista *Transportation Research Part E*).

A transparência da cadeia é, de fato, um outro aspecto delicado no Brasil. Em diversas atividades, a ausência de rastreabilidade contínua e de integração entre os elos torna complexa a detecção de gargalos, atrasos e vulnerabilidades. Essa questão adquire maior importância em cadeias que estão sujeitas a interrupções, flutuações na demanda e incertezas externas. Uma pesquisa realizada em 2025 acerca das barreiras à visibilidade na cadeia de suprimentos revela que, apesar dos progressos das tecnologias da Indústria 4.0, ainda existem desafios consideráveis à completa transparência, como a qualidade dos dados, a integração entre os parceiros, as limitações tecnológicas e as dificuldades de coordenação (Delgado; Garrido; Bezerra, 2025). No contexto brasileiro, essa descoberta reveste-se de especial relevância, uma vez que a visibilidade constitui uma condição essencial para cadeias mais resilientes; contudo, ainda existem obstáculos de natureza estrutural e gerencial.

A transformação digital é igualmente influenciada pelo contexto institucional. A adoção de novas tecnologias pelas organizações é amplamente impactada por políticas de inovação, regulação, estímulos à digitalização, condições do ambiente empresarial e suporte à infraestrutura. Em nações que apresentam ecossistemas de inovação mais sólidos e uma articulação mais efetiva entre o Estado, as universidades e o setor produtivo, a digitalização tende a progredir com menor resistência. No Brasil, apesar de haver iniciativas significativas, ainda perduram limitações

referentes à complexidade das normas, aos custos de conformidade e à dificuldade de disseminação tecnológica em uma escala mais ampla. A análise comparativa realizada em 2026 entre o Brasil e a Alemanha revela que os contextos institucionais influenciam de maneira significativa as trajetórias da transformação digital, afetando a liderança, a cultura e a capacidade de adaptação das organizações (Lima et al., 2026).

No que diz respeito às cadeias sustentáveis e circulares, os desafios tornam-se ainda mais intrincados. Estudos recentes acerca das foodtechs e agtechs no Brasil indicam que as tecnologias da Indústria 4.0 têm o potencial de promover eficiência e contribuir para a implementação de práticas circulares; todavia, sua adoção ainda se encontra em uma fase inicial e enfrenta obstáculos relacionados a políticas públicas, engajamento de partes interessadas e à capacidade organizacional. Nas foodtechs brasileiras, as inovações digitais foram vinculadas a melhorias na eficiência de cadeias circulares, apesar de estarem ainda em um estágio preliminar de implementação. Nas agtechs, a aplicação de inteligência artificial e big data se apresenta como mais difundida, porém sem produzir um efeito uniforme sobre a circularidade, o que indica que a implementação dessas tecnologias deve ser acompanhada por governança, políticas e alinhamento estratégico, visando a obtenção de resultados mais consistentes (estudos de 2024 e 2025 em *Procedia Computer Science* e *Computers & Industrial Engineering*).

É igualmente fundamental entender que a digitalização na logística brasileira está se desenvolvendo em um cenário de demanda por resiliência. As crises recentes evidenciaram de forma mais clara a urgência de cadeias que sejam mais adaptáveis, transparentes e aptas a responder com agilidade a disrupções. A literatura atual evidencia que a digitalização pode aumentar a resiliência, ao aprimorar o processamento da informação, a colaboração e a habilidade de recuperação. Contudo, tais benefícios não aparecem de forma automática; são condicionados à habilidade

de adaptação, à inovação e à integração efetiva entre os elos. Pesquisa de 2025 divulgada na revista *Technological Forecasting and Social Change* salienta que a digitalização favorece a resiliência por meio da adaptabilidade e da inovação, evidenciando que os investimentos em tecnologia digital apenas resultam em uma maior robustez da cadeia quando estão integrados a capacidades organizacionais mais amplas.

Perante esse conjunto de desafios, é claro que a transformação digital da logística brasileira não deve ser entendida apenas como uma mera adoção de tecnologias. Trata-se de um processo que abarca múltiplas dimensões, envolvendo infraestrutura, integração de sistemas, cultura organizacional, capacitação de indivíduos, governança de dados, contexto institucional e articulação entre parceiros. A tecnologia se revela imprescindível, porém não é bastante. Cadeias que apresentam um nível de maturidade digital superior não são apenas aquelas que dispõem de um maior número de softwares, sensores ou plataformas, mas sim aquelas que conseguem converter esses recursos em visibilidade, coordenação, resiliência e desempenho.

Simultaneamente, tais desafios não eliminam a capacidade da digitalização. Ao contrário, apontam as áreas nas quais a dedicação à modernização deve ser focalizada. O aprimoramento da interoperabilidade, a ampliação da capacitação, o fortalecimento da infraestrutura digital, o estímulo à difusão tecnológica e a criação de ambientes institucionais mais propícios constituem estratégias essenciais para que a logística brasileira possa aproveitar de maneira mais eficiente as oportunidades proporcionadas pela transformação digital. Em uma nação de extensões continentais, com significativa diversidade regional e cadeias produtivas de relevância estratégica, o progresso da logística digital pode provocar impactos significativos na competitividade, na integração territorial e na eficiência econômica.

Em resumo, os obstáculos da transformação digital na logística brasileira evidenciam que a inovação está atrelada tanto ao uso de tecnologia quanto às habilidades organizacionais e às condições do sistema. Um conjunto de fatores, composto por infraestrutura, custo, cultura, qualificação, integração e governança, condiciona tanto a velocidade quanto a profundidade da digitalização. A compreensão dessas barreiras é fundamental, não apenas para identificar limitações, mas também para direcionar estratégias de modernização logística no país que sejam mais realistas e eficazes.

Este capítulo procurou evidenciar que a digitalização da logística no Brasil prossegue em um contexto de tensões entre a capacidade de inovação e os obstáculos estruturais. No capítulo seguinte, abordar-se-ão as tendências futuras da logística e da cadeia de suprimentos, revisitando os eixos principais de transformação e traçando possíveis direções para o aprimoramento da logística digital nos anos vindouros.

REFERÊNCIAS

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. Gestão logística da cadeia de suprimentos. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

DELGADO, Fernanda; GARRIDO, Susana; BEZERRA, Barbara Stolte. Barriers to visibility in supply chains: challenges and opportunities of artificial intelligence driven by Industry 4.0 technologies. Sustainability, v. 17, n. 7, 2998, 2025.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati (org.). *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000.

IFTIKHAR, Anas et al. Digital innovation, data analytics, and supply chain resiliency: a bibliometric-based systematic literature review. *Annals of Operations Research*, v. 333, p. 825–848, 2024.

JING, Hui; FAN, Yuwei. Digital transformation, supply chain integration and supply chain performance: evidence from manufacturing firms. *SAGE Open*, 2024.

KAM, Booi; AHSAN, Kamrul; DENG, Hepu; DUAN, Sophia. Digital platforms in supply chain and logistics management: a systematic literature review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2026.

LE, Tho V.; FAN, Ruoling. Digital twins for logistics and supply chain systems: literature review, conceptual framework, research potential, and practical challenges. *Computers & Industrial Engineering*, v. 187, 109768, 2024.

LIMA, [autoria conforme artigo]. From barriers to digital transformation pathways in Brazil and Germany. *Sustainability*, v. 18, n. 1, 45, 2026.

NOVAES, Antonio Galvão. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

QUYNH, Tran Nguyen Ngoc; BUICS, László. The evolution of digitalization transformation and Industry 4.0 in supply chain management: a systematic literature review. *Engineering Proceedings*, v. 79, n. 1, 65, 2024.

WEI, Shaobo et al. The impact of supply chain digitalization on supply chain performance: a moderated mediation model. *Information Technology and Management*, v. 26, p. 467–481, 2025.

[Autores conforme artigo]. How digital transformation enhances supply chain transparency? Based on the perspective of information improvement and resource optimization. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 201, 104256, 2025.

[Autores conforme artigo]. Digital transformation: unlocking supply chain resilience through adaptability and innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 219, 124234, 2025.

[Autores conforme artigo]. Circular supply chains and Industry 4.0: an analysis of interfaces in Brazilian foodtechs. *Procedia Computer Science*, v. 232, p. 1357–1366, 2024.

[Autores conforme artigo]. Towards circularity in supply chains: the case of agtechs. *Computers & Industrial Engineering*, v. 201, 110684, 2025.

TENDÊNCIAS FUTURAS DA LOGÍSTICA E DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A logística e a cadeia de suprimentos estão se direcionando para um contexto no qual a conectividade, a inteligência analítica, a resiliência e a sustentabilidade tornam-se elementos fundamentais e não mais diferenciais isolados, estabelecendo a base do funcionamento competitivo das instituições. As atualizações mais recentes coincidem ao apontar que o porvir da cadeia será definido pela fusão entre inteligência artificial, internet das coisas, tecnologia blockchain, plataformas digitais, automação de alto nível e práticas sustentáveis, influenciando diretamente a transparência, a capacidade de resposta e o desempenho operacional.

Uma das tendências mais significativas é a consolidação de cadeias mais inteligentes e direcionadas por decisões em tempo real. Isso implica que a logística do futuro estará propensa a funcionar

com intervalos reduzidos entre eventos, análises e ações, fundamentando-se em sensores, plataformas, modelos analíticos e sistemas que consigam ajustar prioridades e fluxos de maneira mais ágil. Revisões recentes acerca da transformação digital e da cadeia de suprimentos sublinham que a inteligência artificial, o blockchain e a Internet das Coisas estão sendo vinculados a melhorias em eficiência, transparência, resiliência e sustentabilidade, o que reafirma a importância da inteligência operacional como o núcleo do próximo estágio evolutivo.

Uma outra tendência relevante é a ampliação da visibilidade de ponta a ponta. A cadeia de suprimentos futura provavelmente demandará um acompanhamento mais constante de solicitações, estoques, ativos, condições de transporte, riscos e desempenho de fornecedores. Tal movimento é intensificado pelo desenvolvimento de etiquetas e sensores de baixo custo, pelo rastreamento em amplas escalas e pelas tecnologias que, em 2025, foram categorizadas por Gartner sob a expressão “ambient invisible intelligence”, visando uma maior visibilidade e uma rastreabilidade mais acessível.

Igualmente, ganha relevância a ideia de uma força de trabalho ampliada e interconectada. A logística do futuro não se limitará a ser mais automatizada; igualmente, dependerá de indivíduos qualificados para operar, supervisionar e interpretar sistemas digitais sofisticados. A Gartner indicou que, em 2025, a “força de trabalho conectada aumentada” será uma das principais tendências tecnológicas na cadeia de suprimentos, afirmando que a produtividade logística estará cada vez mais atrelada à integração de ferramentas digitais, à padronização operacional e à formação qualificada dos profissionais.

No âmbito da tecnologia, a inteligência artificial agentiva e os sistemas mais autônomos tendem a expandir sua atuação. O uso de inteligência artificial já se desenvolve em áreas como previsão de demanda, roteirização, identificação de anomalias e gestão de

estoques; entretanto, a tendência futura aponta para o aprimoramento de sistemas que poderão sugerir e implementar ajustes com maior autonomia humana em tarefas específicas e claramente definidas. Tal afirmação relaciona-se à perspectiva do Supply Chain 4.0, que prevê cadeias de suprimentos mais adaptáveis, configuráveis e integradas, assim como às tendências de 2025, destacadas pela Gartner, sobre a inteligência conectada e a automação direcionada por valor.

Os gêmeos digitais emergem como uma tendência altamente promissora. A proposta de desenvolver representações digitais de armazéns, redes, fluxos e ativos logísticos possibilita a simulação de cenários, a previsão de impactos, a antecipação de gargalos e o suporte a decisões com maior complexidade. A pesquisa de Le e Fan evidencia que os gêmeos digitais apresentam um potencial significativo para sistemas de logística e cadeia de suprimentos, tanto no âmbito acadêmico quanto em suas aplicações práticas, apesar de ainda enfrentarem obstáculos relacionados à adoção, integração e nível de maturidade. Isso indica que, nos anos vindouros, gêmeos digitais poderão integrar significativamente a infraestrutura analítica das cadeias mais sofisticadas.

Uma outra orientação evidente consiste na consolidação de plataformas digitais e de ecossistemas de coordenação. Em lugar de cadeias estritamente lineares, o futuro aponta para a promoção de ecossistemas mais interligados, nos quais as plataformas exercem funções de mediação, orquestração, compartilhamento de informações e integração entre diversos participantes. A análise atual sobre plataformas digitais na gestão da cadeia de suprimentos e logística revela que tais estruturas costumam funcionar como prestadoras de serviços, incubadoras de soluções, modeladoras de resultados e propulsoras de desempenho, o que sugere uma ampliação da função das plataformas na governança da cadeia.

Paralelamente, a importância da resiliência se amplifica como um parâmetro para a elaboração da cadeia. Enquanto no passado a

ênfase foi amplamente direcionada à eficiência e à redução de custos, o futuro indica cadeias que devem ser estruturadas para incorporar e reagir a disrupções. A literatura atual relaciona a transformação digital ao aumento da resiliência, principalmente quando as tecnologias digitais potencializam a visibilidade, a colaboração e a capacidade de adaptação. Isso indica que a cadeia futura será analisada não somente pela sua eficiência, mas também pela agilidade com que consegue identificar, interpretar e responder a interrupções.

A sustentabilidade tem a tendência de deixar de ser uma dimensão secundária e passar a compor o centro da estratégia logística. Revisões recentes acerca das cadeias de suprimento digitais, Logística 4.0 e economia circular indicam que as tecnologias digitais têm sido consideradas facilitadoras de práticas mais sustentáveis, abarcando aspectos como rastreabilidade, eficiência energética, diminuição de desperdícios e suporte à circularidade. Dessa forma, a perspectiva da cadeia de suprimentos tende a integrar inteligência digital com crescentes exigências por responsabilidade ambiental e transparência em aspectos socioambientais.

No contexto geopolítico e institucional, a expectativa é que a cadeia futura se torne igualmente mais atenta à soberania digital, à governança de dados e à dependência em tecnologia. Apesar de essa discussão ter adquirido maior destaque em outras áreas, como na Europa, ela revela uma problemática mais ampla: cadeias progressivamente digitalizadas estarão atreladas a decisões relativas à localização dos dados, à quem exerce o controle sobre eles, à forma como estes são transferidos e a quais plataformas estabelecem os critérios de interoperabilidade. Este assunto, apesar de ainda ser emergente na área da logística, é propenso a se tornar mais relevante conforme a digitalização avança.

A experiência recente demonstra, igualmente, que a logística futura será impactada por uma volatilidade global mais duradoura.

O levantamento realizado pela PwC com dirigentes de operações e suprimentos em 2025 revelou uma percepção generalizada de que será necessário implementar mudanças substanciais nas estratégias de cadeia em decorrência de pressões externas, como as relacionadas à política comercial, aos custos e às interrupções. Simultaneamente, a pesquisa demonstra que diversos investimentos em tecnologia ainda não proporcionaram plenamente o retorno almejado, indicando que o futuro não estará apenas atrelado à aplicação de recursos em tecnologia, mas sim à sua conversão em uma transformação organizacional eficaz.

No contexto brasileiro, essas perspectivas futuras não devem ser interpretadas como meramente uma reprodução do que se observa em centros que estão mais avançados em termos digitais. A configuração da logística no Brasil será influenciada pela intersecção entre inovações tecnológicas e desafios estruturais duradouros, tais como infraestrutura desigual, disparidades regionais, diversidade empresarial e variados estágios de maturidade digital. Isso implica que a adoção das tendências globais estará condicionada à habilidade nacional de articular investimentos, promover capacitação, integrar sistemas e adaptar-se ao contexto territorial. De maneira diferente, o porvir da cadeia no Brasil será, tanto em termos tecnológicos quanto organizacionais e territoriais.

Em resumo, a logística e a cadeia de suprimentos direcionam-se para um modelo que seja mais inteligente, interconectado, previsível, ágil e sustentável. Inteligência artificial, sensores, gêmeos digitais, plataformas digitais, rastreabilidade em larga escala e uma força de trabalho ampliada configuram as bases desse novo contexto. Entretanto, a tendência primordial pode não ser uma tecnologia específica, mas sim a consolidação de uma abordagem de gestão em que dados, integração e adaptabilidade se transformam no núcleo do desempenho logístico.

REFERÊNCIAS

ALQURAISH, Mohammed. Digital Transformation, Supply Chain Resilience, and Sustainability: A Comprehensive Review with Implications for Saudi Arabian Manufacturing. *Sustainability*, v. 17, n. 10, 4495, 2025.

GARTNER. Gartner Identifies Top Supply Chain Technology Trends for 2025. 2025.

KAM, Booi; AHSAN, Kamrul; DENG, Hepu; DUAN, Sophia. Digital platforms in supply chain and logistics management: A systematic literature review. *Transportation Research Part E*, 2026.

LE, Tho V.; FAN, Ruoling. Digital twins for logistics and supply chain systems: Literature review, conceptual framework, research potential, and practical challenges. *Computers & Industrial Engineering*, v. 187, 109768, 2024.

PEREIRA, Elisabeth T. et al. A Systematic Literature Review of Digital Supply Chains and Logistics 4.0 for Sustainability and Circular Economy. *Sustainability*, v. 18, n. 5, 2318, 2026.

PWC. 2025 Digital Trends in Operations Survey. 2025.

SAMUELS, Alexander. Digital transformation in supply chains: improving resilience and sustainability through AI, Blockchain, and IoT. *Frontiers in Sustainability*, 2025.

A

Análise preditiva 10, 28, 35–45
Armazenagem inteligente 27–28, 47
Automação 9–10, 20, 25–33, 47–56

B

Big Data 10, 28, 35–45

C

Cadeia de suprimentos 7, 9–11, 13–45, 57–104
Cadeias resilientes 11, 18, 28, 39–45, 87–104
Comércio eletrônico 19–20, 31, 40, 67–76
Conectividade 16–17, 25–27, 32, 57–66
Cultura organizacional 15, 19, 41

D

Dados 9, 13–21, 25–33, 35–45
Digitalização 9–22, 35–45, 57–66, 87–98
Distribuição 20, 27, 38, 40, 67–76

E

Eficiência logística 25–33, 35–45, 77–86

F

Fluxos informacionais 9, 13–17, 25–29

G

Gestão logística 7, 9–11, 25–33, 57–66

I

Indústria 4.0 17, 25–26

Infraestrutura logística 10, 19, 32, 87–98

Inovação tecnológica 7, 9–11, 20, 77–86, 99–104

Inteligência artificial 10, 28, 35–45, 99–104

Integração digital 9–10, 14, 16, 25–33, 57–66

L

Logística 4.0 7, 10, 17, 25–33, 99–104

Logística brasileira 10, 19, 31–32, 87–98

M

Monitoramento em tempo real 9, 17, 26–30, 47–56

P

Plataformas digitais 10, 16, 20, 57–66

Previsão de demanda 16, 37–38, 40

R

Rastreamento 10, 17–18, 27–31, 47–56

Resiliência 11, 18, 28, 35–45, 99–104

S

Sensores inteligentes 10, 26–27, 47–56

Sistemas inteligentes 9, 25–33, 47–56, 57–66

Sustentabilidade 10–11, 35, 77–86, 99–104

T

Tecnologia da informação 20, 29, 35–45, 57–66

Transformação digital 7, 9–22, 35–45, 87–98

Transporte inteligente 28, 47–56, 67–76

U

Última milha 10, 20, 40, 67–76

V

Visibilidade logística 10, 17–18, 26, 29, 39–40

Leonardo Pinheiro da Silva

Profissional vinculado à Fundação Getúlio Vargas (FGV/DGPE), atuando desde agosto de 2025 como Analista de Negócios Corporativo Sênior na Superintendência Regional de Ensino (SRE) de Porto Nacional, com foco no acompanhamento de indicadores educacionais e apoio à gestão estratégica para melhoria contínua do ensino. Atuou como Agente Local de Inovação (ALI) por 36 meses no ecossistema de Araguaína / Chambary Valley, onde desenvolveu ações de governança, suporte a empreendedores e fortalecimento do ecossistema local de inovação. Doutorando em Ciências, Tecnologias e Inclusão (PGCTIn/UFF), mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT/UFT), especialista em Gestão de Negócios (BBI of Chicago), graduado em Logística (UFT) e atualmente cursa Gestão da Produção Industrial (IFTO).

LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NO BRASIL

- VOLUME II -

Em Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos no Brasil, Leonardo Pinheiro da Silva apresenta uma análise atual e estratégica sobre os fundamentos, os desafios e as transformações da logística no contexto brasileiro, abordando temas como planejamento logístico, integração da cadeia de suprimentos, indicadores de desempenho, transformação digital e Logística 4.0, em uma obra que articula base teórica consistente, linguagem acessível e enfoque aplicado para estudantes, pesquisadores, docentes e profissionais interessados em compreender a logística como dimensão essencial da gestão contemporânea e do desenvolvimento econômico.

