A INFLUÊNCIA DA DIGITALIZAÇÃO E INDICADORES DE DESEMPENHO NO DESENVOLVIMENTO DE RESILIÊNCIA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO

Bruno Emanuel Uliano Ferreira (UDESC-Joinville)

Luiza Inacarato Freiria Moreira (UDESC-Joinville)

Muniky Aparecida da Silva Uber (UDESC-Joinville)

Vanessa Nappi (UDESC-Joinville)

Luciana Rosa Leite (UDESC-Joinville)

A gestão da cadeia de suprimentos (SCM) enfrenta desafios devido à volatilidade e eventos disruptivos, tornando a resiliência fator crítico para a continuidade dos negócios. A integração de tecnologias da Indústria 4.0, como IoT e Big Data, oferece um caminho para transformar o monitoramento reativo em gestão proativa, especialmente em setores como o de eletrodomésticos, que demanda intensa coordenação entre manufatura e logística. Este estudo teve como objetivo analisar a contribuição da integração entre indicadores de desempenho (KPIs) e tecnologias digitais para o desenvolvimento da resiliência na cadeia de suprimentos, tomando como objeto uma empresa líder no setor de eletrodomésticos. A metodologia empregou um estudo de caso único, de natureza qualitativa e exploratória, com entrevistas semiestruturadas e análise documental.. Os resultados indicam que a digitalização promove maior visibilidade dos processos e agilidade decisória, com a maturidade tecnológica permitindo a identificação precoce de gargalos e a otimização de processos. O presente texto contribui teoricamente ao demonstrar que a resiliência é fortalecida pela integração de tecnologias digitais nos fluxos decisórios e, praticamente, ao evidenciar que a padronização de dados e a integração entre áreas são fundamentais para a efetividade da operação empresarial.

Palavras-chave: *Indústria 4.0; Resiliência; Supply Chain; KPI.*

1. Introdução

A gestão da cadeia de suprimentos (SCM) enfrenta desafios em razão da volatilidade dos mercados e da ocorrência de eventos disruptivos globais, como a pandemia de COVID 19 (Meier; Pinto, 2024). Nesse contexto, a resiliência – entendida como a capacidade de uma cadeia de suprimentos persistir, adaptar-se ou transformar-se diante de mudanças e distúrbios – passou a ser um requisito para a continuidade dos negócios (Faggioni; Rossi; Sestino, 2024). Paralelamente, a transição para a Indústria 4.0 tem ampliado o conjunto de ferramentas disponíveis para lidar com essas incertezas, por meio da integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), *Big Data* e Inteligência Artificial aos processos produtivos. Nesse cenário, o uso de indicadores de desempenho (KPIs) permanece consolidado como instrumento de apoio à decisão, possibilitando, juntamente com sua análise alcançar vantagens econômicas nas organizações (Daryakin; Sklyarov; Khasanov, 2019). De acordo com Shin, Thai e Yuen (2018), a transformação digital já influencia as práticas de mensuração de desempenho, levando muitas organizações a investirem no desenvolvimento e manutenção de sistemas capazes de avaliar e aperfeiçoar o desempenho de suas unidades ou atividades.

No setor de eletrodomésticos, essa discussão é relevante pois trata-se de um segmento industrial de tamanho expressivo – 2,3 bilhões de dólares em 2025, com estimativa de alcançar 4,26 bilhões de dólares até 2034 (Reed, 2026) – e marcado pela necessidade de coordenação entre manufatura, logística e planejamento de materiais, em um ambiente influenciado por oscilação de demanda, sensibilidade a custos e atualização tecnológica contínua. Portanto, a análise da integração entre indicadores de desempenho e tecnologias digitais se torna particularmente pertinente para empresas com operações intensivas e cadeias interdependentes.

Assim, foi definido como objetivo deste trabalho analisar a contribuição da integração entre indicadores de desempenho e tecnologias da Indústria 4.0 para a resiliência da cadeia de suprimentos em uma empresa multinacional do setor de eletrodomésticos. Para atender a esse objetivo, o artigo foi estruturado em quatro partes, além desta introdução. A primeira apresenta o referencial teórico sobre resiliência organizacional e tecnologias digitais no contexto da Indústria 4.0. A segunda descreve o método de pesquisa, baseado em estudo de caso realizado em uma empresa do setor de eletrodomésticos localizada no estado de Santa Catarina, com entrevistas conduzidas junto a especialistas das áreas de manufatura, logística e planejamento de materiais. A terceira expõe os resultados por área funcional e realiza sua discussão. Por fim, são apresentadas as considerações finais, com destaque para o alcance do objetivo proposto, os principais achados e sugestões para pesquisas futuras

2. Referencial Teórico

Esta seção é responsável por apresentar um recorte da literatura acerca do conceito de resiliência e sua abrangência, bem como sobre transformação digital e a relevância dos indicadores de desempenho para a medição e aumento da resiliência na Indústria 4.0.

2.1. Resiliência na cadeia de suprimentos e Indústria 4.0

Faggioni, Rossi e Sestino (2024) definem a resiliência na cadeia de suprimentos como a capacidade de persistir, adaptar-se ou transformar-se diante de mudanças e distúrbios, mantendo a continuidade das operações e a capacidade de resposta organizacional. Esses autores ainda mencionam que a resiliência na gestão da cadeia de suprimentos não se restringe à recuperação após uma crise, mas envolve a antecipação de riscos e a manutenção da flexibilidade operacional. Segundo Brusset e Teller (2017), a visibilidade da cadeia constitui um dos principais elementos para a resiliência, pois permite identificar gargalos antes que se tornem críticos. No contexto da Indústria 4.0, essa visibilidade pode ser ampliada por tecnologias como os *Digital Supply Chain Twins* (DSCT), representações digitais da cadeia física capazes de simular cenários em tempo real para prever e mitigar interrupções (Ivanov; Dolgui, 2021).

Harapko (2026) também distingue a resiliência de conceitos próximos, como robustez e adaptabilidade. Enquanto a robustez está associada à capacidade de resistir a perturbações sem alteração significativa do desempenho, a resiliência envolve resposta, recuperação e ajuste estrutural diante de eventos disruptivos. Nesse sentido, a visibilidade da cadeia assume papel central, pois permite, além de identificar falhas em estágio inicial, apoiar decisões de reconfiguração operacional entre os elos da rede (Jüttner; Maklan, 2011). Dessa forma, a resiliência passa a depender tanto de recursos tecnológicos quanto da capacidade organizacional de interpretar sinais e reagir com rapidez.

A contribuição da transformação digital para a resiliência da cadeia de suprimentos é destacada por Yu, Xu e Wen (2025), ao mostrarem que a integração entre os elos da cadeia fortalece a capacidade de resposta organizacional. O estudo de Ismail et al. (2025) também aponta que a resposta rápida a rupturas depende da qualidade das informações compartilhadas entre os elos da cadeia, o que é favorecido por tecnologias de comunicação em tempo real e por recursos avançados de análise de dados. Nesse âmbito, a resiliência passa a ser compreendida como uma capacidade dinâmica sustentada por infraestrutura digital.

2.2. Indicadores de desempenho na era digital

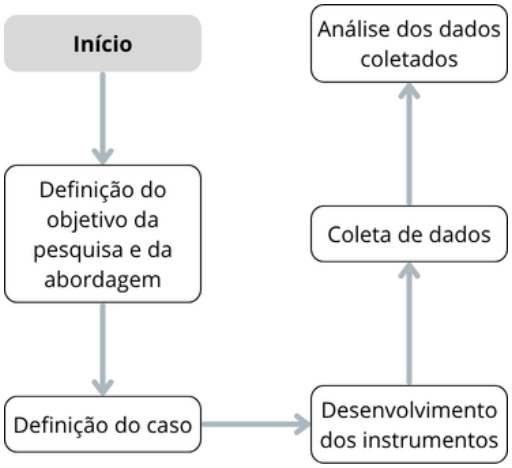
A Indústria 4.0 promove a digitalização ponta a ponta ao conectar o chão de fábrica ao planejamento estratégico. Nesse contexto, Antony et al. (2024) mostram que tecnologias como sensores inteligentes ligados a *dashboards* em tempo real ampliam a função dos KPIs, que passam a apoiar o diagnóstico operacional, extrapolando sua antiga aplicação como instrumentos de controle histórico. A transição para a *Supply Chain 4.0* exige que os indicadores de desempenho forneçam informações preditivas sobre a condição da cadeia produtiva (Marinagi et al., 2023). Isso significa que sua utilidade agora inclui suporte à identificação de desvios, priorização de ações corretivas e antecipação de riscos operacionais – ou seja, ultrapassa seu antigo papel de acompanhamento de resultados passados. Em cadeias de suprimentos digitalizadas, essa função torna-se ainda mais relevante, pois decisões sobre produção, transporte e estoques dependem de dados integrados.

Patidar et al. (2022) apontam que a integração de KPIs, como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), com sistemas de *Big Data* contribui para uma visão mais ampla da operação. Essa integração favorece a identificação de padrões de falha e consequente tratamento antecipado de riscos operacionais. Entretanto, Li, Chen e Guo (2025) indicam que a eficácia dos indicadores está condicionada à qualidade da infraestrutura informacional; quando há fragmentação de sistemas, registros manuais ou baixa padronização de dados, o potencial analítico dos KPIs é reduzido. Por isso, de acordo com esses autores, o desempenho de indicadores está associado à sua integração com sistemas de coleta, tratamento e visualização em tempo real. Assim, a efetividade dos KPIs na promoção da resiliência depende do nível de maturidade digital e da capacidade de integração sistêmica da organização.

3. Método de pesquisa

A pesquisa foi conduzida como um estudo de caso único, de natureza qualitativa e caráter exploratório, em consonância com Yin (2018). Essa abordagem foi adotada devido à necessidade de examinar um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno investigado e o contexto organizacional não se mostram claramente delimitadas. O caso selecionado corresponde a uma empresa multinacional do setor de eletrodomésticos, reconhecida por sua excelência operacional e pelo investimento em automação, o que permitiu sua caracterização como um caso exemplar para a análise da integração digital. A Figura 1 apresenta, de forma resumida, as etapas da presente pesquisa.

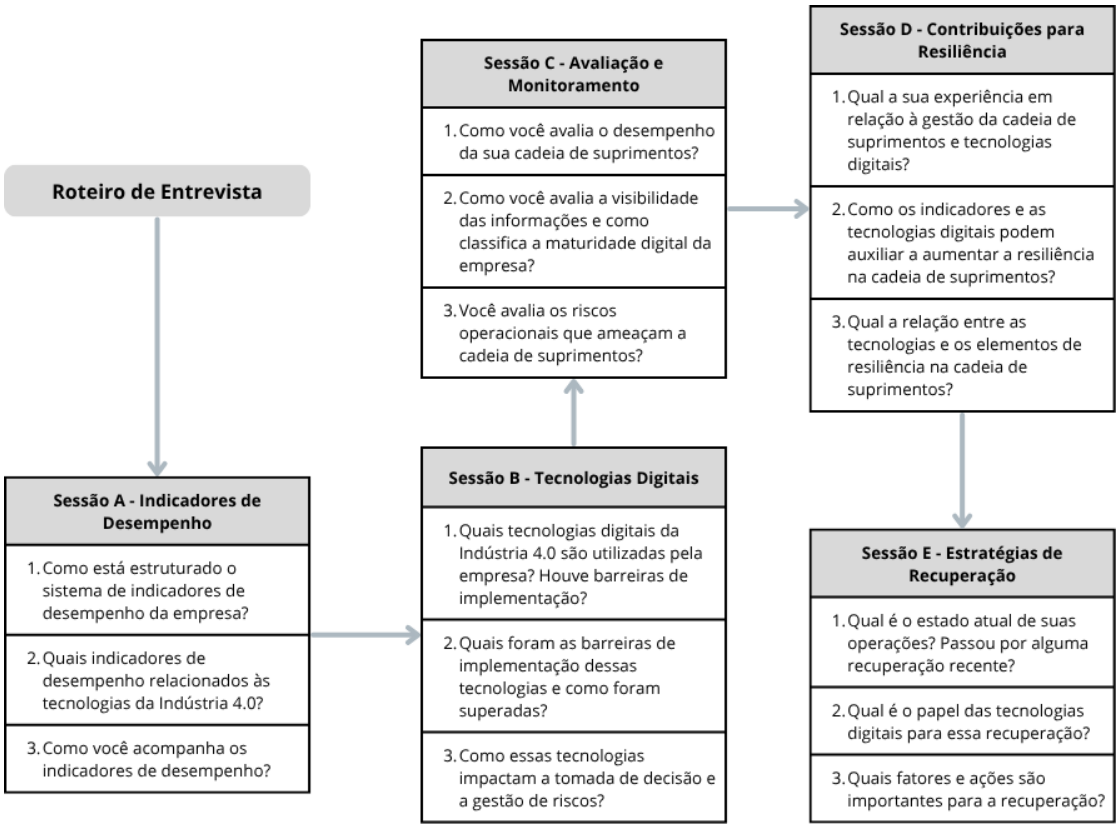
Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: Os autores (2026)

A coleta de dados ocorreu no mês de setembro de 2025 por meio de entrevistas semiestruturadas, com duração de 45 minutos – e cujo roteiro encontra-se na Figura 2 –, realizadas com profissionais diretamente envolvidos nos processos relacionados à adoção de tecnologias digitais na empresa.

Figura 2 – Protocolo das entrevistas realizadas



Fonte: Os autores (2026)

Essa técnica de entrevista foi escolhida por possibilitar exploração aprofundada das percepções dos participantes, mantendo, ao mesmo tempo, um alinhamento com os objetivos da pesquisa. Todas as entrevistas foram previamente agendadas, gravadas com autorização dos entrevistados e posteriormente transcritas para análise. Além das entrevistas, foram examinados documentos internos e relatórios institucionais, com o intuito de complementar as informações obtidas e promover a triangulação das evidências, aumentando a confiabilidade dos resultados (Yin, 2018).

O estudo contou com três entrevistados, representando diferentes áreas da empresa: Manufatura, Logística e Planejamento de Materiais (PCM). A seleção buscou contemplar funções estratégicas e operacionais dentro da cadeia de suprimentos, a fim de possibilitar a observação de como as tecnologias digitais e os indicadores de desempenho se manifestam em contextos distintos, mas dependentes entre si. Os perfis dos entrevistados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Perfis dos entrevistados participantes da pesquisa

Entrevistado	Área	Cargo	Tempo de Experiência na Empresa	Objetivo da Área
Entrevistado 1	Manufatura	Gerente de Automação, Infraestrutura e Utilidades	12 anos	Implementação e monitoramento de tecnologias digitais para a produção e otimização de processos
Entrevistado 2	Logística	Gerente de Logística	2 anos	Coordenação de processos logísticos, gestão de transporte e controle de fluxos de materiais.
Entrevistado 3	Planejamento e Controle de Materiais (PCM)	Analista de Planejamento de Materiais	6 anos	Planejamento e controle de estoque, visando a eficiência da cadeia de suprimentos pela previsão de demanda

Fonte: Os autores (2026)

Para garantir a validade interna dos resultados, foi elaborado um roteiro de entrevista estruturado em cinco dimensões analíticas: uso de indicadores, com foco na identificação dos KPIs críticos em cada área; tecnologias digitais, voltada ao mapeamento das tecnologias da Indústria 4.0 adotadas; desempenho da cadeia, relacionado à percepção sobre a eficiência e

eficácia dos processos; contribuição para a resiliência, abordando como a integração auxilia na gestão de crises; e estratégias de recuperação, direcionada aos caminhos para a retomada da eficiência operacional. Para cada dimensão, foram propostas questões de entrevista contempladas em uma seção específica, conforme apresentado na Figura 2.

As entrevistas foram gravadas, transcritas e submetidas à análise de conteúdo. A consistência do procedimento foi assegurada pela comparação entre as respostas obtidas nas diferentes áreas e pela confrontação dos achados com a literatura apresentada na revisão teórica. Esse procedimento favoreceu a identificação de convergências e divergências entre os relatos, além de ampliar a compreensão dos mecanismos de integração digital observados na organização.

4. Resultados e discussão

Os entrevistados apontaram que cada área utiliza indicadores específicos para acompanhar seu desempenho. Na manufatura, os principais indicadores mencionados *foram Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *First Pass Yield* (FPY) e *Scrap*. O OEE é utilizado para medir a disponibilidade, a performance e a qualidade dos equipamentos, sendo um dos pilares do *World Class Manufacturing* (WCM). O FPY avalia o percentual de produtos que passam pela linha sem necessidade de retrabalho, enquanto o *scrap* indica o desperdício de materiais. A coleta é feita de forma automatizada por sensores e consolidada em *dashboards*.

Na logística, destacaram-se o indicador *Performance for Growth* (P4G) como métrica global de eficiência e custo, complementado por indicadores de tempo de ciclo, aproveitamento de docas, taxa de ocupação de veículos e custos de transporte. Segundo o entrevistado desta área, a combinação de indicadores financeiros e operacionais fornece uma visão equilibrada da eficiência logística e da sustentabilidade das operações.

Já no planejamento, os indicadores mais citados foram *Days on Hand,* que mede a cobertura do estoque, indicando por quantos dias o inventário atual pode atender à demanda*; Inventory Health,* que avalia a condição geral do estoque, identificando itens obsoletos ou em excesso; a classificação *slow moving*, que são itens de baixo giro e *fast moving,* sendo itens de alto giro. Esses indicadores são essenciais para avaliar a disponibilidade e a rotação de itens, evitando tanto rupturas quanto excesso de estoque. De acordo com o entrevistado do PCM, “o nosso maior desafio é a consolidação dos dados, que ainda é feita de maneira manual, diariamente”.

Também foi possível observar que a comunicação entre as áreas ainda ocorre, em parte, por meios tradicionais, como *e-mails*, planilhas, relatórios diários e reuniões periódicas. Embora esses mecanismos permitam o alinhamento entre manufatura, logística e planejamento, eles

ainda não garantem integração plena das informações em tempo real. As evidências coletadas nos documentos e na observação direta indicam que a empresa já dispõe de instrumentos importantes de controle, mas ainda convive com limitações na consolidação e no compartilhamento dos dados entre setores.

Quanto às tecnologias digitais, a manufatura relatou o uso de *Big Data*, Inteligência Artificial, *Machine Learning*, *Digital Twin*, robótica industrial e impressão 3D. Segundo o entrevistado 1, essas tecnologias estão integradas à coleta e análise de dados em tempo real, permitindo simulações virtuais de processos produtivos e melhorias contínuas na performance das linhas de montagem. O entrevistado 2, da área logística, informou a adoção de tecnologias como IoT, *Big Data*, nuvem, realidade aumentada e virtual, segurança cibernética e IA, focadas na rastreabilidade de materiais, controle automatizado de docas e otimização do transporte interno. Já o entrevistado da área de planejamento indicou ferramentas voltadas à previsão de demanda e ao tratamento de dados, com uso de repositórios centralizados e planilhas de apoio. Em comum, as três áreas apontaram desafios relacionados a custos, integração de sistemas, padronização de informações e adaptação das equipes.

A análise dos dados indica que a empresa estudada apresenta uma cultura organizacional orientada à melhoria contínua e à excelência operacional, sustentada por práticas como *Lean Manufacturing* e WCM. Ainda assim, a maturidade digital não se distribui de forma homogênea entre as áreas funcionais. Na manufatura, observou-se um uso mais avançado de automação, sensores e coleta automática de dados, com foco no acompanhamento de indicadores como OEE, FPY e índice de *scrap*. Já na logística, os processos são apoiados por tecnologias de rastreamento, automação de movimentação e monitoramento operacional, embora ainda exista dependência de algumas etapas manuais. No PCM, identificou-se o uso de relatórios extraídos de sistemas corporativos e consolidação de dados em planilhas, o que demonstra uma estrutura mais híbrida de trabalho. Esse descompasso sugere que a resiliência organizacional não depende apenas da adoção de tecnologias, mas da capacidade de articulá-las em fluxos informacionais contínuos entre áreas.

A principal barreira identificada pelos entrevistados foi de natureza sistêmica e cultural. Foram mencionadas a resistência à adoção de novas tecnologias, a integração limitada entre sistemas legados, a ausência de padronização dos dados e o custo de manutenção tecnológica. Esses fatores não atuam de maneira isolada. Em conjunto, eles restringem a circulação de informações, alongam o tempo de resposta e reduzem a efetividade dos KPIs como

instrumentos de decisão. Nesse sentido, a resiliência observada no caso estudado mostra-se mais avançada no nível operacional do que no nível integrado da cadeia interna.

4.1 Análise por área funcional

Na área de Manufatura, observou-se o maior nível de maturidade tecnológica entre as três áreas analisadas. O uso de sensores conectados a Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) permite a coleta automática de dados com foco em OEE, FPY e índices de *Scrap*; essa estrutura de monitoramento favorece a detecção precoce de desvios, além de ampliar a confiabilidade das medições, fortalecendo assim a resposta operacional a instabilidades de processo. Ademais, a incorporação de tecnologias como *Big Data*, Inteligência Artificial, *Machine Learning*, *Digital Twin*, robótica industrial e impressão 3D amplia a capacidade de ajuste fino dos processos produtivos.

Para além do aumento da automação, essa combinação tecnológica altera a forma como a área interpreta o desempenho, já que a decisão passa a ser apoiada por análises de variabilidade em tempo real. O relato do entrevistado 1, quando cita a capacidade preditiva proporcionada pelo uso de IA e de sistemas de simulação, mostra que a visibilidade imediata do processo contribui para a estabilidade operacional e para a rápida resposta a falhas. Em contrapartida, também foi apontada a presença de insegurança entre parte das equipes diante da automação, especialmente pelo receio de substituição de funções e aumento da complexidade técnica. A superação dessa barreira por meio de treinamentos e demonstrações práticas indica que a resiliência tecnológica depende também de investimentos em outro âmbito: a aprendizagem organizacional.

Na área de Logística, foram identificados avanços relevantes, ainda que em um patamar inferior ao observado na manufatura. O indicador P4G foi descrito como uma métrica global de acompanhamento, associando eficiência operacional, gerenciamento de frota e redução de custos. A adoção de sistemas automatizados, como *Automated Guided Vehicles* (AGVs), contribui para a fluidez do fluxo de materiais, a redução do tempo de ciclo e a maior flexibilidade no ajuste de rotas e prazos. Nesse caso, o ganho de resiliência decorre da capacidade de reagir com mais rapidez a variações operacionais e de antecipar riscos associados a rupturas, atrasos e falhas logísticas.

Ainda assim, a área permanece limitada pela fragmentação dos sistemas que a compõem. Isso reduz o potencial de uso integrado dos dados, além de enfraquecer a construção de respostas coordenadas entre produção, armazenagem e transporte. O entrevistado 2 destacou melhorias na adaptação operacional, mas também reconheceu que a dispersão informacional dificulta uma

atuação plenamente integrada. Assim, a logística apresenta sinais de maturidade digital, porém ainda não consolidou uma arquitetura informacional capaz de sustentar decisões totalmente sincronizadas.

No Planejamento e Controle de Materiais (PCM), a lógica de atuação é voltada principalmente ao controle de estoques para prevenção de escassez. Os indicadores *Days on Hand* e *Inventory Health* permitem identificar itens obsoletos ou em excesso, o que favorece decisões antecipadas sobre suprimento e reposicionamento de materiais. Nessa área, o uso de dados já contribui para maior previsibilidade, mas a consolidação manual de informações ainda representa um entrave importante. O relato do entrevistado 3 evidencia que a extração de dados do SAP para planilhas eletrônicas mantém a rotina de análise dependente de intervenção humana – isso amplia a suscetibilidade a erros e retarda a tomada de decisão. Também de acordo com esse entrevistado, a sincronização entre demanda, produção e transporte permanece insuficiente, revelando que a resiliência do PCM ainda está condicionada à integração entre fluxos informacionais. Em termos analíticos, o caso mostra que a eficiência do planejamento depende do desenvolvimento de uma infraestrutura de dados com atualização contínua e uso integrado das informações.

4.2 Integração e resiliência

O Quadro 2 sintetiza os resultados e evidencia que a contribuição das tecnologias digitais para a resiliência varia conforme o nível de integração entre sistemas, pessoas e processos. A manufatura se destaca pela capacidade de identificação precoce de gargalos; a logística, pelo ajuste de rotas e mitigação de perdas de eficiência; e o PCM, pela antecipação de escassez de materiais. Em todos os casos, o benefício observado não decorre da presença isolada da tecnologia, mas da articulação entre sensores, sistemas de informação e indicadores de desempenho.

Quadro 2 – Síntese dos resultados por área funcional

Área	Tecnologias Adotadas	Principais KPIs	Contribuição para a Resiliência
Manufatura	Sensores, CLPs, Dashboards	OEE, FPY, *Scrap*	Identificação precoce de gargalos e estabilidade operacional
Logística	AGVs, Automação de Armazém	P4G, Tempo de Ciclo	Detecção de perdas de eficiência e ajustes em rotas
PCM	SAP, Planilhas Eletrônicas	*Days on Hand*, *Inventory Health*	Previsão de escassez

Fonte: Os autores (2026)

Essa diferença entre áreas confirma que a resiliência não deve ser interpretada apenas como rapidez de resposta diante de falhas. No caso estudado, ela aparece como uma capacidade distribuída de percepção, coordenação e adaptação. Quando os dados circulam com menor fragmentação, os KPIs passam a apoiar decisões mais consistentes e a reduzir incertezas operacionais. Quando essa circulação é interrompida por tarefas manuais, sistemas desconectados ou baixa padronização, a resiliência passa a depender de correções locais, em vez de respostas sistêmicas – como evidenciado pela rotina de análise dependente de intervenção humana na área de PCM.

As entrevistas também indicam que o impacto dos KPIs sobre a resiliência está condicionado ao grau de maturidade digital de cada área: em ambientes mais automatizados, os indicadores exercem papel diagnóstico e preventivo; em áreas com maior dependência de planilhas e consolidação manual, sua função – bem como a de outros indicadores, como OEE e índice de *scrap* – permanece mais reativa. Essa assimetria reforça a ideia de que a digitalização da cadeia interna deve ser tratada como processo integrado, e não como um conjunto de iniciativas pontuais, uma vez que a resiliência organizacional está associada à integração de ponta a ponta e à redução de lacunas informacionais entre os elos da cadeia (Yu; Xu; Wen, 2025; Li; Chen; Guo, 2025).

Em síntese, os resultados mostram que a empresa estudada possui bases importantes de resiliência operacional, mas ainda enfrenta limitações para converter maturidade digital setorial em integração sistêmica. O caso evidencia que a resiliência se fortalece quando os KPIs deixam de atuar como registros isolados e passam a compor um sistema contínuo de monitoramento e decisão. A consolidação dessa lógica depende tanto de tecnologia quanto de padronização de dados, integração entre áreas e desenvolvimento de competências organizacionais. Essa transição é fundamental, pois a integração das tecnologias digitais visa a "relação harmoniosa de sistemas, processos e dispositivos, promovendo uma produção ágil, adaptável e eficiente" (Weyner et al., 2015, p. 17).

5. Considerações finais

O estudo permitiu analisar a contribuição da integração entre indicadores de desempenho e tecnologias da Indústria 4.0 para a resiliência da cadeia de suprimentos em uma empresa multinacional do setor de eletrodomésticos. Os achados indicam que a digitalização favorece a visibilidade dos processos, a agilidade decisória e a redução de incertezas operacionais, em

consonância com a literatura sobre resiliência e transformação digital (Faggioni; Rossi; Sestino, 2024; Ivanov; Dolgui, 2021; Yu; Xu; Wen, 2025).

Do ponto de vista empírico, observou-se que a manufatura apresentou maior maturidade tecnológica, com uso intensivo de sensores, CLPs, *Big Data* e ferramentas de simulação, o que ampliou a capacidade de monitoramento em tempo real e a resposta a falhas. Na logística, a adoção de AGVs e indicadores associados ao desempenho operacional contribuiu para ajustes mais rápidos em rotas e prazos, embora a fragmentação de sistemas ainda limite a integração das informações. No PCM, os indicadores de estoque mostraram potencial para apoiar decisões antecipadas, mas a consolidação manual dos dados permanece como entrave à sincronização informacional entre demanda, produção e transporte (Antony et al., 2024; Marinagi et al., 2023; Li; Chen; Guo, 2025).

Como contribuição teórica, o estudo reforça que a resiliência decorre não apenas da presença de tecnologias digitais, mas também da forma como elas são integradas aos fluxos decisórios da organização. Nesse sentido, a pesquisa corrobora a literatura que associa a resiliência à capacidade integrada de leitura antecipada dos riscos, especialmente em contextos de *Supply Chain* 4.0 (Brusset; Teller, 2017; Ismail et al., 2025; Yu; Xu; Wen, 2025). Em termos práticos, o caso analisado sugere que a maturidade digital tende a produzir efeitos mais consistentes quando acompanhada de padronização de dados, integração entre áreas e desenvolvimento de competências para uso analítico das informações.

Como recomendações para futuras pesquisas, sugere-se a ampliação do estudo para outras empresas e setores a fim de comparar variados níveis de maturidade digital e verificar como tais diferenças afetam a resiliência organizacional. Além disso, recomenda-se investigar como a integração entre áreas internas e externas (fornecedores e clientes) pode potencializar a robustez das cadeias de suprimentos no contexto da Indústria 4.0. Essas agendas podem aprofundar a compreensão sobre os mecanismos pelos quais a digitalização fortalece a capacidade de adaptação das cadeias de suprimentos.

6. Referências

ANTONY, J.; KAUL, A.; BHAT, S.; SONY, M.; KAUL, V.; ZULFIQAR, M.; MCDERMOTT, O. Critical failure factors for Quality 4.0: an exploratory qualitative study. **International journal of quality & reliability management**, v. 41, n. 4, p. 1044-1062, 2024.

BRUSSET, X.; TELLER, C. Supply chain capabilities, risks, and resilience. **International Journal of Production Economics**, v. 184, p. 59–68, fev. 2017.

EMADULDIN ALFAQIYAH et al. How Industry 4.0 Technologies Enhance Supply Chain Resilience: The Interplay of Agility, Adaptability, and Customer Integration in Manufacturing Firms. **Sustainability**, v. 17, n. 17, p. 7922–7922, 3 set. 2025.

DARYAKIN, A. A.; SKLYAROV, A. A.; KHASANOV, K. A. The role of key performance indicators (KPI) in banking activities. **Gênero & Direito**, v. 8, n. 4, 2019.

FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 210, n. 8, p. 15–26, abr. 2019.

FAGGIONI, F.; ROSSI, M.V.; SESTINO, A. Conceptualizing Supply Chain Resilience in Exogenous Crisis Times: Toward a Holistic Definition. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 15, n. 4, p. 17308–17332, 14 fev. 2024.

HARAPKO, S. **How COVID-19 impacted supply chains and what comes next**. Disponível em:https://www.ey.com/en_gl/insights/supply-chain/how-covid-19-impacted-supply-chains-and-what-comes-next. Acesso em 15 de maio de 2026.

IVANOV, D.; DOLGUI, A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of industry 4.0. **Production Planning & Control**, v. 32, n. 9, p. 775–788, 2021.

ISMAIL, K.; NIKOOKAR, E.; PEPPER, M. STEVENSON, M. The implications of Industry 4.0 for managing supply chain disruption and enhancing supply chain resilience: a systematic literature review. **International Journal of Production Research**, v. 63, n. 19, p. 1–27, 6 maio 2025.

JÜTTNER, U.; MAKLAN, S. Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n. 4, p. 246–259, 21 jun. 2011.

LI, P.; CHEN, Y.; GUO, X. Digital Transformation and Supply Chain Resilience. **International Review of Economics & Finance**, v. 99, n. 104033, p. 104033, mar. 2025.

MARINAGI, C.; REKLITIS, P.; TRIVELLAS, P.; SAKAS, D. The Impact of Industry 4.0 Technologies on Key Performance Indicators for a Resilient Supply Chain 4.0. **Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 5185, 15 mar. 2023.

MEIER, M.; PINTO, E. COVID-19 Supply Chain Disruptions. **European Economic Review**, v. 162, n. C, p. 104674, 1 fev. 2024.

MERKAŠ, Z.; PERKOV, D.; BONIN, V. The Significance of Blockchain Technology in Digital Transformation of Logistics and Transportation. **International Journal of E-Services and Mobile Applications**, v. 12, n. 1, p. 1–20, jan. 2020.

PATIDAR, A; SHARMA, M; AGRAWAL, R; SANGWAN, K.S. Supply chain resilience and its key performance indicators: an evaluation under Industry 4.0 and sustainability perspective. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 34, n. 4, 4 out. 2022.

REED, M. **Brazil Built In Home Appliances Market Size, Share Report By 2034**. Disponível em: <https://deepmarketinsights.com/vista/insights/built-in-home-appliances-market/brazil>. Acesso em: 18 maio. 2026.

SARTAL, A.; LLACH, J.; LEÓN-MATEOS, F. "Do technologies really affect that much? exploring the potential of several industry 4.0 technologies in today's lean manufacturing shop floors". **Operational Research**, v. 22, n. 5, p. 6075–6106, 8 set. 2022.

SHIN, Y.; THAI, V.; YUEN, K. F. The impact of supply chain relationship quality on performance in the maritime logistics industry in light of firm characteristics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 29, n. 3, p. 1077-1097, 2018.

WERNER, M. J.; YAMADA, A. P.; DOMINGOS, E.; LEITE, L.R.; PEREIRA, C.R. Exploring Organizational Resilience Through Key Performance Indicators. **Journal of Industrial And Production Engineering**, v. 38, n. 1, p. 51-65, 2020.

YIN, R. K. **Case Study Research and Applications: Design and Methods**. 6. ed. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2018.

YU, Y.; XU, L.; WEN, X. The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Resilience in Manufacturing: The Mediating Role of Supply Chain Integration. **Sustainability**, v. 17, n. 9, p. 3873, 25 abr. 2025.