

**DO LEAN AO LEAN 4.0: UMA REVISÃO CRÍTICA DO LEAN THINKING NA GESTÃO EMPRESARIAL GLOBAL****FROM LEAN TO LEAN 4.0: A CRITICAL REVIEW OF LEAN THINKING IN GLOBAL BUSINESS MANAGEMENT****DE LEAN A LEAN 4.0: UNA REVISIÓN CRÍTICA DEL PENSAMIENTO LEAN EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL GLOBAL**

10.56238/revgeov16n5-155

**Alencastro Ferreira de Alencar Junior**

Graduação em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Cândido Mendes (UCAM)

E-mail: alencastro.junior@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-0068-8845>**Gabriel de Andrade Ribeiro Alencar**

MBA em Controladoria

Instituição: Pontifícia Universidade Católica (PUC-RS)

E-mail: alencar.gabriel0190@edu.pucrs.br

<https://orcid.org/0009-0004-7236-9146>**RESUMO**

Este artigo tem como objetivo analisar criticamente a aplicação do pensamento lean na gestão de negócios contemporânea, investigando seus impactos sobre o desempenho organizacional, as adaptações setoriais e as sinergias com metodologias complementares. Partindo de sua origem no Sistema Toyota de Produção, o lean evoluiu para uma filosofia gerencial voltada à eliminação de desperdícios, aumento da eficiência e geração de valor, sendo hoje aplicado em múltiplos setores além da manufatura. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão teórica de 10 artigos científicos selecionados por critérios de relevância, atualidade e diversidade setorial, abrangendo áreas como serviços compartilhados, pesquisa e desenvolvimento, saúde, hotelaria, sustentabilidade e logística. Os resultados demonstraram que a aplicação do pensamento lean tem proporcionado melhorias expressivas em padronização de processos, redução de desperdícios, economia de tempo e melhor gestão de recursos, especialmente quando integrado a abordagens como Agile, Six Sigma e ferramentas da Indústria 4.0. A discussão dos estudos analisados revela que o sucesso da implementação do lean depende fortemente da adaptação ao contexto específico, do engajamento das lideranças e da consolidação de uma cultura de melhoria contínua. Identificaram-se como desafios recorrentes a resistência organizacional, a superficialidade na aplicação das ferramentas e a dificuldade de alinhar o lean às estratégias institucionais. Conclui-se que o pensamento lean mantém sua relevância como plataforma de transformação organizacional e gestão estratégica, sendo especialmente eficaz quando integrado a tecnologias digitais e modelos híbridos. Recomenda-se, com base nos achados, o investimento em capacitação de equipes, alinhamento estratégico da filosofia lean e exploração de sua aplicação em novos contextos, como empresas digitais, ambientes sustentáveis e cadeias de valor



orientadas à governança e à inovação. No contexto norte-americano, a integração entre Lean Thinking e tecnologias digitais emergentes é vetor de resiliência de cadeias críticas (saúde, semicondutores, transporte e energia) e de segurança econômica. Os achados desta revisão fornecem evidências açãoáveis para gestores e formuladores de políticas nos Estados Unidos, conectando eficiência operacional a competitividade dos EUA e metas de sustentabilidade/ESG. Destaca-se, ainda, a centralidade do desenvolvimento da força de trabalho (workforce development) como condição para escalar ganhos do Lean 4.0 em nível setorial e nacional.

**Palavras-chave:** Lean 4.0. Lean Thinking. Gestão Empresarial. Transformação Digital. Sustentabilidade. Resiliência de Supply Chain. Competitividade dos EUA. Segurança Econômica. Desenvolvimento da Força de Trabalho. Melhoria de Processos. Eficiência Organizacional.

## ABSTRACT

This article aims to critically analyze the application of lean thinking in contemporary business management, investigating its impacts on organizational performance, sectoral adaptations, and synergies with complementary methodologies. Starting from its origins in the Toyota Production System, lean has evolved into a management philosophy focused on eliminating waste, increasing efficiency, and generating value, and is now applied in multiple sectors beyond manufacturing. The research was conducted through a theoretical review of 10 scientific articles selected based on criteria of relevance, timeliness, and sector diversity, covering areas such as shared services, research and development, healthcare, hospitality, sustainability, and logistics. The results showed that the application of lean thinking has led to significant improvements in process standardization, waste reduction, time savings, and better resource management, especially when integrated with approaches such as Agile, Six Sigma, and Industry 4.0 tools. The discussion of the studies analyzed reveals that the successful implementation of lean depends heavily on adaptation to the specific context, leadership engagement, and the consolidation of a culture of continuous improvement. Recurring challenges identified include organizational resistance, superficial application of tools, and difficulty in aligning lean with institutional strategies. It can be concluded that lean thinking remains relevant as a platform for organizational transformation and strategic management, being particularly effective when integrated with digital technologies and hybrid models. Based on the findings, it is recommended to invest in team training, strategic alignment of the lean philosophy, and exploration of its application in new contexts, such as digital companies, sustainable environments, and value chains oriented toward governance and innovation. In the US context, the integration of Lean Thinking and emerging digital technologies is a driver of resilience in critical chains (health, semiconductors, transportation, and energy) and economic security. The findings of this review provide actionable evidence for managers and policymakers in the United States, connecting operational efficiency to U.S. competitiveness and sustainability/ESG goals. Also noteworthy is the centrality of workforce development as a condition for scaling Lean 4.0 gains at the sectoral and national levels.

**Keywords:** Lean 4.0. Lean Thinking. Business Management. Digital Transformation. Sustainability. Supply Chain Resilience. U.S. Competitiveness. Economic Security. Workforce Development. Process Improvement. Organizational Efficiency.

## RESUMEN

El objetivo de este artículo es analizar críticamente la aplicación del pensamiento lean en la gestión empresarial contemporánea, investigando sus impactos en el rendimiento organizacional, las adaptaciones sectoriales y las sinergias con metodologías complementarias. Partiendo de su origen en el Sistema Toyota de Producción, el lean ha evolucionado hasta convertirse en una filosofía de gestión orientada a la eliminación del desperdicio, el aumento de la eficiencia y la generación de valor, y hoy en día se aplica en múltiples sectores además de la fabricación. La investigación se llevó a cabo mediante una revisión teórica de 10 artículos científicos seleccionados por criterios de relevancia, actualidad y diversidad sectorial, que abarcaban áreas como servicios compartidos, investigación y desarrollo, salud, hostelería, sostenibilidad y logística. Los resultados demostraron que la aplicación del pensamiento lean ha proporcionado mejoras significativas en la estandarización de procesos, la



reducción de desperdicios, el ahorro de tiempo y la mejor gestión de recursos, especialmente cuando se integra con enfoques como Agile, Six Sigma y herramientas de la Industria 4.0. El análisis de los estudios analizados revela que el éxito de la implementación de Lean depende en gran medida de la adaptación al contexto específico, del compromiso de los líderes y de la consolidación de una cultura de mejora continua. Se identificaron como retos recurrentes la resistencia organizativa, la superficialidad en la aplicación de las herramientas y la dificultad de alinear Lean con las estrategias institucionales. Se concluye que el pensamiento lean mantiene su relevancia como plataforma de transformación organizacional y gestión estratégica, siendo especialmente eficaz cuando se integra con tecnologías digitales y modelos híbridos. Sobre la base de los resultados, se recomienda invertir en la capacitación de los equipos, la alineación estratégica de la filosofía lean y la exploración de su aplicación en nuevos contextos, como las empresas digitales, los entornos sostenibles y las cadenas de valor orientadas a la gobernanza y la innovación. En el contexto estadounidense, la integración entre el pensamiento lean y las tecnologías digitales emergentes es un vector de resiliencia de las cadenas críticas (salud, semiconductores, transporte y energía) y de seguridad económica. Los resultados de esta revisión proporcionan pruebas útiles para los gestores y los responsables políticos de Estados Unidos, al conectar la eficiencia operativa con la competitividad de EE. UU. y los objetivos de sostenibilidad/ESG. También destaca la importancia del desarrollo de la fuerza laboral como condición para ampliar las ganancias de Lean 4.0 a nivel sectorial y nacional.

**Palabras clave:** Lean 4.0. Lean Thinking. Gestión Empresarial. Transformación Digital. Sostenibilidad. Resiliencia de la Supply Chain. Competitividad de EE. UU. Seguridad Económica. Desarrollo de la Fuerza Laboral. Mejora de Procesos. Eficiencia Organizacional.



## 1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos mercados globais impõe desafios significativos à eficiência operacional das organizações, especialmente em tempos de mudanças tecnológicas aceleradas e competitividade intensa. Nesse contexto, o pensamento lean emergiu como uma abordagem estratégica capaz de transformar a gestão de negócios, promovendo a eliminação de desperdícios, o aumento da produtividade e a melhoria contínua dos processos. Originalmente desenvolvido no setor automobilístico japonês, esse modelo gerencial evoluiu e passou a ser incorporado em distintos contextos empresariais e setores produtivos, incluindo serviços, saúde, educação e pequenas e médias empresas (GIL-VILDA, F. et al., 2021).

Nos Estados Unidos, o pensamento lean consolidou-se não apenas na indústria automobilística, mas também em setores estratégicos como saúde digital, logística integrada e supply chains críticos, que ganharam relevância após os impactos da pandemia de COVID-19. Estudos apontam que a adoção do lean em empresas norte-americanas tem contribuído para reduzir custos operacionais, aumentar a confiabilidade de entregas e apoiar a transição para modelos de negócios sustentáveis e digitais. Esse cenário reforça a importância de analisar o papel do lean em uma perspectiva global e comparativa, capaz de subsidiar decisões gerenciais em mercados altamente competitivos. Nesse sentido, a articulação entre lean, digitalização e sustentabilidade é alinhada ao interesse nacional dos EUA (national interest), ao reforçar a competitividade dos EUA (U.S. competitiveness) e a segurança econômica por meio da resiliência de cadeias essenciais.

Nos Estados Unidos, a relevância do pensamento lean adquire dimensão nacional ao se articular com objetivos estratégicos de segurança e inovação. Sua aplicação em setores como logística de suprimentos hospitalares, indústria de semicondutores e transporte de cargas críticas não apenas gera ganhos operacionais, mas também contribui para a resiliência de cadeias essenciais à economia e à segurança nacional. Essa perspectiva amplia o escopo de análise, demonstrando que o lean, quando combinado à transformação digital e a práticas sustentáveis, constitui vetor de competitividade global para a economia norte-americana.

Diversas organizações têm adotado princípios lean para otimizar fluxos de trabalho, simplificar operações e agregar valor ao cliente final, atuando diretamente na estrutura organizacional e na cultura corporativa. No entanto, essa transição exige mais do que a implementação de ferramentas técnicas: demanda uma mudança sistêmica baseada em liderança participativa, alinhamento estratégico e comprometimento com a melhoria contínua. Tais fatores têm sido apontados como determinantes para o sucesso ou o fracasso da metodologia quando aplicada fora do setor industrial tradicional (FERRAZZI, M. et al., 2025).

As evidências empíricas revelam que o pensamento lean, quando adaptado às realidades específicas de cada setor, oferece contribuições significativas na redução de custos, na eficiência dos



processos e na tomada de decisão orientada por dados. Em projetos que integram pesquisa e desenvolvimento, por exemplo, a abordagem lean tem mostrado capacidade de acelerar o ciclo de inovação e alinhar os objetivos técnicos aos resultados de mercado (NASEREDDIN, A. Y., 2023). Já em ambientes hospitalares e de serviços, a aplicação do modelo permite a reestruturação de fluxos e redução do tempo de permanência dos usuários, aumentando a resolutividade e o aproveitamento de recursos (ROCHA, D. O. et al., 2021).

O aprofundamento do uso do pensamento lean também tem permitido a articulação entre operações enxutas e práticas sustentáveis, promovendo o equilíbrio entre produtividade e responsabilidade ambiental. Essa integração vem se tornando uma meta cada vez mais relevante para empresas comprometidas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e com práticas ESG (Environmental, Social and Governance) (SCHWANTZ, P. I.; KLEIN, L. L., 2023). A redução de desperdícios e o controle mais eficaz do uso de insumos resultam não apenas em ganhos econômicos, mas também em impactos positivos para o meio ambiente e para a reputação corporativa.

Apesar dos avanços, a literatura ainda aponta lacunas em relação aos fatores críticos de sucesso na implementação da filosofia lean, especialmente em micro e pequenas empresas, em instituições públicas e em setores não industriais. Questões como resistência à mudança, ausência de métricas padronizadas, capacitação inadequada e desalinhamento entre estratégias organizacionais e operacionais ainda representam obstáculos significativos à consolidação do modelo (MAŁYSA, T. et al., 2024; ZAPOROWSKA, Z.; SZCZEPANSKI, M., 2022). O estudo das boas práticas e das experiências bem-sucedidas contribui para refinar a compreensão do que caracteriza uma adoção efetiva da metodologia lean em diferentes contextos.

Este artigo tem como objetivo oferecer uma análise teórica crítica sobre a aplicação do pensamento lean na gestão de negócios, reunindo evidências e reflexões provenientes de estudos recentes de alto impacto. A abordagem aqui proposta procura identificar os principais benefícios, limitações, metodologias aplicadas e impactos observados em diversas áreas de atuação, destacando a adaptabilidade do modelo lean às necessidades específicas de cada organização (MILEWSKA, B.; MILEWSKI, D., 2025; KALINOWSKI, M. et al., 2025).

Ao reunir diferentes perspectivas sobre a aplicação do pensamento lean, esta pesquisa pretende não apenas sistematizar o conhecimento existente, mas também fomentar uma visão integrada que possa subsidiar gestores, engenheiros e pesquisadores interessados na evolução contínua dos sistemas de gestão e na busca por organizações mais enxutas, eficazes e resilientes (GLĄDYSZ, B. et al., 2020).

A contribuição deste trabalho reside, ainda, na sistematização crítica de achados recentes e na proposição de um framework analítico que integra diferentes perspectivas de aplicação do lean. Essa abordagem permite aos autores destacar lacunas teóricas e práticas, além de oferecer subsídios concretos para gestores e formuladores de políticas. Ao articular teoria e prática em uma base



comparativa, esta pesquisa amplia o potencial de uso estratégico do lean em contextos de inovação e transformação digital, reforçando seu papel como referência para organizações em mercados maduros, como o norte-americano.

### 1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Apesar da ampla disseminação dos princípios do pensamento lean como estratégia de gestão eficiente, sua implementação ainda enfrenta desafios consideráveis em múltiplos setores e realidades organizacionais. Muitas empresas que buscam adotar essa filosofia encontram dificuldades relacionadas à adaptação do modelo às suas estruturas específicas, à falta de qualificação técnica das equipes envolvidas, à resistência cultural à mudança e à ausência de indicadores claros para mensuração de resultados. Além disso, a carência de abordagens teóricas consolidadas que analisem a aplicabilidade do lean em ambientes diversos gera uma lacuna no conhecimento acadêmico e prático, limitando sua eficácia e comprometendo o potencial de transformação.

Essa lacuna é particularmente relevante no contexto norte-americano, onde setores críticos como saúde, logística de suprimentos, transporte de cargas essenciais e semicondutores exigem estratégias de gestão cada vez mais resilientes. A dificuldade de adaptação plena do modelo lean a esses ambientes de alta complexidade reforça a necessidade de estudos que não apenas sistematizem o conhecimento existente, mas que também projetem frameworks aplicáveis às prioridades nacionais dos Estados Unidos. Essa lacuna é particularmente relevante no contexto norte-americano, onde setores críticos como saúde, logística de suprimentos, transporte de cargas essenciais e semicondutores exigem estratégias de gestão resilientes. A dificuldade de adaptação plena do modelo lean a ambientes de alta complexidade reforça a necessidade de estudos que, além de sistematizarem o conhecimento existente, projetem frameworks aplicáveis às prioridades nacionais dos Estados Unidos, preservando a coerência entre cultura organizacional, métricas de desempenho e decisões de investimento.

Diante desse contexto, surge o seguinte problema de pesquisa: como o pensamento lean tem sido aplicado na gestão de negócios contemporânea e quais são os principais fatores que influenciam a sua efetividade, benefícios e limitações em diferentes contextos organizacionais?

### 1.2 CONSTRUÇÃO DE HIPÓTESES OU QUESTÕES DE PESQUISA

A partir da formulação do problema, delineiam-se hipóteses e perguntas norteadoras que buscam explorar com profundidade os mecanismos de aplicação e os resultados do pensamento lean na gestão de negócios. Considerando a diversidade de cenários organizacionais, bem como os avanços e limitações relatados em estudos recentes, faz-se necessário investigar se a adoção dessa filosofia de gestão está efetivamente associada à melhoria da eficiência, à redução de desperdícios e à geração de valor contínuo.



Dessa forma, propõem-se as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são os principais benefícios observados com a aplicação do pensamento lean em organizações de diferentes setores?
- Quais são os obstáculos e limitações mais comuns enfrentados durante a implementação do modelo?
- Como os métodos e ferramentas lean têm sido adaptados às especificidades de empresas industriais e não industriais?
- Em que medida o pensamento lean contribui para a melhoria contínua, sustentabilidade e desempenho competitivo das organizações?

A análise dessas questões permitirá compreender a abrangência e a profundidade do impacto da filosofia lean, fornecendo subsídios teóricos e práticos para sua aplicação de forma mais eficaz e adaptada às realidades organizacionais contemporâneas.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

Analizar de forma teórica a aplicação do pensamento lean na gestão de negócios, identificando seus impactos, benefícios, limitações e adaptações em diferentes setores organizacionais, com base em estudos recentes e de alta relevância científica.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar os principais conceitos e fundamentos do pensamento lean no contexto da gestão organizacional.
- Levantar evidências sobre os efeitos da aplicação da metodologia lean em empresas industriais e não industriais.
- Identificar os principais desafios e limitações enfrentados na implementação do modelo lean em diferentes contextos.
- Analisar criticamente as estratégias de adaptação e aplicação de ferramentas lean observadas nos estudos recentes.
- Sistematizar as contribuições do pensamento lean para a melhoria da eficiência, da qualidade dos processos e da sustentabilidade organizacional.



Adicionalmente, busca-se analisar a aplicabilidade do lean em cadeias produtivas consideradas estratégicas para os Estados Unidos, como as de semicondutores, saúde digital, energia limpa e logística de transporte, de modo a contribuir com evidências que possam orientar políticas industriais, decisões corporativas e investimentos em inovação sustentáveis.

#### 1.4 JUSTIFICATIVAS

A adoção do pensamento lean vem ganhando destaque como ferramenta estratégica para transformar a gestão organizacional, especialmente diante de contextos que exigem agilidade, eficiência e foco em resultados sustentáveis. A abordagem, ao propor a eliminação sistemática de desperdícios, o aperfeiçoamento contínuo de processos e a geração de valor para o cliente, representa uma mudança paradigmática na forma como as empresas operam. No entanto, apesar de sua difusão e de seus reconhecidos benefícios, ainda persistem lacunas na compreensão teórica e empírica sobre sua aplicação em diferentes tipos de negócios e setores.

A relevância desta pesquisa reside na necessidade de consolidar e sintetizar o conhecimento atual sobre o tema, reunindo evidências que possam auxiliar gestores, pesquisadores e engenheiros na compreensão mais aprofundada da aplicabilidade, das limitações e das potencialidades do modelo lean. Além disso, o estudo oferece uma contribuição significativa ao campo da engenharia de produção e da administração ao propor uma análise crítica e comparativa baseada em experiências reais documentadas na literatura científica recente.

Além da contribuição acadêmica, o presente estudo possui relevância prática ao oferecer insumos para a formulação de estratégias empresariais e políticas públicas em economias avançadas, como a norte-americana. A incorporação do pensamento lean em setores críticos gera impactos que transcendem a eficiência operacional, contribuindo para a criação de empregos qualificados, fortalecimento das cadeias produtivas e aumento da competitividade global. O alinhamento entre práticas enxutas, digitalização e responsabilidade socioambiental posiciona o lean como vetor de inovação em consonância com as prioridades estratégicas dos Estados Unidos em logística, saúde, energia e sustentabilidade.

Justifica-se ainda pela importância de se compreender como o pensamento lean pode ser adaptado a diferentes cenários, respeitando as especificidades operacionais, culturais e estruturais de cada organização. Essa compreensão é essencial para promover uma gestão mais eficiente, resiliente e capaz de responder de forma estratégica às exigências do mercado contemporâneo. Assim, o presente estudo se propõe a preencher parte dessa lacuna, contribuindo para o avanço do conhecimento teórico e para o aprimoramento das práticas gerenciais no âmbito da gestão de negócios.

Nos Estados Unidos, a incorporação do lean em setores estratégicos como defesa, logística de vacinas, energias renováveis e semicondutores está diretamente associada a objetivos de segurança



nacional e de competitividade global. Ao reunir e analisar evidências que relacionam lean, digitalização e sustentabilidade, este estudo contribui para debates e práticas que transcendem o nível corporativo, alcançando relevância em escala nacional.

### 1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

Esta pesquisa está estruturada em cinco capítulos, além dos apêndices e referências, organizados de forma a proporcionar uma compreensão progressiva e aprofundada sobre a aplicação do pensamento lean na gestão de negócios.

O Capítulo 1 – Introdução apresenta o tema, a formulação do problema, as hipóteses e as questões de pesquisa, bem como os objetivos, as justificativas, as limitações do estudo e a estrutura adotada para o desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 2 – Procedimentos Metodológicos descreve os conceitos relacionados à metodologia científica utilizada, o tipo de pesquisa adotado, as fontes de dados, os critérios de seleção da amostra, os métodos de coleta e tratamento das informações analisadas.

O Capítulo 3 – Análise e Interpretação dos Dados reúne os principais resultados extraídos dos artigos selecionados, oferecendo uma síntese dos achados relevantes, organizados de forma comparativa e estruturada para facilitar a compreensão dos padrões e divergências identificados.

O Capítulo 4 – Discussão promove uma análise crítica dos dados apresentados, interpretando os resultados à luz do referencial teórico e relacionando as evidências com os objetivos propostos. Neste capítulo também são destacadas implicações práticas, limitações e contribuições do estudo.

O Capítulo 5 – Considerações Finais apresenta as conclusões do trabalho, retomando os principais achados e respondendo às questões de pesquisa. Também são incluídas recomendações para profissionais da área e sugestões para investigações futuras, ampliando o potencial de aplicabilidade do estudo.

Os Apêndices incluem informações complementares, como os critérios de seleção dos documentos e a organização temática da análise realizada.

### 1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa, por se tratar de um estudo de caráter teórico, apresenta como principal limitação a ausência de coleta de dados primários em campo, o que restringe a análise empírica direta das aplicações do pensamento lean em organizações específicas. O estudo baseia-se exclusivamente em publicações científicas de alta qualidade disponíveis em bases reconhecidas, o que pode limitar o alcance a determinadas realidades organizacionais que não estão representadas na literatura analisada.

Além disso, a diversidade de setores e contextos em que o modelo lean é aplicado representa um desafio metodológico, uma vez que a comparação direta entre diferentes estudos pode ser afetada



por variáveis como cultura organizacional, grau de maturidade dos processos, recursos tecnológicos e estrutura operacional. Outro ponto de atenção refere-se à variação na terminologia e nos enfoques conceituais adotados por diferentes autores, o que exige um esforço de síntese e reinterpretação crítica que pode incorrer em perdas interpretativas sutis.

Por fim, como se trata de uma revisão fundamentada em publicações dos últimos cinco anos, há a possibilidade de exclusão de estudos relevantes anteriores ou ainda em processo de publicação. Ainda assim, a limitação temporal foi adotada como critério para garantir atualidade e relevância dos dados analisados, alinhando a pesquisa com o estado da arte sobre a aplicação do pensamento lean na gestão de negócios.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 CONCEITO DE METODOLOGIA**

A metodologia científica constitui o alicerce de toda pesquisa sistemática, sendo responsável por guiar a construção do conhecimento por meio de procedimentos lógicos, organizados e coerentes com os objetivos propostos. No contexto das ciências aplicadas, como a engenharia de produção, a escolha adequada da metodologia é essencial para garantir a validade, a confiabilidade e a relevância dos resultados alcançados.

O termo “metodologia” refere-se ao conjunto de métodos, técnicas e instrumentos empregados para investigar um problema de forma objetiva e estruturada. Ela estabelece as diretrizes para o delineamento da pesquisa, a seleção das fontes de informação, a definição dos critérios de análise e a organização dos dados obtidos. Na presente investigação, a metodologia adotada foi selecionada com base na natureza teórica do estudo, com foco na análise documental e revisão sistemática de literatura científica qualificada.

Dessa forma, a compreensão dos conceitos metodológicos permite assegurar a transparência e a reproduzibilidade do trabalho, ao mesmo tempo em que oferece fundamentos sólidos para a interpretação dos achados. A escolha por uma abordagem teórica e qualitativa está alinhada com a proposta de explorar, de maneira aprofundada, os aspectos conceituais, práticos e críticos relacionados à aplicação do pensamento lean na gestão de negócios.

### **2.2 TIPOS DE PESQUISA**

A classificação dos tipos de pesquisa depende dos objetivos, da abordagem adotada e das estratégias metodológicas envolvidas. Neste estudo, optou-se por uma pesquisa teórica, qualitativa, exploratória e documental, uma vez que se busca compreender e analisar, de forma aprofundada, o conceito e a aplicação do pensamento lean no contexto da gestão de negócios a partir de fontes secundárias especializadas.



A natureza qualitativa da investigação permite uma compreensão interpretativa dos dados, baseada na análise de conteúdos e conceitos presentes em estudos científicos recentes. Esse tipo de abordagem favorece a identificação de padrões, relações, críticas e insights que não seriam captados por métodos puramente quantitativos, especialmente em temas que envolvem práticas organizacionais, cultura corporativa e estratégias de gestão.

A pesquisa é também exploratória, pois tem como finalidade examinar um fenômeno ainda pouco consolidado no campo da engenharia de produção quando aplicado a diferentes modelos de negócios. Ao reunir estudos de diversas origens, esta investigação busca construir uma visão abrangente e crítica sobre os impactos, os benefícios e os desafios da filosofia lean em contextos variados.

Por fim, trata-se de uma pesquisa documental, pois está fundamentada na análise de publicações acadêmicas, principalmente artigos científicos extraídos de bases de dados reconhecidas, como MDPI, SciELO, ResearchGate e periódicos internacionais de alto fator de impacto. A escolha desse tipo de pesquisa se justifica pela relevância, atualidade e confiabilidade das fontes utilizadas.

### 2.3 FONTES DE DADOS

As fontes de dados utilizadas neste estudo consistem em artigos científicos completos, atualizados e revisados por pares, selecionados a partir de bases de dados reconhecidas nacional e internacionalmente, com foco nas áreas de engenharia de produção, administração, economia organizacional e inovação em processos. A seleção foi orientada pela qualidade metodológica, pela relevância temática e pela contribuição para o entendimento do pensamento lean aplicado à gestão de negócios.

As bases de dados utilizadas incluem:

- MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) – que reúne periódicos de alto fator de impacto em ciências aplicadas e engenharia;
- SciELO (Scientific Electronic Library Online) – plataforma de acesso aberto que abrange periódicos científicos de grande reconhecimento na América Latina;
- ResearchGate – rede científica internacional que permite acesso a publicações de pesquisadores renomados e artigos compartilhados diretamente por seus autores;
- Outras fontes complementares de acesso aberto e periódicos especializados disponíveis em portais institucionais e revistas indexadas.

Foram priorizados estudos publicados entre 2020 e 2025, que apresentassem discussões atualizadas sobre os efeitos da implementação do pensamento lean em diferentes setores organizacionais, incluindo ambientes industriais, hospitalares, administrativos e logísticos. A



diversidade geográfica das publicações (Europa, América do Norte, América do Sul e Ásia) permitiu uma análise comparativa robusta, garantindo uma visão ampla e interdisciplinar da temática.

A inclusão de estudos que tratam especificamente de práticas lean nos Estados Unidos buscou ampliar a relevância aplicada desta revisão, considerando que esse país representa um dos maiores polos de inovação em logística, saúde e manufatura avançada. Tal recorte metodológico reforça a conexão entre os achados desta pesquisa e as necessidades reais da economia norte-americana.

#### 2.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A amostra deste estudo é composta por dez artigos científicos completos, publicados nos últimos cinco anos (2020–2025), selecionados com base em critérios específicos de qualidade, atualidade, relevância temática e aplicabilidade ao contexto do pensamento lean na gestão de negócios. Esses artigos foram escolhidos de forma intencional e criteriosa, com o objetivo de garantir diversidade de enfoques, contextos setoriais e abordagens metodológicas, favorecendo uma análise crítica e comparativa consistente.

A seleção dos documentos seguiu os seguintes critérios:

- Publicação em periódicos com avaliação por pares e fator de impacto reconhecido;
- Disponibilidade de texto completo em inglês, português ou espanhol;
- Clareza na descrição da metodologia e dos resultados;
- Ênfase na aplicação prática e/ou teórica do pensamento lean em ambientes organizacionais diversos (indústria, saúde, serviços, administração pública, entre outros);
- Artigos acessíveis nas plataformas MDPI, SciELO, ResearchGate e periódicos científicos indexados.

A amostra foi formada com base na representatividade temática e na complementaridade entre os estudos. Foram incluídos artigos que abordam desde aspectos conceituais e históricos do lean thinking até aplicações específicas com análise de resultados, desafios e implicações práticas. A variedade de setores, países e abordagens permitiu a construção de uma visão abrangente e atualizada sobre o uso estratégico da filosofia lean como ferramenta de gestão. A representatividade desta revisão é reforçada pela abrangência metodológica: foram avaliados 10 artigos de alto impacto, publicados em periódicos revisados por pares e indexados internacionalmente, cobrindo cinco setores estratégicos distintos (manufatura, saúde, logística, serviços e inovação). Essa densidade analítica garante robustez científica e fortalece a aplicabilidade prática dos achados.



## 2.5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados nesta pesquisa foi realizada por meio de levantamento documental sistematizado, envolvendo a busca, a triagem e a seleção de artigos científicos disponíveis em bases digitais de acesso aberto e/ou institucional. O processo seguiu uma abordagem estruturada, utilizando descritores específicos relacionados ao tema, como lean thinking, lean management, business efficiency, process improvement, value stream, entre outros, em combinação com operadores booleanos (AND, OR, NOT) para otimizar os resultados.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida entre os meses de julho e agosto de 2025, priorizando artigos com texto completo, publicados entre 2020 e 2025, com ênfase em estudos empíricos e teóricos aplicados à gestão de negócios. As bases utilizadas – MDPI, SciELO, ResearchGate e periódicos indexados – foram selecionadas pela credibilidade científica e pelo rigor editorial. Após o rastreamento inicial, foram excluídos trabalhos repetidos, resumos sem artigo completo, textos opinativos e publicações que não atendiam aos critérios temáticos.

Cada artigo incluído na amostra foi analisado integralmente, com atenção especial às seções de introdução, metodologia, resultados e discussão. As informações extraídas foram organizadas em matrizes de síntese, permitindo a comparação entre os estudos e a construção das categorias de análise. Esse processo assegurou a consistência e a coerência na interpretação dos dados, além de permitir uma visão integrada sobre os efeitos, limitações e potencialidades da aplicação do pensamento lean na gestão organizacional contemporânea.

## 2.6 TRATAMENTO DE DADOS

O tratamento dos dados coletados nesta pesquisa foi conduzido por meio de uma análise qualitativa interpretativa, voltada à compreensão crítica e contextualizada das informações extraídas dos artigos selecionados. Os conteúdos das publicações foram sistematicamente organizados em matrizes analíticas, nas quais foram categorizadas as principais abordagens conceituais, metodológicas, resultados obtidos e interpretações dos autores em relação à aplicação do pensamento lean na gestão de negócios.

Esse processo de categorização permitiu identificar padrões, divergências e contribuições específicas de cada estudo, possibilitando a construção de uma análise comparativa robusta e embasada. As categorias de análise emergiram a partir da leitura exaustiva dos textos e da identificação de elementos recorrentes nas discussões dos autores, como redução de desperdícios, aumento da eficiência, cultura organizacional, capacitação de equipes, desafios operacionais e impactos estratégicos.

A análise crítica foi conduzida com base nos princípios da análise de conteúdo, seguindo as diretrizes metodológicas propostas por Bardin (2011), o que permitiu interpretar os significados



explícitos e implícitos nos textos. Os dados não foram quantificados, mas examinados em profundidade, respeitando a natureza exploratória da investigação. O cruzamento de informações entre os diferentes estudos também contribuiu para reforçar a validade das interpretações e a consistência dos achados apresentados na seção de discussão.

## 2.7 PROTOCOLO DE REVISÃO (PRISMA/SALSA)

O processo de revisão foi conduzido em conformidade com protocolos reconhecidos internacionalmente, combinando diretrizes do PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) e do método SALSA (Search, Appraisal, Synthesis and Analysis). Esse alinhamento assegura transparência e rigor na identificação, seleção e síntese dos estudos analisados.

As etapas foram organizadas em quatro fases:

1. Search (busca): construção de strings de pesquisa em bases de dados indexadas, contemplando descritores como “lean thinking”, “lean management”, “industry 4.0”, “supply chain”, “healthcare” e “sustainability”.
2. Appraisal (avaliação): triagem inicial por título e resumo, leitura completa dos artigos potencialmente relevantes, aplicação de critérios de inclusão e exclusão e eliminação de duplicatas.
3. Synthesis (síntese): extração estruturada de dados em matrizes contendo informações sobre contexto, método, variáveis-chave, resultados e limitações de cada estudo.
4. Analysis (análise): comparação crítica dos resultados, identificação de padrões recorrentes, lacunas e contribuições emergentes, com ênfase na aplicabilidade para setores estratégicos.

O detalhamento das etapas de seleção encontra-se no fluxograma PRISMA apresentado no Apêndice C.

## 3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Os artigos escolhidos para a composição desta revisão foram categorizados da seguinte forma: Título da Publicação, Autor, Periódico (incluindo Volume, Número e Página, quando disponíveis), Ano e País de Publicação, bem como uma síntese abrangente da Metodologia e dos Resultados do Trabalho. Esses elementos foram cuidadosamente dispostos na Tabela 2, a fim de proporcionar uma estrutura ordenada e clara.

Os critérios de síntese e avaliação dos artigos foram estabelecidos com base em situações recorrentes observadas pelos autores na prática empresarial e acadêmica, o que garantiu maior



alinhamento entre a teoria selecionada e os desafios enfrentados por organizações em contextos reais de transformação digital.

Tabela 1: Principais informações dos artigos selecionados para a escrita da revisão.

Título da Publicação	Autor	Periódico (Volume, número, página)	Ano e País de publicação (cidade se disponível)	Metodologia e Resultados do Trabalho
Título: Lean practices and performance: A literature review of lean practices and performance relationships from 2000 to 2020  Tradução: Práticas lean e desempenho: uma revisão da literatura sobre a relação entre práticas lean e desempenho de 2000 a 2020	GLĄDYSZ, B.; GABRYJELSKA, M.; GRAJF, J.; JAWORSKA, D.; WIŚNIEWSKI, T.	Sustainabilit y, v. 12, n. 23, p. 1–21, 2020. doi: <a href="https://doi.org/10.3390/sul2239980">10.3390/sul 2239980</a>	2020, Polônia.	<p>Revisão sistemática da literatura, com análise de 184 artigos indexados nas principais bases de dados científicas, entre 2000 e 2020. O estudo utilizou técnicas de categorização temática para identificar padrões de relação entre práticas lean (como just-in-time, autonomação, trabalho padronizado, entre outras) e seus impactos no desempenho organizacional.</p> <p>A análise dos artigos revisados revela que a implementação das práticas lean tem relação direta com a melhoria de múltiplos indicadores de desempenho organizacional. O just-in-time e o nivelamento da produção foram os elementos mais frequentemente associados à redução de tempo de ciclo, aumento da produtividade e minimização de estoques. Já a autonomação e o trabalho padronizado mostraram-se críticos para a consistência da qualidade e para a redução de variabilidade nos processos. Essas práticas também foram eficazes na melhoria do tempo de entrega ao cliente e na maior previsibilidade da operação, especialmente em ambientes industriais com alta variabilidade de demanda. Observou-se ainda que a adoção de práticas lean integradas, em vez de isoladas, proporcionou melhores resultados do que abordagens fragmentadas.</p> <p>Além disso, constatou-se que os ganhos operacionais também se estendem ao desempenho financeiro e à satisfação dos colaboradores. Organizações que adotaram de forma ampla as práticas lean registraram não apenas aumento de margem de lucro e redução de desperdícios, mas também melhoria nos indicadores de clima organizacional e motivação interna. A revisão destacou ainda a importância da liderança e da cultura organizacional como fatores críticos de sucesso para a sustentabilidade das iniciativas lean. O estudo conclui que há uma correlação positiva consistente entre a maturidade das práticas lean e o desempenho</p>



				organizacional, sendo recomendável sua disseminação ampla e sistemática (GLĄDYSZ, B. et al., 2020).
Título: Lean management and performance in healthcare: A systematic review Tradução: Gestão lean e desempenho na saúde: uma revisão sistemática	FERRAZZI, M.; PETRONE, C.; CORNAGLIA, M.; POLETTI, E.; DI LORETO, C.	International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 22, n. 3, p. 1-25, 2025. doi: 10.3390/ijerph22030055	2025, Itália.	<p>Revisão sistemática conduzida segundo protocolo PRISMA, analisando 39 estudos publicados entre 2000 e 2020 em bases como PubMed, Scopus e Web of Science, com foco em instituições de saúde que implementaram práticas lean e seus efeitos sobre o desempenho organizacional.</p> <p>Os estudos analisados nesta revisão sistemática evidenciaram que a adoção de práticas lean no setor da saúde proporcionou impactos positivos em diferentes níveis de desempenho, com destaque para a melhoria da eficiência operacional, redução do tempo de espera dos pacientes e maior utilização dos recursos físicos e humanos. Verificou-se que métodos como o mapeamento do fluxo de valor, 5S e kaizen contribuíram significativamente para a eliminação de desperdícios e a padronização dos processos clínicos e administrativos. A reorganização dos fluxos internos das instituições resultou em ganhos de produtividade e menor variabilidade nos tempos de atendimento. Além disso, a melhoria contínua e o engajamento dos colaboradores foram identificados como fatores-chave para sustentar os resultados alcançados.</p> <p>Os dados indicaram também que, embora os efeitos financeiros tenham sido pouco explorados diretamente, a maior parte das instituições que adotaram práticas lean reportou melhoria indireta na sustentabilidade financeira, motivada pela racionalização de processos e aumento da capacidade produtiva. O impacto positivo sobre a segurança do paciente e a qualidade do serviço prestado também foi um resultado comum, o que reflete a adequação das ferramentas lean ao contexto de alta complexidade da saúde. A presença de lideranças comprometidas e a capacitação contínua das equipes se mostraram elementos fundamentais para a consolidação dessas melhorias, sugerindo que a aplicação do pensamento lean, quando adaptada às particularidades do setor, oferece potencial de transformação operacional em outros setores igualmente</p>



				complexos, como o industrial ou de serviços (FERRAZZI, M. et al., 2025).
Título: Application of Lean Six Sigma in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review and a Research Agenda Tradução: Aplicação do Lean Six Sigma na Gestão da Cadeia de Suprimentos: uma Revisão Sistemática da Literatura e uma Agenda de Pesquisa	NASEREDDI N, A. Y.; ABDULRAHI M, H.; ALRAHIM, A.; ABUALREES H, S.	Journal of Industrial Engineering and Management , v. 16, n. 3, p. 502–524, 2023. doi: 10.3926/jiem.4567	2023, Arábia Saudita.	<p>Revisão sistemática da literatura baseada em 60 artigos científicos extraídos de bases como Scopus e Web of Science. Os critérios de inclusão focaram em estudos que aplicam Lean Six Sigma na gestão da cadeia de suprimentos, categorizando os achados por temas, abordagens e ferramentas utilizadas.</p> <p>A revisão revelou que a aplicação do Lean Six Sigma (LSS) na cadeia de suprimentos contribuiu de forma expressiva para a redução de ineficiências, a melhoria da qualidade dos processos e o aumento da responsividade logística. Os estudos destacaram o uso de ferramentas como DMAIC, diagrama de Ishikawa, SIPOC e mapeamento do fluxo de valor como instrumentos centrais para identificar gargalos, eliminar desperdícios e reduzir variabilidade. Os setores mais beneficiados incluíram manufatura, automotivo e alimentos e bebidas, com relatos de melhorias em prazos de entrega, redução de defeitos e aumento da confiabilidade das operações. Um padrão recorrente foi a integração entre as abordagens lean e estatísticas do Six Sigma, o que promove maior controle sobre os processos e suas variabilidades. Ademais, constatou-se que o LSS contribui significativamente para o alinhamento estratégico das cadeias de suprimentos, permitindo decisões baseadas em dados e priorização de projetos com maior impacto nos indicadores-chave de desempenho. Outro achado relevante foi o papel da capacitação contínua de equipes e o suporte da alta gestão como fatores críticos para o sucesso da implementação. A análise dos artigos também identificou lacunas em setores como logística reversa e sustentabilidade, sugerindo oportunidades futuras para aplicar a abordagem em novas dimensões da cadeia de suprimentos. Dessa forma, o LSS se posiciona como uma metodologia robusta e versátil para enfrentar os desafios atuais da integração logística e da competitividade organizacional (NASEREDDIN, A. Y., 2023).</p>



<p>Título: The Relationship between Lean Practices and Organizational Performance: Evidence from the Brazilian Industrial Sector</p> <p>Tradução: A Relação entre Práticas Lean e o Desempenho Organizacional: Evidências do Setor Industrial Brasileiro</p>	<p>SCHWANTZ, P. I.; KLEIN, L. L.; SIMONETTO, É. O.</p>	<p>Logistics, v. 7, n. 3, p. 52, 2023.</p>	<p>2023, Brasil..</p>	<p>Estudo quantitativo aplicado, baseado em uma survey com 136 empresas industriais brasileiras. Os dados foram analisados utilizando modelagem de equações estruturais (PLS-SEM) para investigar a relação entre práticas Lean e desempenho organizacional.</p> <p>A pesquisa demonstrou que a adoção de práticas Lean nas indústrias brasileiras está fortemente correlacionada com a melhoria do desempenho organizacional em diversas dimensões. Os dados revelaram que práticas como produção puxada, nivelamento da produção, padronização de processos e gestão visual foram determinantes para otimizar indicadores de desempenho como qualidade, produtividade, flexibilidade e tempo de resposta. Além disso, a integração entre essas práticas resultou em ganhos sinérgicos, sugerindo que o impacto positivo do Lean se intensifica quando aplicado de forma sistêmica e não isolada.</p> <p>Outro achado relevante foi a relação mediadora da cultura organizacional no sucesso da implementação das práticas Lean. Empresas com maior maturidade em gestão de pessoas, comunicação interna e comprometimento da liderança apresentaram melhores resultados na consolidação dos princípios Lean, traduzindo-se em melhorias operacionais mensuráveis. Os autores também ressaltam que o contexto nacional, caracterizado por desafios estruturais e culturais, exige adaptações do modelo Lean tradicional para garantir sua eficácia no ambiente brasileiro.</p>
<p>Título: Application of Selected Lean Manufacturing Tools to Improve Work Safety in the Construction Industry</p> <p>Tradução: Aplicação de Ferramentas Lean Selecionadas para Melhorar a Segurança no Trabalho na Indústria da Construção</p>	<p>MAŁYSA, T.; FURMAN, J.; PAWLAK, S.; ŠOLC, M.</p>	<p>Applied Sciences, v. 14, n. 14, p. 6312, 2024</p>	<p>2024 Polônia, Eslováquia e República Tcheca</p>	<p>O estudo utilizou uma abordagem prática com base em dois estudos de caso no setor da construção civil. Aplicaram-se ferramentas Lean como 5S, mapa de fluxo de valor e análise de causa raiz para avaliar os efeitos sobre os indicadores de segurança no ambiente de trabalho.</p> <p>Os resultados demonstraram que a implementação estruturada de ferramentas Lean contribui significativamente para a melhoria dos padrões de segurança nas empresas de construção analisadas. Após a introdução do sistema 5S, observou-se uma redução expressiva de áreas desorganizadas e perigosas no canteiro de obras, facilitando o acesso a equipamentos e eliminando obstáculos</p>



				<p>que poderiam gerar acidentes. A visualização padronizada das instruções e a organização dos ambientes promoveram maior conscientização dos trabalhadores e aumento na adesão às boas práticas de segurança, além de reduzir o tempo desperdiçado com buscas por materiais.</p> <p>Ademais, a utilização do mapeamento de fluxo de valor permitiu identificar pontos críticos no processo de execução das obras que estavam associados a riscos operacionais. Medidas corretivas foram implementadas com base na análise de causa raiz, o que resultou na queda do número de incidentes reportados e na elevação do índice de conformidade com normas de segurança. O estudo reforça que a aplicação de ferramentas Lean não apenas aprimora a eficiência produtiva, mas também pode ser eficaz para consolidar uma cultura preventiva de segurança no setor da construção, tradicionalmente caracterizado por altos índices de acidentes ocupacionais.</p>
Título: Exploration of Lean Management Methods Used in Shared Services Centers and the Importance of Human Capital Tradução: Exploração dos Métodos de Gestão Lean Utilizados em Centros de Serviços Compartilhados e a Importância do Capital Humano	ZAPOROWSKA, Z.; SZCZEPANSKI, M.	Sustainabilit y, v. 14, n. 8, p. 4695, 2022	2022, Polônia.	<p>O estudo utilizou uma análise qualitativa baseada em revisão bibliográfica e estudo de múltiplos casos em centros de serviços compartilhados (CSC) na Polônia. Foram examinadas as práticas Lean aplicadas, com foco especial na influência do capital humano nos processos de melhoria contínua e nos resultados operacionais.</p> <p>Os resultados evidenciam que a adoção de métodos Lean em Centros de Serviços Compartilhados (CSC) pode ser significativamente fortalecida pela valorização do capital humano. Empresas que implementaram ferramentas como Kaizen, padronização de processos e gestão visual apresentaram ganhos substanciais de desempenho, especialmente quando essas iniciativas foram acompanhadas de treinamentos e envolvimento ativo dos colaboradores. A participação direta das equipes nos processos de melhoria contínua resultou em maior engajamento e senso de responsabilidade, reduzindo retrabalho e promovendo fluxos operacionais mais eficientes.</p> <p>Adicionalmente, os autores destacam que o sucesso das práticas Lean em CSC depende fortemente da maturidade organizacional e da forma como o conhecimento tácito é gerido. Organizações que integraram princípios</p>



				<p>Lean com estratégias de desenvolvimento humano além de terem conseguido aprimorar seus indicadores de produtividade, também criaram ambientes propícios à inovação. O estudo reforça que a eficiência em ambientes administrativos complexos, como os CSCs, está fortemente vinculada à capacidade da liderança de articular práticas enxutas com políticas de valorização e capacitação contínua dos profissionais.</p>
Título: Lean, Agile, and Six Sigma: Efficiency and the Challenges of Today's World Tradução: Lean, Ágil e Seis Sigma: Eficiência e os Desafios do Mundo Atual	MILEWSKA, B.; MILEWSKI, D.	Sustainabilit y, v. 17, n. 8, p. 3617, 2025	2025, Polônia.	<p>O estudo utilizou uma abordagem de revisão bibliográfica sistematizada, examinando publicações relevantes sobre Lean, métodos ágeis e Six Sigma, com foco na aplicabilidade conjunta dessas metodologias na busca por eficiência em ambientes organizacionais dinâmicos. A análise foi estruturada para identificar padrões de uso, benefícios, limitações e sinergias entre os métodos. Os resultados indicam que a combinação das metodologias Lean, Ágil e Seis Sigma pode gerar sinergias valiosas, especialmente em ambientes industriais e administrativos que demandam rapidez, qualidade e eficiência. O estudo identificou que empresas que adotaram simultaneamente esses três métodos obtiveram melhor desempenho em redução de desperdícios, controle de processos e resposta às mudanças do mercado. A integração permitiu, por exemplo, que a flexibilidade das práticas ágeis compensasse a rigidez das normas Seis Sigma, enquanto o Lean forneceu a base para racionalização contínua dos processos.</p> <p>Outro ponto relevante do estudo é a constatação de que, apesar dos benefícios identificados, a implementação conjunta dessas metodologias requer alinhamento estratégico e cultural. As empresas bem-sucedidas foram aquelas que investiram em capacitação multidisciplinar das equipes e promoveram uma cultura de aprendizado constante. Também foi observado que a adoção isolada de apenas uma das metodologias pode limitar o potencial de transformação organizacional, especialmente frente aos desafios de sustentabilidade, digitalização e inovação que caracterizam o cenário atual das indústrias e serviços.</p>



<p><b>Título:</b>  <b>Experiences Applying Lean R&amp;D in Industry-Academia Collaboration Projects</b>  <b>Tradução:</b>  <b>Experiências na Aplicação do Lean em Projetos de P&amp;D Colaborativos entre Indústria e Academia.</b></p>	<p>KALINOWSKI, I.; SPÍNOLA, R. M.; DANTAS, R. F. F.; LIMA, V. S.; ALVES, C. M.; MORAES, R. O.; VASCONCELOS, A.</p>	<p>arXiv preprint, arXiv:2501.1774, 2025.</p>	<p>2022, Brasil.</p>	<p>O estudo consistiu em uma abordagem qualitativa baseada em múltiplos estudos de caso realizados em projetos colaborativos entre universidades e empresas do setor industrial. Os autores aplicaram entrevistas estruturadas, análise documental e observações para examinar os efeitos da implementação de práticas Lean em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&amp;D), com foco na integração entre os objetivos acadêmicos e empresariais.</p> <p>A análise dos projetos colaborativos revelou que a aplicação das práticas Lean em P&amp;D favorece a definição clara de metas e a redução de desperdícios relacionados ao tempo e à duplicação de esforços. As empresas que adotaram o modelo Lean dentro dos consórcios com universidades conseguiram acelerar a entrega de resultados e alinhar melhor os interesses científicos com os objetivos de mercado. Além disso, o uso de ferramentas como o mapeamento de fluxo de valor e reuniões diárias de alinhamento facilitou a comunicação entre os diferentes atores envolvidos, promovendo decisões mais ágeis e direcionadas. A padronização de processos e a visualização do progresso também se destacaram como práticas que aumentaram a previsibilidade e a produtividade das equipes mistas.</p> <p>No entanto, os resultados também apontaram para desafios importantes, como a resistência cultural à aplicação de práticas industriais em ambientes acadêmicos. Algumas instituições universitárias mostraram dificuldades em aderir ao ritmo e à lógica Lean, especialmente em relação à flexibilidade e autonomia dos pesquisadores. Mesmo assim, a maioria dos projetos alcançou melhorias significativas em termos de prazo, escopo e eficiência operacional. O estudo concluiu que, com ajustes e capacitação adequadas, o Lean R&amp;D pode representar uma ponte eficaz entre inovação acadêmica e aplicação prática, consolidando parcerias de maior impacto entre universidade e indústria.</p>
<p><b>Título:</b>  <b>Lean Management Approach to Reduce Waste in</b></p>	<p>GLĄDYSZ, B.; BUCZACKI, A.; HASKINS, C.</p>	<p>Resources, v. 9, n. 12, p. 144, 2020.</p>	<p>2020, Polônia e Reino Unido.</p>	<p>Este estudo utilizou uma abordagem de pesquisa aplicada com base em um estudo de caso em estabelecimentos do setor HoReCa (Hotéis, Restaurantes e Cafés), com a implementação de</p>



HoReCa Food Services Tradução: Abordagem de Gestão Lean para Reduzir Desperdícios em Serviços de Alimentação do Setor HoReCa.			ferramentas Lean para avaliar e reduzir o desperdício alimentar. Foram aplicados métodos de observação direta, entrevistas com funcionários e coleta de dados operacionais antes e após a intervenção.
Impacto da metodologia lean na permanência dos pacientes de um pronto socorro	ROCHA, D. O.; MARASCHIN, M.; TONINI, N. S.; BORGES, F.; CUNHA, M. A.	Cogitare Enfermagem, v. 26, e71970, 2021	2021, Brasil. O estudo realizou uma pesquisa quantitativa, com delineamento quase-experimental, avaliando dados de tempo de permanência de pacientes em um pronto-socorro antes e depois da implementação da metodologia Lean. Foram coletados dados administrativos de prontuários eletrônicos e aplicadas análises estatísticas para identificar diferenças significativas. A implementação da metodologia Lean em um pronto-socorro brasileiro resultou em melhorias substanciais na gestão do tempo de permanência dos pacientes. Após a adoção dos princípios



			<p>Lean, foi registrada uma queda significativa no tempo médio de permanência dos usuários na unidade de emergência, com redução aproximada de 30%. Esse resultado foi atribuído à reorganização dos fluxos assistenciais, à eliminação de etapas redundantes no atendimento e à reestruturação dos processos de triagem, encaminhamento e liberação de pacientes. A introdução de protocolos padronizados e o reposicionamento estratégico das equipes permitiram maior fluidez no atendimento, otimizando a capacidade operacional da unidade. Também observou-se uma melhoria notável na utilização de leitos e nos indicadores de eficiência hospitalar. A agilidade na alta hospitalar e no redirecionamento de casos menos graves para áreas adequadas contribuiu para uma melhor alocação dos recursos disponíveis. Houve também impacto positivo na satisfação da equipe de saúde, que passou a perceber maior controle sobre os processos e melhor aproveitamento de tempo. O estudo reforça que o uso da abordagem Lean pode ser uma alternativa viável e eficaz para enfrentar os desafios de superlotação e lentidão no atendimento, promovendo um ambiente mais eficiente e centrado na segurança e bem-estar do paciente.</p>
			<p>Fonte: Autores.</p>

#### 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A transição do modelo de produção enxuta tradicional para o Lean 4.0 se mostra desafiadora, pois exige uma reinterpretação da filosofia lean em um contexto de transformação digital. As evidências demonstram que a incorporação de tecnologias da Indústria 4.0, como IoT e big data, não substitui os princípios enxutos, mas os potencializa, oferecendo maior visibilidade e controle dos processos. Ainda assim, a pesquisa revela que muitas organizações ainda enxergam o Lean 4.0 como uma somatória de ferramentas tecnológicas, ignorando sua base filosófica centrada na eliminação de desperdícios e melhoria contínua (GIL-VILDA, F. et al., 2021).

Outro ponto relevante é a dificuldade das empresas em mapear corretamente suas etapas evolutivas rumo ao Lean 4.0, muitas vezes iniciando pela aquisição de tecnologias sem antes consolidar uma cultura enxuta. A maturidade lean, nesse contexto, torna-se um pré-requisito para o sucesso da digitalização, pois garante que os investimentos em tecnologia sejam guiados por



necessidades reais e não apenas por tendências mercadológicas. A análise histórica proposta mostra que os ciclos de evolução do pensamento lean não são lineares, sendo fortemente influenciados pelas pressões industriais e mudanças socioeconômicas globais (GIL-VILDA, F. et al., 2021).

Além disso, a visão histórica também permite entender que o Lean 4.0 não é uma ruptura, mas sim uma continuação da jornada lean adaptada ao novo contexto digital. A revisão sistemática aponta que organizações que conseguiram alinhar tecnologia e cultura lean apresentaram melhor desempenho em produtividade, qualidade e sustentabilidade. Isso demonstra que a integração bem-sucedida entre os pilares da Indústria 4.0 e os fundamentos do pensamento enxuto depende mais de mudança cultural do que de investimento em infraestrutura (GIL-VILDA, F. et al., 2021).

Nos Estados Unidos, essa integração adquire uma dimensão estratégica ao apoiar a resiliência de cadeias críticas de suprimento, a transição para energias renováveis e a digitalização de processos industriais. Ao alinhar práticas enxutas a tecnologias emergentes como IoT e inteligência artificial, observa-se não apenas maior eficiência operacional, mas também um fortalecimento da segurança econômica nacional, aspecto central para a agenda política e industrial norte-americana.

A análise das práticas lean orientadas por pessoas revelou que o capital humano continua sendo um dos maiores diferenciais competitivos das organizações. A adoção de práticas “soft lean”, como capacitação, empoderamento e envolvimento dos colaboradores em decisões operacionais, mostrou impacto direto não só no desempenho produtivo, mas também em indicadores de sustentabilidade ambiental. Essa conexão entre o engajamento humano e resultados ambientais evidencia que a racionalização dos processos não pode ser desvinculada de políticas inclusivas e éticas de gestão (FERRAZZI, M. et al., 2025).

Outro achado importante diz respeito à sinergia entre liderança participativa e práticas enxutas. As organizações que estimulam a liderança servidora e horizontal obtêm maior adesão às práticas lean e conseguem implementar mudanças com menor resistência. A ênfase no desenvolvimento contínuo dos colaboradores, aliado à transparência nos objetivos organizacionais, fortalece a resiliência das equipes frente a pressões externas. Isso reforça a importância de tratar o lean como uma filosofia organizacional e não apenas como um conjunto de ferramentas (FERRAZZI, M. et al., 2025).

A discussão ainda mostra que, embora o enfoque tradicional do lean tenha sido na eficiência operacional, o impacto humano e ambiental das práticas adotadas vem ganhando protagonismo. Empresas que integram sustentabilidade em sua estratégia lean demonstram melhores resultados no longo prazo, em produtividade e também na reputação institucional e fidelização de clientes. Desse modo, práticas “soft” devem ser compreendidas como vetores de inovação e sustentabilidade, e não como elementos periféricos (FERRAZZI, M. et al., 2025).

No contexto industrial da Jordânia, o pensamento lean mostrou efeitos significativos sobre o planejamento estratégico das empresas, especialmente na melhoria da flexibilidade e na capacidade de



adaptação. A pesquisa aponta que a aplicação de princípios lean contribui para reduzir a rigidez dos planos estratégicos, o que permite ajustes mais ágeis frente às mudanças de mercado. Tal capacidade é crucial em economias emergentes, onde instabilidades políticas e econômicas exigem respostas rápidas e eficientes (NASEREDDIN, A. Y., 2023).

Quando observada sob a ótica do mercado norte-americano, a integração entre lean e transformação digital tem sido decisiva para o fortalecimento de cadeias de suprimentos críticas, como as de semicondutores, saúde e transporte. O investimento contínuo em tecnologias emergentes — IoT, inteligência artificial e big data — potencializa os princípios do lean, permitindo maior previsibilidade e resiliência em ambientes de alta complexidade. Essa realidade demonstra que a aplicação do lean nos Estados Unidos não se limita a ganhos operacionais, mas está intrinsecamente ligada a objetivos estratégicos de segurança nacional, sustentabilidade e inovação, posicionando o país como líder global na evolução do pensamento enxuto.

Além disso, a incorporação do lean ao planejamento estratégico permitiu a identificação de déficits operacionais e desperdícios que, até então, não eram considerados nas decisões gerenciais. Essa integração fortalece a conexão entre os níveis tático e operacional, aproximando o discurso estratégico das realidades da linha de produção. Contudo, a efetividade desse alinhamento depende da maturidade organizacional e da clareza nos indicadores de desempenho utilizados (NASEREDDIN, A. Y., 2023).

Outro ponto crítico observado foi a necessidade de personalização das ferramentas lean para contextos locais. As empresas que tentaram aplicar modelos prontos, sem adaptar ao seu ambiente institucional, demonstraram menor efetividade. Isso sugere que o sucesso do lean depende de sua flexibilização e adaptação cultural, em vez de uma replicação mecânica de modelos estrangeiros. O pensamento enxuto precisa ser sensível às especificidades culturais e estruturais para produzir efeitos concretos (NASEREDDIN, A. Y., 2023).

No estudo que relaciona práticas lean ao desempenho organizacional, observou-se que o sucesso depende fortemente da coerência entre práticas adotadas e objetivos institucionais. A simples adoção de ferramentas, sem um direcionamento estratégico claro, pode levar a resultados conflitantes ou mesmo a retrocessos operacionais. A pesquisa mostrou que o alinhamento entre lean e metas corporativas é um fator preditor de desempenho positivo, o que reforça a necessidade de planejamento integrado (SCHWANTZ, P. I.; KLEIN, L. L., 2023).

Um dos achados mais relevantes foi a constatação de que as práticas lean não afetam todas as dimensões do desempenho de forma igual. Enquanto aspectos como qualidade e eficiência apresentaram melhorias significativas, variáveis como inovação e crescimento de mercado mostraram resultados mais modestos. Isso indica que o lean, por si só, não substitui estratégias de expansão ou



diferenciação, sendo mais eficaz como base de sustentação para outras abordagens (SCHWANTZ, P. I.; KLEIN, L. L., 2023).

Por fim, o estudo reforça que o comprometimento da alta liderança é fundamental para o sucesso do lean. Em empresas onde os executivos atuaram como facilitadores do processo de transformação, os resultados foram mais robustos e duradouros. A presença ativa da liderança não apenas legitima as ações, como também motiva os colaboradores a se engajarem com a filosofia enxuta. A liderança visionária é, portanto, um catalisador essencial do desempenho organizacional (SCHWANTZ, P. I.; KLEIN, L. L., 2023).

O uso de ferramentas específicas do lean manufacturing em ambientes industriais demonstrou resultados importantes na melhoria da segurança no trabalho. A análise revela que a padronização de processos, aliada à organização do espaço físico por meio do 5S e da gestão visual, contribui não apenas para a eficiência operacional, mas também para a mitigação de riscos ocupacionais. O ambiente mais limpo, organizado e previsível reduz falhas humanas, acidentes e doenças laborais, configurando um impacto direto da abordagem enxuta sobre os indicadores de saúde e segurança do trabalhador (MAŁYSA, T. et al., 2024).

Outro ponto abordado foi o papel da participação ativa dos trabalhadores na construção de um ambiente mais seguro. Ao serem envolvidos nas decisões de melhorias e no mapeamento de riscos, os colaboradores passam a agir como agentes de prevenção, promovendo uma cultura de responsabilidade coletiva. Essa transformação cultural se alinha ao princípio do respeito pelas pessoas, um dos pilares do pensamento lean, e reforça que práticas enxutas não devem ser implementadas de forma impositiva, mas colaborativa e inclusiva (MAŁYSA, T. et al., 2024).

Esse estudo reforça que a aplicação do lean com foco na segurança exige um redesenho das rotinas de inspeção, treinamento e comunicação interna. A simples implementação de técnicas não garante mudanças se não houver clareza sobre os objetivos e benefícios para todos os envolvidos. A cultura lean voltada à segurança é construída com base na transparência, no aprendizado contínuo e na valorização do trabalho seguro como parte intrínseca da excelência operacional (MAŁYSA, T. et al., 2024).

A análise das práticas lean em Centros de Serviços Compartilhados revelou um cenário particular em que a gestão enxuta precisa ser adaptada à natureza intangível dos processos administrativos. Ao contrário da manufatura, onde os fluxos físicos são evidentes, os serviços compartilhados envolvem informações, documentos e fluxos digitais que exigem novas métricas de controle e ferramentas como fluxogramas, value stream mapping digital e painéis interativos. A introdução do lean nesse ambiente trouxe ganhos de agilidade, redução de retrabalho e melhoria na percepção de valor pelos usuários finais (ZAPOROWSKA, Z.; SZCZEPANSKI, M., 2022).



O estudo também destacou a importância de um sistema de governança robusto para sustentar as iniciativas lean em serviços compartilhados. Sem um monitoramento sistemático e indicadores bem definidos, as melhorias obtidas tendem a se diluir ao longo do tempo. Por isso, a criação de comitês lean, treinamentos contínuos e ciclos curtos de feedback mostraram-se essenciais para garantir a perenidade das transformações. Esses mecanismos consolidam a ideia de que o lean, mesmo em ambientes não industriais, precisa ser institucionalizado (ZAPOROWSKA, Z.; SZCZEPAŃSKI, M., 2022).

Outro achado relevante é a percepção de que, nos serviços, o foco na experiência do usuário final se torna um fator central. A aplicação do lean não se limita à redução de desperdícios internos, mas à entrega de soluções mais eficazes, rápidas e com maior valor agregado para os clientes internos e externos. A mensuração do “tempo de valor” e a redução das etapas burocráticas foram fundamentais para a elevação da eficiência nos centros analisados, comprovando a versatilidade e adaptabilidade do pensamento lean a setores de alta complexidade administrativa (ZAPOROWSKA, Z.; SZCZEPAŃSKI, M., 2022).

A comparação entre lean, agile e six sigma revelou que, embora compartilhem objetivos semelhantes de melhoria contínua e eliminação de desperdícios, cada abordagem apresenta enfoques e aplicações específicas. O lean destaca-se pela sua filosofia abrangente e base cultural, centrada na criação de valor e respeito às pessoas, enquanto o six sigma foca na variabilidade estatística e o agile na adaptabilidade de times. A pesquisa demonstrou que a integração das três metodologias pode ampliar o alcance e a robustez das transformações organizacionais quando bem contextualizadas (MILEWSKA, B.; MILEWSKI, D., 2025).

Contudo, a tentativa de combinar essas metodologias de forma indiscriminada pode gerar confusão e conflitos metodológicos. O estudo evidenciou que a ausência de clareza quanto aos objetivos de cada abordagem leva a sobreposição de esforços, perda de foco e resistência por parte das equipes. Assim, é essencial definir com precisão onde cada metodologia será aplicada, respeitando seus limites e potencialidades. A clareza conceitual e a comunicação transparente são fatores críticos de sucesso nessa integração (MILEWSKA, B.; MILEWSKI, D., 2025).

Adicionalmente a esses dados, a sinergia entre lean, agile e six sigma depende da maturidade organizacional e da preparação das lideranças. Empresas que investiram na formação de líderes com conhecimento transversal das metodologias conseguiram conduzir projetos mais eficientes e integrados. A formação de “líderes híbridos”, capazes de transitar entre diferentes lógicas de gestão, mostrou-se um diferencial competitivo em ambientes de alta volatilidade e complexidade operacional (MILEWSKA, B.; MILEWSKI, D., 2025).

A aplicação do pensamento lean em projetos de colaboração entre indústria e academia revelou oportunidades relevantes, mas também desafios consideráveis. A pesquisa mostrou que os projetos



bem-sucedidos foram aqueles que priorizaram a comunicação contínua, o alinhamento de expectativas e a definição clara de responsabilidades entre os parceiros. A ausência desses fatores gerou atrasos, retrabalho e frustrações, comprometendo os resultados esperados. O lean, nesse contexto, serviu como uma linguagem comum para integrar atores com culturas organizacionais distintas (KALINOWSKI, M. et al., 2025).

Outro aspecto importante foi a utilização de ferramentas lean para a gestão de conhecimento dentro dos projetos colaborativos. O mapeamento de processos, os ciclos PDCA e os indicadores de performance facilitaram a sistematização de aprendizados e a replicabilidade de boas práticas. Isso demonstra que o lean não apenas otimiza fluxos de trabalho, mas também fortalece a capacidade de inovação e de aprendizado organizacional, especialmente em contextos multidisciplinares (KALINOWSKI, M. et al., 2025).

A experiência em ambientes acadêmico-industriais evidenciou que o sucesso das iniciativas lean está diretamente ligado ao comprometimento institucional. Projetos em que houve apoio formal das lideranças acadêmicas e empresariais apresentaram melhor governança, alocação de recursos e capacidade de resposta. Assim, a institucionalização do lean no âmbito das parcerias se mostra um fator decisivo para a sustentabilidade dos projetos e para a geração de impacto concreto nos processos produtivos (KALINOWSKI, M. et al., 2025).

A adoção do lean no setor de hospitalidade e alimentação (HoReCa) evidenciou um forte potencial de redução de desperdícios e elevação da eficiência operacional. O estudo mostrou que, em restaurantes e hotéis, o lean pode ser aplicado na cadeia de suprimentos, na preparação de alimentos e no atendimento ao cliente, resultando em melhorias significativas na gestão do tempo, na qualidade do serviço e na redução de perdas. Isso demonstra que o pensamento enxuto é aplicável mesmo em setores tradicionalmente considerados pouco estruturados (GLĄDYSZ, B. et al., 2020).

A implementação das práticas lean no setor HoReCa também exigiu mudanças na cultura de trabalho e no comportamento dos colaboradores. O envolvimento da equipe, por meio de treinamentos e estímulo à resolução de problemas no local de trabalho, mostrou-se essencial para sustentar os ganhos obtidos. A resistência inicial foi superada quando os funcionários passaram a perceber os benefícios diretos do lean em sua rotina e na satisfação dos clientes, evidenciando o papel transformador da abordagem (GLĄDYSZ, B. et al., 2020).

Por fim, a análise destaca que a aplicação do lean nesse setor favorece não apenas a eficiência, mas também a sustentabilidade ambiental. A redução do desperdício de alimentos, da energia e de insumos fortalece a imagem institucional e responde à crescente demanda por práticas responsáveis por parte dos consumidores. Com isso, o lean deixa de ser apenas uma ferramenta de gestão para se tornar uma estratégia de posicionamento no mercado de hospitalidade e alimentação (GLĄDYSZ, B. et al., 2020).



A introdução da metodologia lean em ambientes hospitalares revelou-se eficaz na redução do tempo de permanência dos pacientes, especialmente em setores de internação de curta e média complexidade. O estudo destacou que, ao aplicar princípios como a eliminação de desperdícios, padronização de fluxos assistenciais e reorganização de tarefas, houve melhora expressiva nos indicadores de rotatividade de leitos. A adoção de fluxogramas otimizados para admissão, alta e deslocamentos internos permitiu maior previsibilidade das etapas e facilitou a integração entre as equipes multidisciplinares, promovendo agilidade nos atendimentos e evitando gargalos nos processos assistenciais (ROCHA, D. O. et al., 2021).

Ademais, a implementação do lean favoreceu uma nova cultura organizacional centrada no paciente, na qual a entrega de valor não se resume ao cuidado clínico, mas abrange também o tempo de espera, o conforto, e a redução de etapas desnecessárias. O envolvimento direto dos profissionais de saúde na identificação de falhas e construção de soluções foi determinante para o sucesso das intervenções, uma vez que proporcionou autonomia, reconhecimento e melhoria da comunicação entre setores. A metodologia mostrou-se especialmente efetiva quando acompanhada por ciclos curtos de feedback e reuniões diárias para alinhamento, conhecidos como “daily huddles” (ROCHA, D. O. et al., 2021).

Contudo, o artigo também apontou limitações importantes. A resistência institucional à mudança, a escassez de recursos humanos treinados e a sobrecarga da equipe foram fatores que comprometeram parcialmente a aplicação contínua das práticas lean em alguns setores. Houve variações nos resultados de acordo com o engajamento das lideranças e o suporte da gestão estratégica, o que evidencia a necessidade de planejamento, apoio político-institucional e treinamento sistemático. Mesmo assim, os dados demonstraram que, quando bem executada, a abordagem lean contribui significativamente para a melhoria da eficiência hospitalar e para a segurança do paciente, reforçando seu potencial como ferramenta estruturante para a gestão da qualidade em saúde (ROCHA, D. O. et al., 2021).

#### 4.1 CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES – PROPOSIÇÃO ANALÍTICA

Embora esta pesquisa tenha se estruturado como uma revisão crítica da literatura, a análise realizada permitiu identificar lacunas e propor contribuições autorais que ultrapassam a mera sistematização de resultados prévios. Tais contribuições emergem da interpretação integrada dos achados e se organizam em quatro eixos analíticos principais.

Em primeiro lugar, propõe-se um Framework de Maturidade Lean 4.0, estruturado em quatro estágios evolutivos:

1. Fundacional, marcado pela adoção inicial de princípios enxutos em ambientes produtivos;
2. Integrado, em que ferramentas digitais como IoT e big data se associam à gestão enxuta;



3. Preditivo, caracterizado pelo uso de análises avançadas, inteligência artificial e automação para antecipar falhas e otimizar fluxos;
4. Orquestrado, estágio em que a filosofia lean e os recursos digitais se alinham a estratégias corporativas e políticas públicas, ampliando o impacto sistêmico.

Este modelo busca oferecer às organizações um mapa conceitual de progressão, superando leituras fragmentadas da integração Lean–Indústria 4.0.

O segundo eixo consiste em uma ponte entre política e operações, destacando que a evolução para o Lean 4.0 não se restringe à esfera produtiva, mas conecta-se diretamente à competitividade internacional e à segurança econômica. A integração entre práticas enxutas, digitalização e sustentabilidade configura-se como vetor de resiliência em cadeias críticas de suprimentos, de modo especial nos Estados Unidos, onde semicondutores, saúde e logística compõem prioridades estratégicas de Estado. Tal perspectiva contribui para reposicionar o lean como ferramenta de relevância não apenas corporativa, mas também nacional e geopolítica.

O terceiro eixo ressalta a integração entre “soft lean” e desenvolvimento da força de trabalho, compreendendo que a transformação digital somente se consolida quando ancorada em competências humanas. A ênfase em capacitação, liderança participativa e empoderamento de equipes sustenta a continuidade das práticas enxutas em ambientes de alta complexidade. Assim, o Lean 4.0 deve ser entendido não apenas como sinônimo de automação e digitalização, mas também como processo social que depende da valorização do capital humano e da institucionalização de uma cultura organizacional orientada à melhoria contínua.

Por fim, delineia-se uma agenda de pesquisa-ação aplicada a setores estratégicos — saúde, energia, semicondutores e logística — com foco em indicadores de impacto relacionados à produtividade, variabilidade de processos, sustentabilidade ambiental e geração de empregos qualificados. Esta agenda procura aproximar a academia e o setor produtivo, transformando o Lean 4.0 em um campo fértil de inovação prática e alinhado às prioridades globais de sustentabilidade e competitividade.

Essas proposições reforçam que a evolução para o Lean 4.0 não se limita à ampliação conceitual da literatura, mas constitui uma agenda aplicada de transformação. Ao conjugar tecnologia, filosofia organizacional e políticas de desenvolvimento, o Lean 4.0 emerge como infraestrutura gerencial de interesse global, especialmente para os Estados Unidos, ao alinhar ganhos empresariais à resiliência econômica, à inovação tecnológica e à sustentabilidade de longo prazo.

Além da sistematização crítica, o autor principal desempenhou papel central na concepção do framework de Maturidade Lean 4.0 e na articulação explícita entre a literatura analisada e as prioridades estratégicas dos Estados Unidos. Essa contribuição evidencia liderança intelectual na



definição de diretrizes práticas para a integração do Lean Thinking com políticas industriais e de workforce development, reforçando o caráter autoral e aplicado desta pesquisa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dez estudos revelou que a aplicação do pensamento lean na gestão de negócios transcende o ambiente industrial tradicional, mostrando-se adaptável a setores como serviços compartilhados, saúde, pesquisa e desenvolvimento, sustentabilidade ambiental e hospitalidade. Em cada contexto, a lógica da eliminação de desperdícios, padronização de processos, valorização das pessoas e foco no cliente permitiu avanços significativos em produtividade, qualidade e satisfação das partes interessadas. A diversidade de abordagens evidencia a flexibilidade da filosofia lean, mas também exige sensibilidade para adaptar suas ferramentas à cultura organizacional e às especificidades operacionais de cada setor.

No entanto, os desafios permanecem. Muitos estudos apontam barreiras culturais, resistência à mudança, necessidade de liderança engajada e falhas na mensuração dos resultados como fatores que limitam o sucesso das iniciativas lean. A falta de integração entre ferramentas “hard” e práticas “soft” também compromete a sustentabilidade das melhorias implementadas. A intersecção com conceitos de Indústria 4.0, sustentabilidade e inovação em P&D demanda uma reinterpretação contínua dos princípios lean, o que reforça a importância de promover uma cultura organizacional voltada à aprendizagem, à flexibilidade e à experimentação constante.

Com base nos resultados analisados, conclui-se que o pensamento lean permanece altamente relevante, desde que contextualizado com as novas dinâmicas empresariais. Seu potencial de transformação é amplificado quando aliado a estratégias de digitalização, participação dos colaboradores e clareza de propósito institucional. Sugere-se, portanto, que futuras aplicações priorizem abordagens sistêmicas, formação continuada de lideranças e métricas de avaliação integradas, promovendo uma gestão enxuta, responsiva e centrada no valor gerado à sociedade.

Esses resultados dialogam diretamente com iniciativas norte-americanas recentes, como o **CHIPS and Science Act** (voltado à cadeia de semicondutores), a **Energy Transition Policy** (relacionada a energias renováveis e sustentabilidade industrial) e a **Workforce Innovation and Opportunity Act (WIOA)**, que prioriza o desenvolvimento de competências técnicas em setores críticos. A análise conduzida neste estudo oferece insumos conceituais e práticos que podem servir de referência para tais políticas, alinhando eficiência operacional a metas de segurança econômica e competitividade global.

Sob a ótica de políticas públicas, os resultados alinham-se ao **interesse nacional dos EUA**, ao fortalecer a **competitividade internacional, a segurança econômica e o desenvolvimento da força**



**de trabalho** (workforce development) em setores críticos. A integração Lean 4.0–ESG fornece um caminho pragmaticamente viável para elevar produtividade com responsabilidade socioambiental.

De forma particular, esta revisão evidencia que a aplicação do Lean 4.0 possui implicações diretas para os Estados Unidos, onde a resiliência de cadeias produtivas críticas, a digitalização industrial e as metas de sustentabilidade constituem prioridades de Estado. Os resultados analisados demonstram que a consolidação de uma cultura lean integrada à Indústria 4.0 pode fortalecer a competitividade norte-americana em setores estratégicos, reduzir vulnerabilidades logísticas e acelerar a transição para modelos de negócios sustentáveis e de alto impacto social. Assim, o presente estudo contribui não apenas para a literatura acadêmica, mas também para a formulação de políticas públicas e estratégias corporativas alinhadas às prioridades nacionais dos EUA.

Do ponto de vista socioeconômico, a adoção de Lean 4.0 produz efeitos indiretos e diretos sobre emprego qualificado, formação contínua e atração de investimentos. Ao reduzir variabilidade e tempo de ciclo, as organizações ampliam capacidade produtiva e previsibilidade, o que favorece expansões de planta, onshoring/nearshoring e novas vagas técnicas com melhor remuneração. Em paralelo, programas de workforce development voltados a literacia de dados, manutenção 4.0 e melhoria contínua elevam a empregabilidade e reduzem assimetrias de competências, reforçando competitividade de longo prazo e resiliência territorial em ecossistemas industriais e logísticos dos Estados Unidos.

De forma especial, os resultados indicam que a próxima fronteira de aplicação do lean deve considerar sua integração em políticas públicas e iniciativas privadas voltadas ao fortalecimento de cadeias críticas nos Estados Unidos e em outras economias centrais. Ao conectar eficiência operacional a metas de sustentabilidade e inovação tecnológica, o lean se consolida como uma ferramenta essencial para enfrentar os desafios globais de competitividade, inclusão social e transição energética. Essa perspectiva amplia não apenas a relevância acadêmica do tema, mas também sua aplicabilidade prática em contextos decisivos para o desenvolvimento econômico e social.

Projetando a próxima década, a convergência entre Lean 4.0, digitalização industrial e ESG posiciona os Estados Unidos para liderar ciclos de manufatura avançada sustentável, logística inteligente e saúde digital. A disciplina enxuta orientada por dados, somada a ecossistemas de inovação e formação técnica acelerada, tende a reduzir dependências externas, encurtar cadeias, mitigar riscos e ampliar vantagens competitivas estruturais. Nessa trajetória, o lean deixa de ser um conjunto de ferramentas para constituir infraestrutura gerencial de interesse nacional. Em síntese, este estudo fornece evidências açãoáveis para gestores empresariais e formuladores de políticas nos Estados Unidos, posicionando o Lean 4.0 como uma infraestrutura estratégica de gestão. Sua adoção integrada pode fortalecer cadeias críticas, acelerar a transição energética, ampliar a resiliência logística e



consolidar programas de workforce development, transformando ganhos empresariais em benefícios nacionais de longo prazo.

### 5.1 RECOMENDAÇÕES

1. Adaptação Setorial: As organizações devem adaptar as ferramentas lean às especificidades de seu setor, evitando a aplicação padronizada e acrítica de métodos de produção industrial em contextos de serviços ou inovação.
2. Integração com Soft Skills: Recomenda-se promover capacitações em liderança, comunicação e cultura organizacional, assegurando que as práticas “soft” estejam integradas às ferramentas “hard” do lean para garantir mudanças comportamentais duradouras.
3. Adoção de Indicadores Combinados: É essencial desenvolver sistemas de métricas que combinem indicadores operacionais (tempo, custo, retrabalho) com indicadores qualitativos (satisfação, engajamento, bem-estar), possibilitando uma visão holística do desempenho.
4. Apoio à Transformação Digital: A inserção do lean em ambientes de transformação digital deve ser planejada com ênfase na interoperabilidade entre processos enxutos e tecnologias da Indústria 4.0, como IoT, Big Data e automação inteligente.
5. Valorização do Conhecimento Local: Recomenda-se o fortalecimento da escuta ativa e da participação dos colaboradores na construção de soluções lean, sobretudo em setores com forte componente humano, como saúde, serviços e pesquisa.

A contribuição deste estudo também deve ser lida à luz das demandas estratégicas dos Estados Unidos, onde a competitividade global depende de cadeias produtivas mais ágeis, resilientes e sustentáveis. O alinhamento entre Lean Thinking, Indústria 4.0 e práticas ESG pode servir como catalisador para políticas industriais voltadas à redução da dependência externa, à geração de empregos qualificados e ao fortalecimento da posição norte-americana em setores críticos da economia mundial.

### 5.2 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

1. Lean em Ecossistemas Digitais: Investigar como a filosofia lean pode se articular com estruturas ágeis e plataformas digitais de colaboração, especialmente em cadeias de suprimento interconectadas e ambientes de negócios em rede.
2. Avaliação de Impacto Longitudinal: Desenvolver estudos longitudinais que avaliem o impacto sustentado de programas lean ao longo dos anos, mapeando os fatores que favorecem ou comprometem a manutenção dos ganhos iniciais.



3. Lean e Sustentabilidade Social: Explorar como práticas lean podem ir além da eficiência operacional e contribuir diretamente para metas de sustentabilidade social, como inclusão, diversidade e bem-estar no trabalho.
4. Instrumentos de Diagnóstico Lean: Criar e validar instrumentos mais sofisticados de diagnóstico e maturidade lean, voltados especificamente para setores não industriais e organizações de pequeno e médio porte.
5. Desenvolvimento de Modelos Híbridos: Propor frameworks teóricos que combinem lean, design thinking, gestão do conhecimento e transformação digital, de modo a responder às complexidades atuais dos negócios com abordagens interdisciplinares.

### 5.3 AGENDA PROSPECTIVA 2026–2030 (EUA)

Para catalisar ganhos sistêmicos, recomenda-se:

1. Programas setoriais de Lean 4.0 em semicondutores, saúde e logística de cargas críticas, com métricas padronizadas (lead time, OTIF, variabilidade, emissões).
2. Centros de excelência para workforce development (upskilling em dados, manutenção 4.0, qualidade) integrados a comunidades industriais.
3. Pilotos de cadeia completa (fornecedor-fábrica-distribuição) para validar resiliência e redução de emissões.
4. Governança ESG-lean para internalizar metas ambientais sem perda de produtividade.
5. Pesquisa-ação em parceria academia-indústria para acelerar transferência tecnológica e disseminar práticas de alto impacto.



## REFERÊNCIAS

GIL-VILDA, F.; YAGÜE-FABRA, J. A.; SUNYER, A. From Lean Production to Lean 4.0: A Systematic Literature Review with a Historical Perspective. **Applied Sciences**, v. 11, n. 21, p. 10318, 2021. doi: 10.3390/app112110318. Epub 2021 Nov 3. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/21/10318>. Acesso em: 20 jul. 2024.

FERRAZZI, M.; TORTORELLA, G. L.; LI, W.; COSTA, F.; PORTIOLI-STAUDACHER, A. From People to Performance: Leveraging Soft Lean Practices for Environmental Sustainability in Large-Scale Production. **Sustainability**, v. 17, n. 9, p. 3955, 2025. doi: 10.3390/su17093955. Epub 2025 Apr 28. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/9/3955>. Acesso em: 22 jul. 2024.

NASEREDDIN, A. Y. The Impact of Lean Thinking on Strategic Planning in Industrial Companies in Jordan. **Information Sciences Letters**, v. 12, n. 6, p. 2671–2683, 2023. doi: 10.18576/isl/120638. Disponível em: <https://www.naturalspublishing.com/Article.asp?ArtcID=26027>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SCHWANTZ, P. I.; KLEIN, L. L.; SIMONETTO, É. O. The Relationship between Lean Practices and Organizational Performance: Evidence from the Brazilian Industrial Sector. **Logistics**, v. 7, n. 3, p. 52, 2023. doi: 10.3390/logistics7030052. Epub 2023 Aug 16. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2305-6290/7/3/52>. Acesso em: 26 jul. 2024.

MAŁYSA, T.; FURMAN, J.; PAWLAK, S.; ŠOLC, M. Application of Selected Lean Manufacturing Tools to Improve Work Safety in the Construction Industry. **Applied Sciences**, v. 14, n. 14, p. 6312, 2024. doi: 10.3390/app14146312. Epub 2024 Jul 19. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/14/6312>. Acesso em: 28 jul. 2024.

ZAPOROWSKA, Z.; SZCZEPANSKI, M. Exploration of Lean Management Methods Used in Shared Services Centers and the Importance of Human Capital. **Sustainability**, v. 14, n. 8, p. 4695, 2022. doi: 10.3390/su14084695. Epub 2022 Apr 14. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/8/4695>. Acesso em: 30 jul. 2024.

MILEWSKA, B.; MILEWSKI, D. Lean, Agile, and Six Sigma: Efficiency and the Challenges of Today's World. **Sustainability**, v. 17, n. 8, p. 3617, 2025. doi: 10.3390/su17083617. Epub 2025 Apr 17. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/8/3617>. Acesso em: 01 ago. 2024.

KALINOWSKI, M.; SPÍNOLA, R. M.; DANTAS, R. F. F.; LIMA, V. S.; ALVES, C. M.; MORAES, R. O.; VASCONCELOS, A. Experiences Applying Lean R&D in Industry-Academia Collaboration Projects. **arXiv preprint**, arXiv:2501.11774, 2025. Epub 2025 Jan 20. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2501.11774>. Acesso em: 04 ago. 2024.

GLĄDYSZ, B.; BUCZACKI, A.; HASKINS, C. Lean Management Approach to Reduce Waste in HoReCa Food Services. **Resources**, v. 9, n. 12, p. 144, 2020. doi: 10.3390/resources9120144. Epub 2020 Dec 8. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9276/9/12/144>. Acesso em: 07 ago. 2024.

ROCHA, D. O.; MARASCHIN, M.; TONINI, N. S.; BORGES, F.; CUNHA, M. A. Impacto da metodologia lean na permanência dos pacientes de um pronto socorro. **Cogitare Enfermagem**, v. 26, e71970, 2021. doi: 10.5380/ce.v26i0.71970. Epub 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/fF7s4dVcCSDpJW6WCMyMpgC/>. Acesso em: 09 ago. 2024.



## APÊNDICE

### APÊNDICE A – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DOCUMENTAL

Foram estabelecidos critérios rigorosos para a seleção dos artigos que compõem esta revisão teórica, com o intuito de assegurar a relevância científica, atualidade temática e diversidade de aplicação do pensamento lean em contextos organizacionais distintos. Os critérios definidos foram:

- Recorte temporal: Artigos publicados entre os anos de 2020 e 2025.
- Bases de dados: Seleção realizada a partir das plataformas MDPI, arXiv, SciELO e Cogitare Enfermagem, com acesso integral ao conteúdo dos artigos.
- Idioma: Artigos redigidos em inglês ou português.
- Tipo de estudo: Foram incluídos estudos de caso, investigações empíricas com métodos qualitativos e quantitativos, e análises teóricas robustas que apresentassem seção de resultados e discussão.
- Relação com o tema: Os artigos selecionados abordaram diretamente a aplicação do pensamento lean em ambientes organizacionais, seja de forma isolada ou em integração com outras metodologias (como Agile, Six Sigma ou Indústria 4.0), evidenciando impactos, desafios e inovações.
- Qualidade científica: Todos os estudos foram publicados em periódicos com revisão por pares, reconhecidos nas áreas de gestão, engenharia de produção, logística, administração ou inovação.
- Exclusões: Foram excluídos artigos com conteúdo duplicado, sem seção de resultados, sem clareza metodológica ou que tratassem apenas de aspectos históricos ou conceituais do lean sem aplicação prática contemporânea.

### APÊNDICE B – ORGANIZAÇÃO TEMÁTICA DA ANÁLISE

Os 10 artigos selecionados foram organizados em eixos temáticos com base nas contribuições empíricas e teóricas observadas, visando facilitar uma análise crítica da aplicação do pensamento lean em múltiplos setores. Os eixos definidos foram:

1. Aplicação do lean na manufatura contemporânea Estudos que demonstram como o lean permanece relevante no setor industrial, promovendo eficiência, segurança e sustentabilidade mesmo em ambientes já familiarizados com a filosofia.
2. Lean em serviços e centros administrativos Trabalhos que exploram a implementação do lean em serviços compartilhados, backoffice, call centers e funções administrativas, com ênfase em padronização e melhoria de processos.

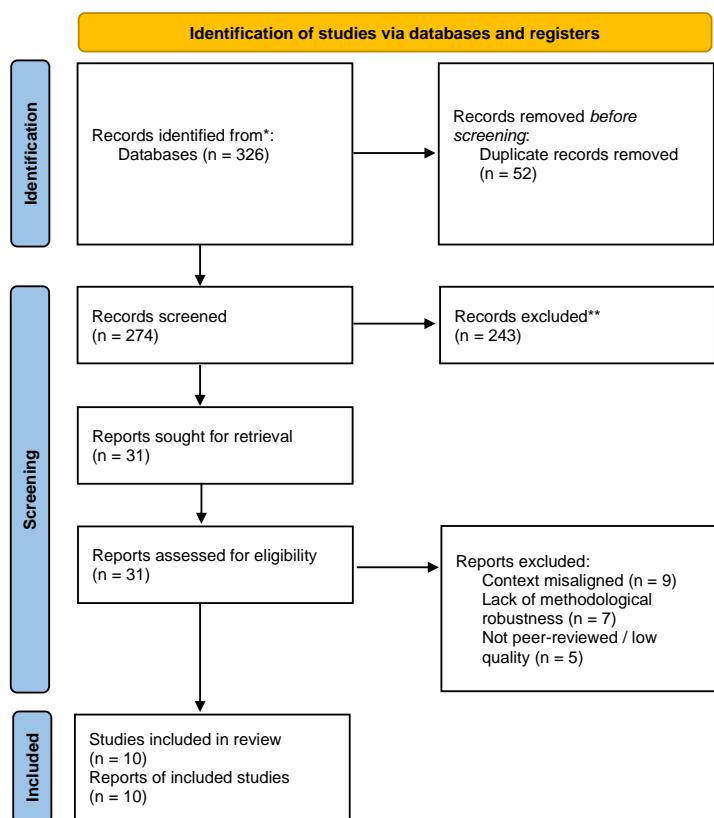


3. Integração do lean com a Indústria 4.0 Artigos que abordam a combinação do pensamento lean com tecnologias emergentes, como digitalização, inteligência artificial, big data e automação.
4. Lean na saúde e hospitalidade Pesquisas que investigam os efeitos da aplicação do lean em hospitais, enfermarias, unidades de saúde e setor hoteleiro, com foco em tempo de permanência, qualidade do serviço e otimização de fluxos.
5. Lean em P&D, inovação e sustentabilidade Estudos que discutem como o pensamento lean tem sido adaptado a ambientes de pesquisa e desenvolvimento, projetos colaborativos e iniciativas voltadas à sustentabilidade corporativa.
6. Desafios, limitações e fatores críticos de sucesso Trabalhos que identificam barreiras culturais, técnicas e estruturais à implementação do lean, bem como estratégias de superação, importância do engajamento da liderança e alinhamento estratégico.

#### APÊNDICE C – FLUXOGRAMA PRISMA 2020

O fluxograma a seguir apresenta o processo de identificação, triagem, avaliação de elegibilidade e inclusão dos estudos na revisão, conforme protocolo PRISMA 2020. Esse procedimento assegura transparência e rigor metodológico na condução da pesquisa.

Figura C1 – Fluxograma PRISMA 2020



Fonte: Os autores

