

Modelos de Maturidade em Pensamento Enxuto: uma Revisão Bibliométrica

Cibelle Lima Pereira Nery¹

<https://orcid.org/0009-0009-9077-9356>

Marcelo Albuquerque de Oliveira²

<https://orcid.org/0000-0003-2496-646X>

Jordania Louse Silva Alves³

<https://orcid.org/0000-0002-5744-6607>

RESUMO

Introdução: Este artigo apresenta uma revisão bibliométrica sobre pensamento enxuto com ênfase em modelos de maturidade. **Objetivo:** O objetivo é mapear a produção científica e identificar tendências e áreas de aplicação na literatura. **Metodologia:** Com base em 106 publicações revisadas por pares, indexadas nas bases Scopus e Web of Science entre 2002 e junho de 2026, o estudo seguiu as diretrizes PRISMA 2020, combinando análise descritiva com R-bibliometrix, mapeamento científico no software VOSviewer e análise do conteúdo dos documentos mais citados. **Resultados:** Os resultados revelam um campo em expansão ativa, com taxa de crescimento anual de 7,75% e cerca de 78% da produção concentrada após 2018. A análise de coocorrência identificou seis clusters temáticos, enquanto a análise de cocitação revelou quatro clusters. O Brasil lidera a produção científica, 16,4% dos documentos, seguido por Reino Unido e Austrália. A partir da análise de conteúdo dos 15 documentos mais citados, o estudo propõe uma classificação dos modelos de maturidade Lean em seis categorias: *Lean Manufacturing*, *Lean Six Sigma*, *Lean Healthcare*, *Lean Construction*, *Lean Indústria 4.0* e *Lean Green*. **Conclusão:** Os achados reforçam a consolidação dos modelos de maturidade como instrumentos estratégicos para avaliar e orientar a evolução do Lean nas organizações, evidenciando a necessidade de validações empíricas que conectem teoria e prática, promovendo a melhoria contínua e a gestão da qualidade nas organizações.

Palavras-chave

Pensamento enxuto; Modelos de maturidade; Bibliometria; Tendências de publicação; Mapeamento

Submetido em: 27/07/2026 – Aprovado em: 18/08/2026 – Publicado em: 18/08/2026

1 Mestranda do curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Amazonas. E-mail: cibelle.nery@ufam.edu.br

2 Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Amazonas. E-mail: marcelooliveira@ufam.edu.br

3 Doutora em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Paulo. E-mail: jordania@ufscar.br



Maturity Models in Lean Thinking: a Bibliometric Review

ABSTRACT

Introduction: This article presents a bibliometric review of Lean Thinking, with an emphasis on maturity models. **Objective:** The objective is to map scientific production and identify trends and areas of application in the literature. **Methodology:** Based on 106 peer-reviewed publications indexed in the Scopus and Web of Science databases between 2002 and June 2026, the study followed the PRISMA 2020 guidelines, combining descriptive analysis using R-bibliometrix, scientific mapping with VOSviewer software, and content analysis of the most cited documents. **Results:** The results reveal an actively expanding field, with an annual growth rate of 7.75% and approximately 78% of the scientific production concentrated after 2018. The co-occurrence analysis identified six thematic clusters, while the co-citation analysis revealed four clusters. Brazil leads scientific production, accounting for 16.4% of the documents, followed by the United Kingdom and Australia. Based on the content analysis of the 15 most cited documents, the study proposes a classification of Lean maturity models into six categories: Lean Manufacturing, Lean Six Sigma, Lean Healthcare, Lean Construction, Lean Industry 4.0, and Lean Green. **Conclusion:** The findings reinforce the consolidation of maturity models as strategic tools for assessing and guiding the evolution of Lean within organizations, highlighting the need for empirical validations that connect theory and practice and to promote continuous improvement and quality management in organizations.

Keywords

Lean thinking; Maturity models; Bibliometric; Publication trends; Mapping

1 INTRODUÇÃO

O aumento da qualidade, excelência de classe mundial e melhoria nos desempenhos são características chaves para a sobrevivência de organizações em um mercado altamente competitivo, onde os clientes detêm o poder de escolha. Com a publicação do livro “A Máquina que Mudou o Mundo” por Womack, Jones e Roos (1990), os princípios do pensamento enxuto, como o *Lean Manufacturing*, tiveram intensa disseminação pelo fato de utilizar menos recursos nas organizações, reduzindo desperdícios e resultando numa produção de produtos com maior variedade e quantidade. Essa abordagem do pensamento enxuto visa principalmente melhorar o desempenho organizacional, garantindo flexibilidade, competitividade e sustentabilidade em resposta às dinâmicas do mercado.

Apesar do *Lean* ter se consolidado como uma filosofia altamente conhecida, há alguns questionamentos que abrangem os seus efeitos imediatos quanto a sua sustentabilidade e impacto ao longo do tempo. Após o compilado de diversos estudos por Aripin, Nawanir e Hussain (2023), o pensamento enxuto exige uma mentalidade de longo prazo e a disposição de sacrificar ganhos de curto prazo para alcançar melhorias sustentáveis. Além disso, Yadav et al. (2020) apontam que, apesar de muitas empresas se beneficiarem das práticas *Lean*, há também um grande quantitativo de organizações que apresentam falhas na adoção, especialmente nos Estados Unidos e Reino Unido, onde possuem baixa taxa de sucesso. Herce (2025) estima que aproximadamente 90% dos fabricantes não conseguem sustentar as práticas enxutas ao longo do tempo. Esses números evidenciam uma lacuna persistente entre a adoção de ferramentas *Lean* e a capacidade organizacional de sustentar a transformação enxuta, lacuna que os modelos de maturidade são especificamente projetados para endereçar.

Diante desse cenário, torna-se necessário analisar as práticas enxutas e compreender como as organizações podem superar os desafios inerentes à implementação do *Lean Thinking*. Para apoiar esse diagnóstico, diversos modelos de maturidade em *Lean* vêm sendo propostos na literatura científica, com estruturas, níveis e critérios variados. Com isso gera-se o questionamento: qual é a estrutura, a evolução temática e o panorama da pesquisa sobre modelos de maturidade aplicados ao pensamento enxuto?

Nesse contexto, o presente estudo objetiva realizar uma revisão bibliométrica dos modelos de maturidade aplicados ao *Lean Thinking*, com base em publicações indexadas na base Scopus e Web of Science. O objetivo é mapear o desempenho do campo, sua evolução temporal e seus principais autores, periódicos, instituições e países, além de identificar *clusters* temáticos e a estrutura intelectual do campo por meio de mapeamento científico. Adicionalmente, o estudo busca propor uma classificação dos modelos de maturidade *Lean*, com base em análise qualitativa de conteúdo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pensamento Enxuto ou Lean Thinking

O *Lean Thinking*, tradução de pensamento enxuto, é uma filosofia de gestão originada da observação e estudo das práticas de manufatura, especialmente na Toyota com o Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido por Taiichi Ohno no Japão do pós-guerra como resposta à escassez de recursos e à necessidade de flexibilidade produtiva. Foi também sistematizado para o público ocidental por Womack, Jones e Roos (1990) no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” e, posteriormente, teorizado como um sistema de gestão.

A filosofia *Lean* é sobre a diferença entre o que é valor, aquilo que atende às necessidades do cliente, e o que é denominado desperdício, que significa aquilo que não agrega valor (Stone, 2012 apud Ikeziri et al., 2020). Portanto, o *Lean* é constantemente a ação de eliminar desperdícios no processo, a fim de que reste apenas as atividades consideradas de valor, resultando em um processo totalmente enxuto. O principal objetivo de Ohno na Toyota era aumentar a eficiência da produção, eliminando de forma consistente e completa os desperdícios, como superprodução, espera, transporte, superprocessamento, excesso de estoque, movimento e defeitos (LEDBETTER, 2018).

O *Lean Thinking* se fundamenta em cinco princípios centrais, segundo Rich et al. (2006) e Womack, Jones e Roos (1990): (1) Entender o valor, relacionado ao entendimento das necessidades do cliente; (2) Identificar o fluxo de valor, que converte um pedido de cliente em um pedido atendido, sendo possível melhorar o processo; (3) Garantir o fluxo dos produtos, a fim de que seja contínuo, sem atrasos ou interrupções para os clientes; (4) Produção puxada, baseada na demanda real do cliente; e (5) Busca pela perfeição, que reflete a busca contínua em eliminar desperdício e as atividades sem valor agregado.

Segundo Vinodh (2023), o sistema enxuto inclui quatro ferramentas básicas, que são 5S, Manutenção Produtiva Total (TPM), Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) e célula de trabalho, porém não são as únicas. Existem também as chamadas ferramentas secundárias, que servem para realçar o resultado das ferramentas primárias, além de permitir reconhecer mais a fundo a área estudada, bem como identificar as causas-raiz do problema. São ferramentas secundárias o *Poka-Yoke*, a Troca Rápida de Ferramenta, o *Just in Time* (JIT), o *Kanban*, entre outras.

De modo a compreender melhor a definição e aplicação das ferramentas *Lean*, Piaia (2019) buscou resumir as principais ferramentas e ações do pensamento enxuto através de bases conhecidas ou relevantes, onde as principais ferramentas levantadas foram: *Kanban*; *Kaizen*; 5S; Troca Rápida de Ferramenta; TPM; *Andon*, gestão visual; *Poka-Yoke*; *Heijunka*; além de outras mencionadas pela autora.

Além de suas origens na manufatura automotiva, o *Lean Thinking* tem sido progressivamente adaptado à saúde (HENRIQUE et al., 2021), à construção civil (NESENSOHN, 2017), a serviços e ao desenvolvimento de *software*, o que indica sua característica de se adaptar a restrições operacionais específicas de cada setor. Essa diversificação tem implicações importantes para a avaliação de maturidade, uma vez que à medida que os contextos organizacionais de aplicação do *Lean* se multiplicam, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de instrumentos de diagnóstico sensíveis ao contexto.

2.2 Modelos de Maturidade

Modelo de maturidade (MM) é um conjunto de características, atributos, indicadores ou padrões que representam o desenvolvimento e domínio em uma área específica. Permite ainda que uma organização tenha seus processos e métodos avaliados em relação a um conjunto claro de critérios de referência. As organizações podem usar modelos de maturidade para determinar seus níveis atuais de capacidade e, em seguida, aplicar esses modelos ao longo do tempo para impulsionar melhoria (CARALLI; KNIGHT; MONTGOMERY, 2012). As iniciativas de gestão da qualidade e sua influência na excelência do desempenho levaram à manifestação de normas, regulamentos e modelos para melhoria de processos. Esses *frameworks* de melhoria procuraram frequentemente permitir a avaliação das capacidades organizacionais (MAIER; MOULTRIE; CLARKSON, 2012).

A linhagem teórica dos MM remonta ao *Quality Management Maturity Grid* (QMMG) de Crosby (1980), que categorizou as práticas de gestão da qualidade em cinco estágios hierárquicos, e ao *Capability Maturity Model* (CMM) para *software*, desenvolvido no Software Engineering Institute da Carnegie Mellon University em 1993, que estabeleceu a arquitetura fundamental de níveis e indicadores de capacidade que a maioria dos modelos subsequentes herdou (WENDLER, 2012).

Um estudo abrangente de Wendler (2012) analisou os modelos de maturidade publicados em artigos de 1993 a 2010, examinando o foco principal, os métodos de pesquisa, o desenvolvimento e a validação dos modelos. A pesquisa revelou que, embora o campo tenha se originado no desenvolvimento de *software*, os modelos se proliferaram por praticamente todos os domínios de gestão. Contudo, o estudo destaca ainda que a maioria dos modelos carece de fundamentação teórica robusta e de validação adequada.

Caralli, Knight e Montgomery (2012) observam ainda que os modelos de maturidade cumprem uma dupla função na prática organizacional: como instrumentos de diagnóstico, que revelam lacunas de capacidade, e como roteiros, que estruturam prioridades de melhoria ao longo do tempo. Essa dupla função é particularmente valiosa em contextos de implementação *Lean*, nos quais a ausência de um caminho de progressão estruturado é frequentemente apontada como um fator de dificuldade na implementação.

2.3 Modelos de Maturidade Lean

O Quadro 1 apresenta uma visão comparativa de alguns modelos de maturidade *Lean* identificados na literatura, organizados por domínio de aplicação, número de níveis de maturidade, principais dimensões avaliadas, base teórica e integração com temas emergentes como Indústria 4.0 e sustentabilidade. Os modelos selecionados correspondem aos documentos mais citados no compilado bibliométrico e às referências mais recorrentes identificadas na análise de cocitação presente no estudo.

Quadro 1 - Visão comparativa dos principais modelos de maturidade *Lean*

Modelo / Autor	Domínio	Níveis	Dimensões	Teoria	I4.0	Sustentabilidade
LESAT (NIGHTINGALE; MIZE, 2002)	Manufatura	5	Liderança; estratégia; processos de ciclo de vida; infraestrutura habilitadora; medição de desempenho	CMM	Não	Não
LMMM (BENTO; TONTINI, 2018)	Manufatura	5	5 famílias de fatores; 30 práticas <i>Lean</i> baseadas nos 14 princípios da Toyota	STP / Womack	Não	Não
LCMMO (NESENSOHN, 2017)	Construção civil (AEC)	5	Pessoas; processos; ferramentas; liderança; cultura; entrega de projetos	STP / Shingo / Womack	Não	Não
LMM (Fuzzy) (MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016) (ALI MAASOUMAN; DEMIRLI, 2015)	Manufatura	4	Pessoas; instalações; condições; processos; qualidade; JIT; liderança	STP / Shingo	Não	Não
<i>Lean</i> & Green House (VERRIER; ROSE; CAILLAUD, 2016)	Manufatura	5	Desperdícios <i>Lean</i> ; desperdícios verdes; ferramentas <i>Lean</i> ; ferramentas verdes; fatores humanos	CMM / STP	Não	Sim
<i>Lean</i> HC Framework (HENRIQUE et al., 2021)	Saúde	3	Pessoas; ferramentas e métodos <i>Lean</i> ; liderança; melhoria contínua	<i>Lean Healthcare</i>	Não	Não
DREAMY/CLIMB (SASSANELLI; ROSSI; TERZI, 2020)	Manufatura	5	Processos; monitoramento; tecnologia; organização; gestão do conhecimento; ferramentas; pessoas	CMM / DSR / I4.0	Sim	Não

<i>Lean</i> I4.0 Model (KOLLA; MINUFEKR; PLAPPER, 2019)	Manufatura	5*	Ferramentas <i>Lean</i> ; tecnologias I4.0; integração digital; automação	STP/ I4.0	Sim	Não
LSS Readiness (VAISHNAVI; SURESH, 2021)	Saúde	5	Comprometimento da gestão; treinamento; cultura; capacidade de processo; ambiente	<i>Lean Six Sigma</i> ; Lógica Fuzzy	Não	Não

Fonte: Autoria própria (2026)

A análise comparativa do Quadro 1 revela três contrastes que caracterizam o panorama dos modelos de maturidade *Lean*. O primeiro diz respeito ao escopo de avaliação, por exemplo, modelos como o LESAT adotam uma perspectiva de nível empresarial, avaliando a maturidade *Lean* em todo o sistema organizacional, incluindo liderança, estratégia e cadeia de suprimentos (NIGHTINGALE et al., 2012). Já modelos como o LMM (MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016) operam no nível da célula ou do chão de fábrica, avaliando dimensões operacionais específicas.

O segundo contraste envolve a base teórica, enquanto os modelos derivados do STP se alinham à filosofia de produção da Toyota, os modelos fundamentados em CMM refletem uma perspectiva de capacidade de processo, e os modelos emergentes, como o DREAMY/CLIMB, se apoiam em referenciais de maturidade digital. Essa diversidade teórica gera modelos incompatíveis, com diferentes números de níveis, diferentes dimensões e diferentes padrões de validação.

Por último, o terceiro contraste é a ausência de integração com tópicos emergentes. Como mostra o Quadro 1, apenas três dos nove modelos abordam explicitamente dimensões de Indústria 4.0, e apenas um integra métricas de sustentabilidade. Essa lacuna é particularmente significativa diante da crescente pressão sobre as organizações de manufatura para avançar simultaneamente sua maturidade *Lean* e sua transformação digital e ambiental, um desafio para o qual o panorama atual de modelos oferece pouca orientação.

2.4 Revisões Existentes

A crescente diversidade de modelos de maturidade *Lean* impulsionou diferentes iniciativas de sistematização e consolidação da literatura. Wendler (2012) conduziu um mapeamento sistemático da pesquisa sobre modelos de maturidade em todos os domínios, confirmando a predominância de modelos orientados ao *software*. Jayanetti et al. (2023) realizaram uma análise crítica dos modelos de maturidade em *Lean Construction*, identificando vinte e quatro instrumentos e destacando a integração limitada com tecnologias digitais. De Moraes (2020) revisou modelos de maturidade *Lean* em contexto organizacional, enquanto Piaia (2019) comparou modelos aplicáveis à implementação do *Lean* na manufatura.

Mais recentemente, Guimarães, Reis e Cardoso (2025) conduziram uma análise bibliométrica de estudos sobre avaliação da maturidade *Lean* em pequenas e médias empresas (PMEs), utilizando as mesmas ferramentas analíticas adotadas no presente estudo, cobrindo artigos publicados entre 2010 e 2024 nas bases Scopus e Web of Science. Seus achados destacaram lacunas significativas na avaliação da maturidade *Lean* em PMEs e a necessidade de mais estudos empíricos que conectem a maturidade *Lean* ao desempenho organizacional em organizações de menor porte. Embora essa contribuição represente um avanço importante, seu escopo é restrito ao contexto de PMEs.

Na literatura *Lean* mais ampla, análises bibliométricas e revisões sistemáticas já foram conduzidas sobre *Six Sigma* e *Lean Six Sigma* (NIÑEROLA; SÁNCHEZ-REBULL; HERNÁNDEZ-LARA, 2021), *Lean Healthcare* (NARAYANAMURTHY; GURUMURTHY, 2018), *Lean Indústria 4.0* (PAGLIOSA; TORTORELLA; FERREIRA, 2021) e *Lean sustentabilidade* (CHERRAFI et al., 2016). Contudo, nenhum desses estudos foca especificamente na interseção entre *Lean Thinking* e modelos de maturidade como um domínio de pesquisa distinto, abrangendo todos os setores e portes organizacionais.

3 METODOLOGIA

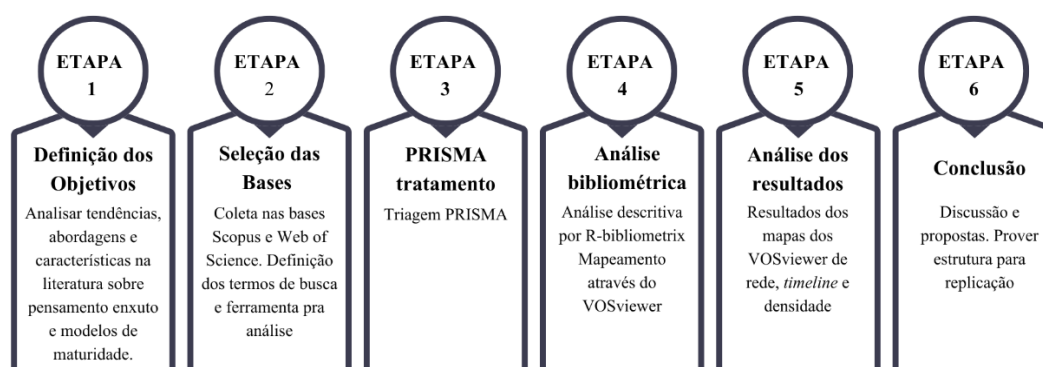
Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliométrica, de natureza qualitativa e exploratória, com o objetivo de identificar, descrever e analisar as tendências no *Lean Thinking* com ênfase nos modelos de maturidade presentes na literatura científica, além de compreender as principais características estruturais e os contextos de aplicação. A natureza da pesquisa é exploratória, pois busca elaborar, elucidar e aperfeiçoar conceitos e ideias, visando formular problemas mais precisos para investigações subsequentes. Isso é alcançado ao promover uma familiaridade inicial com o tema por meio de um levantamento bibliométrico relevante sobre o assunto em questão. Ao realizar uma pesquisa exploratória, é mais simples estabelecer os limites do assunto, o que simplifica a aplicação de métodos mais organizados para a condução da investigação (BOTELHO; CRUZ, 2013).

O estudo segue as diretrizes de dez etapas para revisões bibliométricas sistemáticas propostas por Marzi et al. (2025) e adere aos padrões de relato PRISMA 2020 (PAGE et al., 2021). O protocolo de pesquisa foi definido previamente à coleta de dados e abrange a questão de pesquisa, os critérios de elegibilidade, a estratégia de busca, as ferramentas analíticas e as limitações previstas.

O estudo possui as seguintes etapas de desenvolvimento da pesquisa, apresentadas na Figura 1. Na Etapa 1, foram definidos os objetivos da pesquisa, em analisar publicações que tratam de temas relacionados ao pensamento enxuto e sua interação com modelos de maturidade. Na Etapa 2, as bases Scopus e Web of Science (WoS) foram escolhidas por sua ampla cobertura e relevância em publicações científicas.

Na Etapa 3, os dados foram exportados das plataformas selecionadas e realizada a triagem PRISMA. Na Etapa 4, utilizou-se os *softwares* R-bibliometrix e VOSviewer, versão 1.6.20, para realizar as análises de performance e de visualização, respectivamente. Por fim, nas Etapas 5 e 6, os resultados foram analisados, seguidos de discussões e propostas para estudos futuros.

Figura 1. Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2026)

A busca sistemática foi conduzida na base Scopus e WoS, por ser amplamente utilizada em revisões de literatura e por conter grande parte de conteúdo revisado por pares, o que confere maior credibilidade aos trabalhos disponíveis. Foi aplicada a seguinte *string* de busca booleana nos campos Título, Resumo e Palavras-chave das plataformas:

("lean thinking" OR "lean manufacturing" OR "lean production" OR "lean management" OR "lean system" OR "lean enterprise" OR "lean construction" OR "lean healthcare" OR "lean services" OR "lean office" OR "lean six sigma") AND ("maturity model" OR "maturity framework" OR "maturity assessment" OR "maturity level" OR "maturity index" OR "maturity grid" OR "readiness model" OR "capability model" OR "lean maturity" OR "maturity evaluation")

Para a coleta de dados não foram aplicadas restrições de data, garantindo a máxima cobertura, mas a busca foi limitada a publicações em inglês e português. Não foi aplicado filtro de acesso aberto, já que restringir a publicações de acesso aberto introduziria um viés sistemático de seleção, ao excluir uma parcela significativa da literatura relevante.

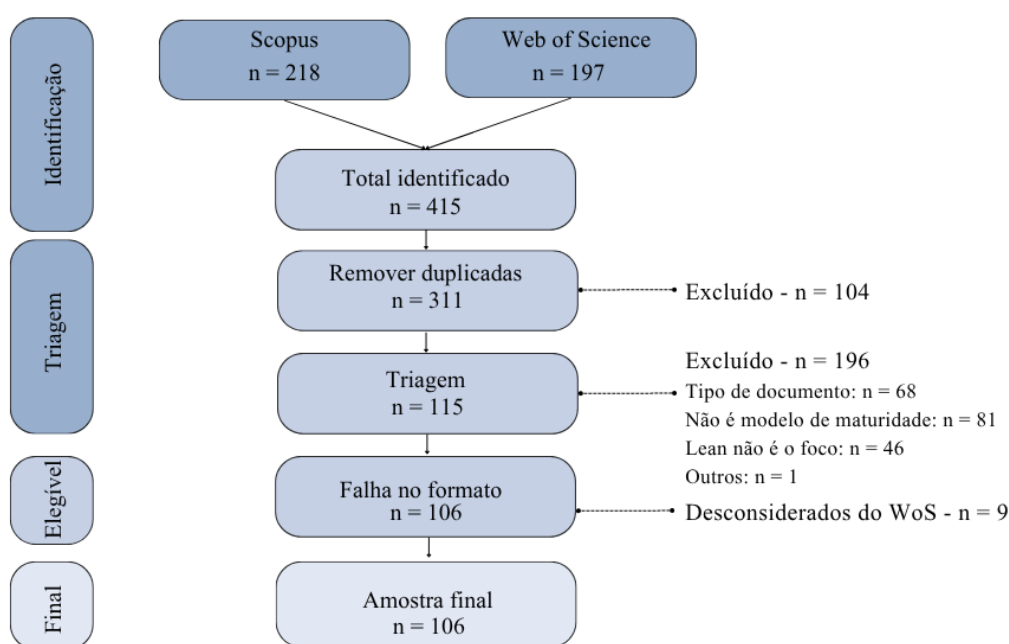
A busca inicial retornou 218 registros na Scopus e 197 na Web of Science (WoS), totalizando 415 registros antes da remoção de duplicatas. Após a remoção de 104 registros duplicados, identificados por meio de função do pacote *bibliometrix* em R, 311 registros únicos foram mantidos para triagem.

A triagem foi conduzida avaliando-se todos os 311 registros, sendo classificados pelos pesquisadores, com base em título e resumo, como incluir, excluir ou Incerto, de acordo com os critérios de elegibilidade.

Os critérios de elegibilidade foram definidos *a priori* no protocolo de pesquisa, contemplando artigos de periódicos e trabalhos de conferência revisados por pares, estudos nos quais o *Lean Thinking* constitui o foco principal, e estudos que propõem, aplicam, avaliam ou revisam explicitamente um modelo de maturidade em relação aos princípios enxuto. Os critérios de exclusão abrangeram dissertações e teses, capítulos de livro, editoriais, documentos sem resumo acessível, estudos nos quais o *Lean* é apenas um foco secundário e estudos focados em modelos de maturidade sem relação com o *Lean Thinking*.

Após a triagem, foram realizadas 197 exclusões pelos seguintes motivos: 68 por tipo de documento incorreto, 46 por falta de foco no *Lean*, 81 por falta de foco em modelos de maturidade e 1 por ausência de resumo. Isso deixou 114 documentos para avaliação de texto completo. Nove artigos da base WoS não apresentavam metadados suficientes para análise, resultando em um escopo final de 106 documentos validados. O fluxo completo de triagem está documentado na Figura 2, fluxograma PRISMA 2020.

Figura 2. Fluxograma PRISMA 2020 do processo de triagem



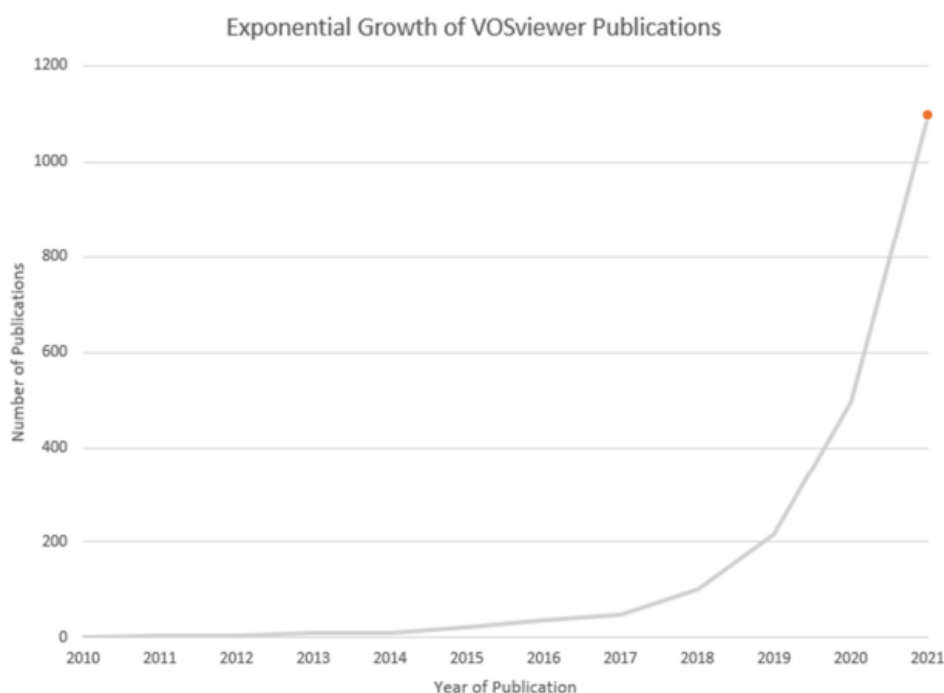
Fonte: Autoria própria (2026)

A etapa de análise foi conduzida em duas fases, utilizando duas ferramentas bibliométricas consolidadas.

A primeira fase foi realizada com o pacote *bibliometrix*, no *software* R, cobrindo a produção anual e a taxa de crescimento, a distribuição de produtividade dos autores, os documentos mais citados e a produção por país. Na segunda fase, a análise bibliométrica foi realizada com o *software* VOSviewer, versão 1.6.20, uma ferramenta que ajuda a gerar mapas e redes a partir das bases de dados científicas e a identificar padrões no cenário de pesquisa ao longo do tempo.

O *software* VOSviewer foi escolhido por ser uma das ferramentas mais consolidadas e amplamente utilizadas em estudos bibliométricos, além da possibilidade de visualizar um grande volume de dados de forma clara, intuitiva e de fácil interpretação. Desde sua introdução em 2010, o uso do programa vem crescendo exponencialmente, Figura 3. Entre 2.045 artigos indexados na Scopus que mencionam o VOSviewer no resumo, título ou palavras-chave, cerca de 53% foram publicados apenas em 2021 (KIRBY, 2023).

Figura 3. Artigos publicados que identificam o VOSviewer no resumo, título ou palavras-chave



Fonte: Kirby (2023)

Um estudo bibliométrico serve para explorar e analisar grandes volumes de dados científicos e é utilizado para mapear a estrutura intelectual de um campo de pesquisa (DONTU et al., 2021), existindo diversas técnicas bibliométricas para o mapeamento científico. As técnicas bibliométricas aplicadas no VOSviewer foram coocorrência e cocitação, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Técnicas bibliométricas selecionadas

Técnica	Tipo	Função
Coocorrência		Técnica de mapeamento que explora relações existentes ou potenciais entre tópicos dentro de um campo de pesquisa (DONTHU et al., 2021).
Coocorrência	<i>All Keywords</i>	Analisa as palavras-chave mais frequentes, permitindo a visualização em rede dos tópicos centrais e suas conexões (DONTHU et al., 2021).
Coocorrência	<i>Author Keywords</i>	Analisa as palavras-chave dos próprios autores, partindo do pressuposto de que palavras que aparecem frequentemente juntas possuem relação temática entre si (CELESTINO et al., 2024).
Cocitação		Técnica de mapeamento baseada na premissa de que as citações refletem conexões intelectuais entre publicações (DONTHU et al., 2021).
Cocitação	<i>Documents</i>	Analisa as relações entre as publicações mais influentes dentro de um campo de pesquisa (DONTHU et al., 2021).
Cocitação	<i>Countries</i>	Examina o impacto e a contribuição científica de diferentes países dentro do campo de pesquisa estudado (PASSAS, 2024).

Fonte: Autoria própria (2026)

Além da descrição bibliométrica, os 15 documentos mais citados do estudo foram submetidos a uma análise qualitativa de conteúdo. Cada documento foi lido na íntegra e codificado por meio de uma matriz de extração de dez variáveis, contemplando: nome do modelo, setor de aplicação, número de níveis de maturidade, dimensões avaliadas, método de validação, base teórica, integração com Indústria 4.0, integração com sustentabilidade, país de aplicação e porte organizacional aplicável.

4 RESULTADOS

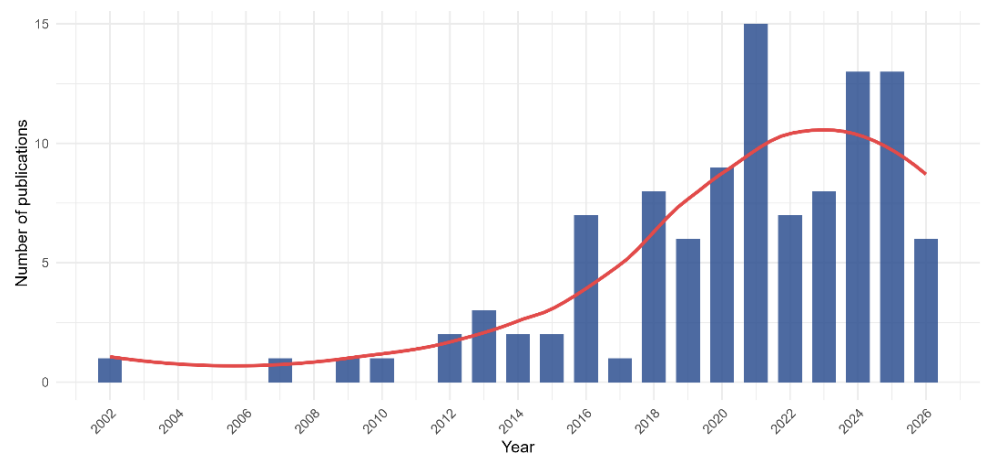
4.1 Panorama da produção analisada

A análise bibliométrica foi conduzida sobre um compilado final de 106 documentos, publicados entre 2002 e junho de 2026, sendo o mais antigo o de Nightingale e Mize (2002). O conjunto compreende 58 artigos de periódico, 54,7%, e 48 trabalhos de conferência, 45,3%. Os documentos foram produzidos por 311 autores únicos, com média de 3,42 coautores por documento e taxa de coautoria internacional de 22,64%, proporção de artigos que foram escritos por autores de mais de um país, indicando um campo moderadamente colaborativo e com alcance global crescente. A compilação abrange 78 fontes únicas em 28 países, acumulando 4,27 referências e uma média de 16,9 citações por documento.

A distribuição temporal, gerada a partir do *bibliometrix* em R, Figura 4, confirma que a produção científica sobre modelos de maturidade *Lean* cresceu a uma taxa anual de 7,75% ao longo do período estudado.

A produção permaneceu escassa nos primeiros anos, com apenas quatro documentos registrados entre 2002 e 2012, refletindo o estágio ainda embrionário do campo. Uma aceleração notável começou desde 2016 e se intensificou a partir de 2018, com pico de produção em 2021, 2024 e 2025, com 15, 13 e 13 publicações, respectivamente.

Figura 4. Número de publicações relacionadas ao tema nas bases de dados, por ano



Fonte: Autoria própria (2026)

O autor mais produtivo é Nesensohn C., com 6 produções, especializado em modelos de maturidade em *Lean Construction*, seguido por Bryde D.(NESENSOHN; BRYDE; PASQUIRE, 2016), Drogemuller R., Omrani S. e Rashidian S., com 4 documentos cada (RASHIDIAN; DROGEMULLER; OMRANI, 2024). O predomínio de pesquisadores de *Lean Construction* entre os autores mais produtivos reflete a forte adesão do campo ao setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Os documentos mais citados, Quadro 3, são Verrier, Rose e Caillaud (2016), com 221 citações, que propôs o modelo de implantação de maturidade *Lean and Green House*, integrando estratégias *Lean* e ambientais. O segundo mais citado é Jørgensen et al. (2007), com 89 citações, seguido por Nightingale e Mize (2002), com 77 citações, Bento e Tontini (2018), com 76 citações, e Kolla, Minufekr e Plapper (2019), com 73 citações.

Quadro 3 - Os 10 documentos mais citados do conjunto de dados

Ranking	Autores (Ano)	Título	Citação	Citação/Ano
1	Verrier, Rose e Caillaud (2016)	<i>Lean and Green strategy: Lean and Green House and maturity deployment model</i>	221	20,09
2	Jørgensen et al. (2007)	<i>Lean maturity, lean sustainability</i>	89	4,45
3	Nightingale e Mize (2002)	<i>Development of a Lean Enterprise Transformation Maturity Model</i>	77	3,08

4	Bento e Tontini (2018)	<i>Developing an instrument to measure lean manufacturing maturity and its relationship with operational performance</i>	76	8,44
5	Kolla, Minufekr e Plapper (2019)	<i>Deriving essential components of lean and industry 4.0 assessment model for manufacturing SMEs</i>	73	9,12
6	Maasouman e Demirli (2016)	<i>Development of a lean maturity model for operational level planning</i>	61	5,55
7	Henrique et al. (2021)	<i>A framework to assess sustaining continuous improvement in lean healthcare</i>	58	9,67
8	Sassanelli, Rossi e Terzi (2020)	<i>Evaluating the smart maturity of manufacturing companies along the product development process to set a PLM project roadmap</i>	57	8,14
9	Almanei, Salonitis e Tsiniopoulos (2018)	<i>A conceptual lean implementation framework based on change management theory</i>	51	5,67
10	Vaishnavi e Suresh (2021)	<i>Assessment of readiness level for implementing lean six sigma in healthcare organization using fuzzy logic approach</i>	51	8,50

Fonte: Autoria própria (2026)

4.2 Coocorrência de palavras-chave – Author Keywords

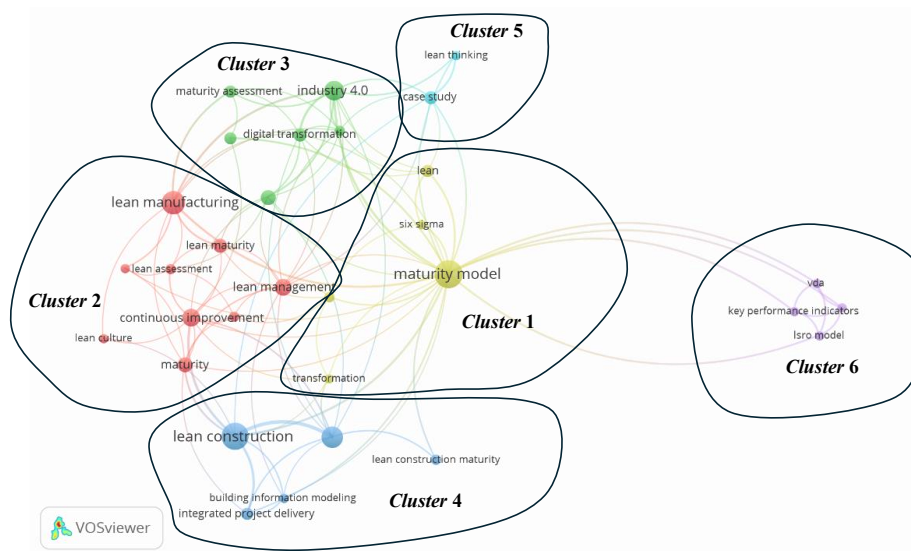
A rede de coocorrência das palavras-chave dos autores, gerada com um limite mínimo de três ocorrências, resultou em 24 nós e seis *clusters* temáticos, Figura 5-a. O *Cluster 1*, amarelo, agrupa os termos “*maturity model*”, “*six sigma*”, “*lean*”, “*lean management*” e “*transformation*”, possui o *hub* central, conectando todos os outros *clusters*, confirmando “*maturity model*” como o marco conceitual de todo o campo.

O *Cluster 2*, vermelho, agrupa “*lean manufacturing*”, “*lean maturity*”, “*lean assessment*”, “*continuous improvement*”, “*lean culture*” e “*maturity*”, representando o eixo mais tradicional do campo voltado ao diagnóstico e à mensuração da implementação *Lean* em organizações, principalmente industriais. O *Cluster 3*, verde, agrupa “*industry 4.0*”, “*digital transformation*” e “*maturity assessment*”, refletindo a expansão dos modelos de maturidade para contextos de transformação digital, onde se encontra também o marco mais recente do campo, Figura 5-b. O *Cluster 4*, azul, reúne os termos “*lean construction*”, “*building information modeling*” e “*integrated project delivery*”, especificando o *cluster* da construção civil que desenvolveu sua própria linha de modelos.

O *Cluster 5*, azul esverdeado, organizado pelos termos “*lean thinking*” e “*case study*” com estudos voltados a aplicação.

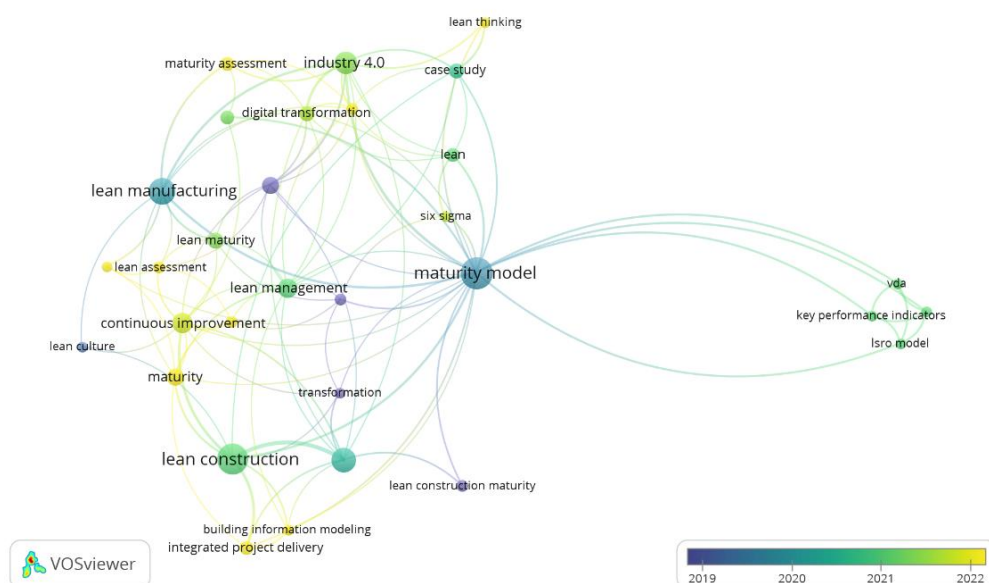
E, por fim, o *Cluster 6*, roxo, é um *cluster* periférico que agrupa o modelo LSRO e indicadores de desempenho associados. Conforme a Figura 5-b, um dos termos mais antigos, em azul escuro, remetem a meado de 2019 sendo o “*lean construction maturity*” e os mais recentes, entre 2021 e 2022, “*industry 4.0*” e “*digital transformation*”.

Figura 5-a. Coocorrência de *Author Keywords* por visualização de rede



Fonte: Autoria própria (2026)

Figura 5-b. Coocorrência de *Author Keywords* por linha de tempo



Fonte: Autoria própria (2026)

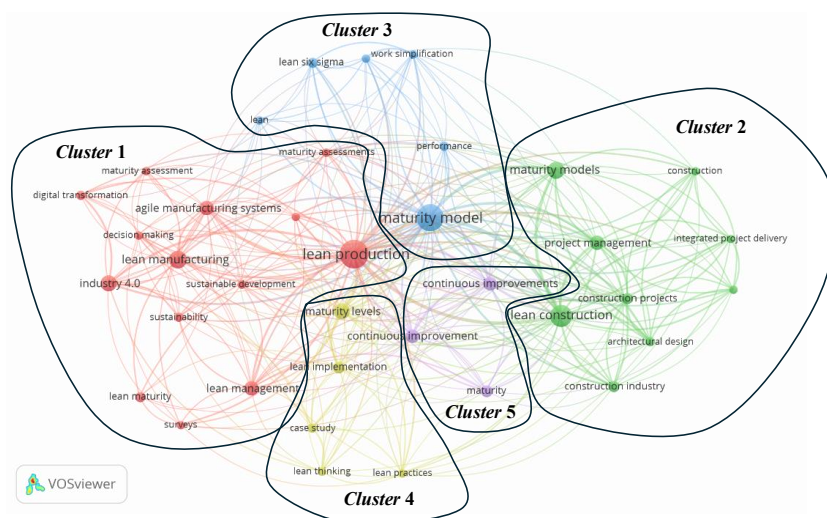
4.3 Coocorrência de palavras-chave – All Keywords

A rede de coocorrência de todas as palavras-chave, gerada com um limite mínimo de cinco ocorrências, resultou em 35 nós e cinco *clusters* temáticos, Figura 6-a. A rede apresenta dois *hubs* que dividem a posição central: “lean production” e “maturity model”. O Cluster 1, vermelho, é o maior cluster, agrupando “lean manufacturing”, “industry 4.0”, “lean management”, “lean maturity”, “digital transformation”, “agile manufacturing systems” e “sustainable development”, reunindo o tema principal e suas ramificações, sendo o eixo mais multidisciplinar.

O Cluster 2, verde, agrupa “lean construction”, “maturity models”, “project management”, “construction projects” e “integrated project delivery”, reforçando o padrão já observado em *Authors keywords*. O Cluster 3, azul, reúne “lean six sigma”, “maturity model”, “performance” e “work simplification”. O Cluster 4, amarelo, reúne “lean thinking”, “lean practices”, “lean implementation” e “case study”, termos que descrevem como o *Lean* é implementado e avaliado na prática. O Cluster 5, roxo, posicionado entre os demais, representa os artigos que abordam o conceito de maturidade de forma independente através de melhorias constantes.

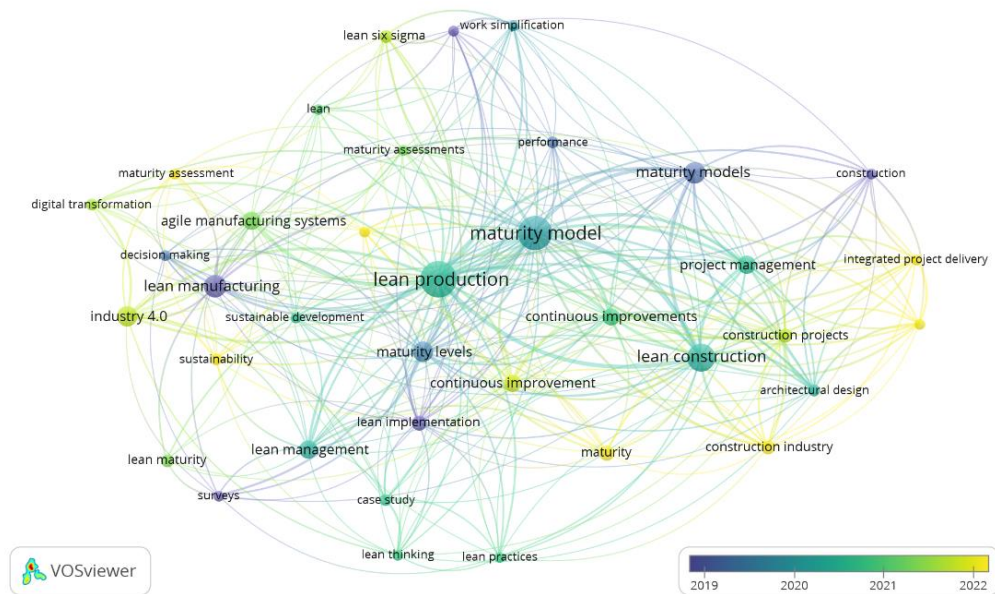
A sobreposição temporal, Figura 6-b, confirma que os termos ligados à Indústria 4.0 e à transformação digital carregam os anos de publicação mais recentes e possivelmente as lacunas mais promissoras para pesquisa futura.

Figura 6-a. Coocorrência de All Keywords por visualização de rede



Fonte: Autoria própria (2026)

Figura 6-b. Coocorrência de *All Keywords* por linha de tempo



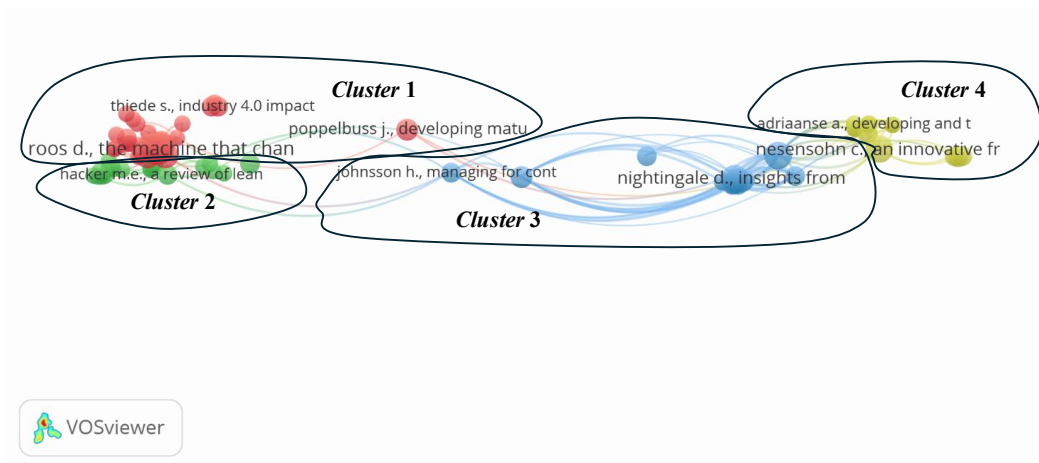
Fonte: Autoria própria (2026)

4.4 Análise de cocitação – Referências Citadas

A análise de cocitação das referências citadas, conduzida com um limite mínimo de três cocitações, identificou quatro *clusters* de citação distintas, Figura 7. O *Cluster 1*, vermelho, está fundamentado na obra “A Máquina que Mudou o Mundo” de Womack, Jones e Roos (1990), e no trabalho de Wagner, Herrmann e Thiede (2017) sobre o impacto da Indústria 4.0. O *Cluster 2*, verde, é centrado na revisão de Doolen e Hacker (2005) sobre aplicações *Lean*.

O *Cluster 3*, azul, está fundamentado no trabalho de Meiling, Backlund e Johnsson (2012) sobre gestão da melhoria contínua e no trabalho de Nightingale e Mize (2002) sobre avaliação de empresas *Lean*, que apresenta vínculos de cocitação com todos os demais *clusters*, confirmando sua posição como referência estrutural do campo. O *Cluster 4*, amarelo, agrupa Nesensohn, Bryde e Pasquire (2016) e Siebelink, Voordijk e Adriaanse (2018), confirmando a presença no setor de construção civil e suas distinções com as referências do setor de manufatura.

Figura 7. Análise de cocitação por visualização de rede



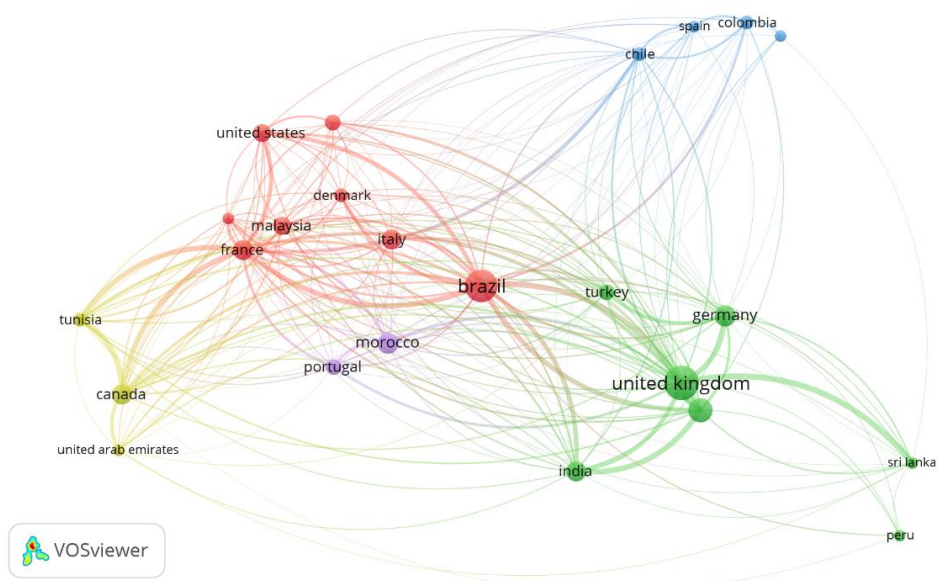
Fonte: Autoria própria (2026)

4.5 Acoplamento Bibliográfico – Países

A análise de acoplamento bibliográfico dos países resultou em uma rede de 28 países, abrangendo cinco continentes, Figura 8-a. O Brasil lidera a produção por autor correspondente, 16,4%, seguido pelo Reino Unido, 12,3%, e pela Austrália, 8,2%. Em termos de impacto de citação, a França alcança a maior média de citações por artigo, refletindo a influência de Verrier, Rose e Caillaud (2016), enquanto a Dinamarca, 68,5, também apresenta alto impacto apesar do menor volume.

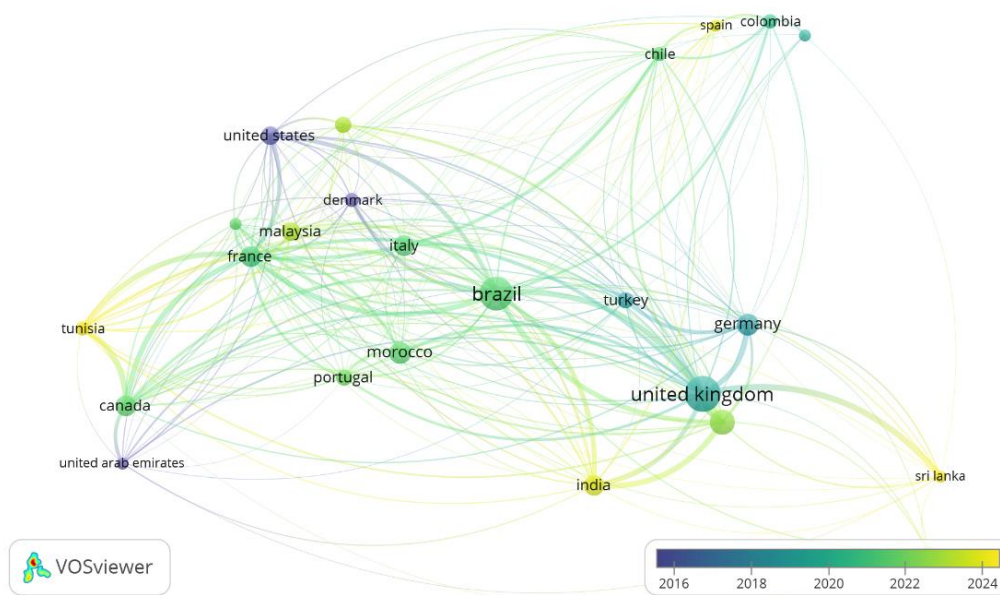
A sobreposição temporal do mapa de acoplamento bibliográfico, Figura 8-b, revela algumas fases de expansão geográfica. A primeira fase, sendo a mais antiga, até 2016 e 2017, com contribuições americanas, reflexo de Nightingale e Mize (2002). A segunda fase com a consolidação europeia, aproximadamente 2018 e 2020 com Alemanha e Reino Unido. Entre 2021 e 2022, terceira fase, com diversificação geográfica em direção a Brasil, França e Itália. E, por fim, as entradas recentes da Espanha, Índia, Colômbia, Tunísia, a partir de 2023.

Figura 8.a. Acoplamento bibliográfico de países por visualização de rede



Fonte: Autoria própria (2026)

Figura 8.b. Acoplamento bibliográfico de países por linha de tempo



Fonte: Autoria própria (2026)

4.6 Classificação dos Modelos de Maturidade Lean

Com base na análise qualitativa de conteúdo dos 15 documentos mais citados, combinada aos *clusters* temáticos identificados na etapa de mapeamento científico, este estudo propõe uma classificação dos modelos de maturidade *Lean* em seis categorias, Quadro 4. A classificação está organizada de acordo com o domínio de aplicação principal e as características estruturais.

Quadro 4 - Classificação dos modelos de maturidade *Lean*

Tipo	Domínio	Modelos representativos	Níveis
1 – <i>Lean Manufacturing</i>	Manufatura	LESAT, LMMM, Fuzzy LMM, <i>Lean Capability</i>	4–5
2 – <i>Lean Six Sigma</i>	Manufatura / Serviços	LSS Global Index, Fuzzy LSS Readiness	4–5
3 – <i>Lean Healthcare</i>	Saúde	<i>Lean HC Sustainability</i> (HASLE; NIELSEN; EDWARDS, 2016)	3–5
4 – <i>Lean Construction</i>	Setor AEC	<i>Lean-BIM Framework</i> (NESENSOHN; BRYDE; PASQUIRE, 2016)	5
5 – <i>Lean I4.0</i>	Manufatura / AEC	DREAMY/CLIMB, Hybrid <i>Lean-I4.0</i>	5
6 – <i>Lean Green</i>	Manufatura	<i>Lean and Green House</i> (VERRIER; ROSE; CAILLAUD, 2016)	5

Fonte: Autoria própria (2026)

O tipo 1 corresponde aos modelos de maturidade em *Lean Manufacturing*, a categoria mais consolidada, que avaliam a implementação *Lean* em organizações de manufatura no nível operacional ou empresarial. Os principais modelos representativos são: LESAT (NIGHTINGALE; MIZE, 2002) com escopo cobrindo liderança, estratégia, processos de ciclo de vida e infraestrutura habilitadora; LMMM (BENTO; TONTINI, 2018); LMM *Fuzzy* (MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016), apresentando lógica *fuzzy* para tratamento de incerteza; *Lean Capability Model* (JØRGENSEN et al., 2007), com perspectivas técnica e organizacional.

O tipo 2 corresponde aos modelos de maturidade em *Lean Six Sigma*, que estendem a avaliação *Lean* para incluir dimensões de gestão da qualidade do *Six Sigma*. Os modelos representativos são: LSS Global Index (MOYA et al., 2019), com dimensões ponderadas por AHP; Fuzzy LSS Readiness (VAISHNAVI; SURESH, 2021), através de lógica *fuzzy*.

O tipo 3 corresponde aos modelos de maturidade em *Lean Healthcare*, que adaptam a maturidade *Lean* a ambientes hospitalares e de serviços de saúde. Os modelos representativos são: *Lean Healthcare Sustainability Framework* (HENRIQUE et al., 2021); e Hasle, Nielsen e Edwards (2016).

O tipo 4 corresponde aos modelos de maturidade em *Lean Construction*, bem delimitados do setor AEC, construção civil. Os modelos representativos são: *Lean-BIM-Big Data Framework* (DEMIRDÖĞEN et al., 2021); e Nesensohn, Bryde e Pasquire (2016).

O tipo 5 corresponde aos modelos de maturidade em *Lean Indústria 4.0*, a categoria mais recentemente formada. Os modelos são: DREAMY/CLIMB (SASSANELLI; ROSSI; TERZI, 2020); e *Hybrid Lean I4.0* (KOLLA; MINUFEKR; PLAPPER, 2019)

O tipo 6 corresponde aos modelos de maturidade em *Lean Green*, que integram a eliminação de desperdícios *Lean* à gestão ambiental. Sendo uma das representações de modelo, o *Lean and Green House* (VERRIER; ROSE; CAILLAUD, 2016), documento mais citado do compilado, 221 citações.

5 CONCLUSÃO

Este estudo conduziu uma revisão bibliométrica de 106 publicações revisadas por pares sobre modelos de maturidade aplicados ao *Lean Thinking*, indexadas nas bases Scopus e Web of Science entre 2002 e junho de 2026, combinando análise de desempenho com o pacote *bibliometrix* em R, mapeamento científico no VOSviewer e análise qualitativa de conteúdo dos documentos mais citados.

A análise bibliométrica revelou um campo que evoluiu de contribuições dispersas e originárias no início dos anos 2000 para uma área de pesquisa cada vez mais ativa e diversificada. A taxa de crescimento anual de 7,75% e a concentração de aproximadamente 78% da produção total após 2018 confirmam que a pesquisa sobre modelos de maturidade *Lean* não é um campo estagnado, e atualmente vem sendo impulsionado pela emergência da Indústria 4.0 e da sustentabilidade como novas dimensões integradoras. Esse padrão é consistente com a tendência mais ampla identificada por Guimarães, Reis e Cardoso (2025) em sua análise bibliométrica da maturidade *Lean* em PMEs, e a estende para abranger todos os portes e setores organizacionais.

O estudo fornece um mapeamento sistemático da estrutura desse campo de pesquisa, identificando seis *clusters* temáticos na coocorrência de palavras-chave e quatro comunidades de citação distintas na rede de cocitação. Na etapa de coocorrência, observou-se um núcleo consolidado voltado ao diagnóstico e à mensuração da implementação *Lean*, e uma porção em expansão, marcada pelo avanço da Indústria 4.0, da transformação digital e do *Lean Construction* como fronteiras temáticas emergentes.

Do ponto de vista geográfico, a distribuição do compilado se dá em 28 países, com o Brasil como principal produtor, 16,4% da produção, seguido por Reino Unido e Austrália.

Observa-se também, que embora os Estados Unidos e o Reino Unido apresentem taxas de sucesso relativamente baixas e falhas na adoção do Lean (YADAV et al., 2020), a análise bibliométrica demonstra que eles se mantêm como os principais polos de pesquisa científica da área. Ao mesmo tempo, que o Brasil vem se consolidando como o principal polo de produção científica sobre o tema, refletindo o crescimento e o alcance cada vez mais global da pesquisa em maturidade *Lean*.

Além disso, o estudo propõe uma classificação dos modelos de maturidade *Lean* em seis categorias, *Lean Manufacturing*, *Lean Six Sigma*, *Lean Healthcare*, *Lean Construction*, *Lean Indústria 4.0* e *Lean Green*, fundamentada em uma matriz de análise de conteúdo aplicada aos 15 documentos mais citados. Essa tipologia oferece aos pesquisadores uma referência consolidada para posicionar novas propostas de modelos, e permite que profissionais selecionem instrumentos adequados ao seu contexto organizacional.

Por fim, conclui-se que os modelos de maturidade *Lean* são mecanismos críticos para diagnosticar, mensurar e orientar a evolução do *Lean* nas organizações, possibilitando a tradução de princípios teóricos em práticas mensuráveis que sustentam a inovação, a sustentabilidade e a digitalização. Ressalta-se a importância de que pesquisas futuras aprofundem a validação empírica dos modelos de maturidade existentes, por meio de estudos de campo e aplicações práticas, e realizem análises comparativas da adoção e maturidade *Lean* entre países e setores, particularmente entre economias desenvolvidas e emergentes.

REFERÊNCIAS

ALI MAASOUMAN, M.; DEMIRLI, K. **Assessment of lean maturity level in manufacturing cells**. IFAC-PapersOnLine, v. 48, n. 3, p. 1876-1881, 2015.

ALMANEI, M.; SALONITIS, K.; TSINOPOULOS, C. **A conceptual lean implementation framework based on change management theory**. *Procedia CIRP*, v.72, p. 1160-1165, 2018.

ARIPIN, N. M.; NAWANIR, G.; HUSSAIN, S. Save It For a Rainy Day! Lean Strategies for Cost Saving: The Role of Lean Maturity. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 16, n. 1, p. 115–130, 2023.

BENTO, G. DOS S.; TONTINI, G. Developing an instrument to measure lean manufacturing maturity and its relationship with operational performance. *Total Quality Management and Business Excellence*, v. 29, n. 9–10, p. 977–995, 29 jul. 2018.

BOTELHO, J. M.; CRUZ, V. A. G. DA. **Metodologia científica**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

CARALLI, R.; KNIGHT, M.; MONTGOMERY, A. **Maturity Models 101: A Primer for Applying Maturity Models to Smart Grid Security, Resilience, and Interoperability** Mark Knight, CGI Group and GridWise Architecture Council (GWAC) Member. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://insights.sei.cmu.edu/library/maturity-models-101-a-primer-for-applying-maturity-models-to-smart-grid-security-resilience-and-interoperability>>. Acesso em: 30 abr. 2025.

CELESTINO, M. S. *et al.* Bibliometric analysis: Literature review and proposal of a methodological framework in 12 steps. *ARACÊ*, v. 6, n. 4, p. 13421–13446, 10 dez. 2024.

CHERRAFI, A. *et al.* The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production*, v. 139, p. 828–846, 15 dez. 2016.

CROSBY, P. B. **Quality is Free: The Art of Making Quality Certain**. 1. ed. New York: Mentor Penguin Group, 1980.

DE MORAES, A. O.. **Desenvolvimento de um modelo de avaliação da maturidade lean nas organizações**. [s.l.] Universidade do Minho, 2020.

DEMIRDÖĞEN, G. *et al.* Lean based maturity framework integrating value, BIM and big data analytics: Evidence from AEC industry. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 18, 1 set. 2021.

DONTHU, N. *et al.* How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285–296, 1 set. 2021.

DOOLEN, T. L.; HACKER, M. E. A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 24, p. 55–67, 2005.

GUIMARÃES, A.; REIS, P.; CARDOSO, A. J. M. BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON LEAN MATURITY ASSESSMENT IN SMES. **Millenium: Journal of Education, Technologies, and Health**, v. 2025, n. 18, 21 maio 2025.

HASLE, P.; NIELSEN, A. P.; EDWARDS, K. Application of Lean Manufacturing in Hospitals—the Need to Consider Maturity, Complexity, and the Value Concept. **Human Factors and Ergonomics In Manufacturing**, v. 26, n. 4, p. 430–442, 1 jul. 2016.

HENRIQUE, D. B. *et al.* A framework to assess sustaining continuous improvement in lean healthcare. **International Journal of Production Research**, v. 59, n. 10, p. 2885–2904, 2021.

HERCE, E. V. Lean Management System Implementation and Operational Performance of Company Z. **International Journal of Research in Interdisciplinary Studies**, v. 3, n. 5, p. 165–168, 2025.

IKEZIRI, L. M. *et al.* A perspectiva da indústria 4.0 sobre a filosofia de gestão Lean Manufacturing. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1274–1289, 2020.

JAYANETTI, J. K. D. D. T. *et al.* Critical Analysis of Lean Construction Maturity Models: A Systematic Literature Review. **Buildings**, v. 13, n. 6, 1 jun. 2023.

JØRGENSEN, F. *et al.* Lean Maturity, Lean Sustainability. **Advances in Production Management Systems**, p. 371–378, 2007.

KIRBY, A. Exploratory Bibliometrics: Using VOSviewer as a Preliminary Research Tool. **Publications**, v. 10, n. 11, 1 mar. 2023.

KOLLA, S.; MINUFEKR, M.; PLAPPER, P. **Deriving essential components of lean and industry 4.0 assessment model for manufacturing SMEs**. *Procedia CIRP*, v.81, p.753-758, 2019.

LEDBETTER, P. **The Toyota Template: The Plan for Just-In-Time and Culture Change Beyond Lean Tools**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.

MAASOUMAN, M. A.; DEMIRLI, K. Development of a lean maturity model for operational level planning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 83, n. 5–8, p. 1171–1188, 1 mar. 2016.

MAIER, A. M.; MOULTRIE, J.; CLARKSON, P. J. Assessing organizational capabilities: Reviewing and guiding the development of maturity grids. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 59, n. 1, p. 138–159, fev. 2012.

MARZI, G. *et al.* Guidelines for Bibliometric-Systematic Literature Reviews: 10 steps to combine analysis, synthesis and theory development. *International Journal of Management Reviews*, v. 27, n. 1, p. 81–103, 1 jan. 2025.

MEILING, J.; BACKLUND, F.; JOHNSON, H. Managing for continuous improvement in off-site construction: Evaluation of lean management principles. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 19, n. 2, p. 141–158, 2012.

MOYA, C. A. *et al.* A new framework to support Lean Six Sigma deployment in SMEs. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 10, n. 1, p. 58–80, 14 mar. 2019.

NARAYANAMURTHY, G.; GURUMURTHY, A. Is the hospital lean? A mathematical model for assessing the implementation of lean thinking in healthcare institutions. *Operations Research for Health Care*, v. 18, p. 84–98, 1 set. 2018.

NESENSOHN, C. A Lean Construction Maturity Model for Organizations. *Proceedings IGLC*, p. 357–363, 2017.

NESENSOHN, C.; BRYDE, D.; PASQUIRE, C. A Measurement Model For Lean Construction Maturity. *Lean Construction Journal*, p. 1–9, 2016.

NIGHTINGALE, D. J. *et al.* **LAI Enterprise Self-Assessment Tool LESAT**. Version 2.0. Cambridge, MA: Lean Advancement Initiative, MIT, 2012.

NIGHTINGALE, D. J.; MIZE, J. H. Development of a Lean Enterprise Transformation Maturity Model. **Information Knowledge Systems Management**, v. 3, n. 1, p. 15–30, 2002.

NIÑEROLA, A.; SÁNCHEZ-REBULL, M. V.; HERNÁNDEZ-LARA, A. B. **Six Sigma literature: a bibliometric analysis****Total Quality Management and Business Excellence. Total Quality Management & Business Excellence**, v.32, n.9-10, p.959-980, 2021.

PAGE, M. J. *et al.* **The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews****BMJ**BMJ Publishing Group, , 29 mar. 2021.

PAGLIOSA, M.; TORTORELLA, G.; FERREIRA, J. C. E. Industry 4.0 and Lean Manufacturing: A systematic literature review and future research directions. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 32, n. 3, p. 543–569, 24 mar. 2021.

PASSAS, I. Bibliometric Analysis: The Main Steps. **Encyclopedia**, v. 4, n. 2, p. 0, 1 jun. 2024.

PIAIA, M. L. **Modelo de Avaliação da Maturidade da Implementação do Lean Manufacturing com Utilização de uma Abordagem Multicritério Linguística**. [s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

RASHIDIAN, S.; DROGEMULLER, R.; OMRANI, S. An integrated Building Information Modelling, Integrated Project Delivery and Lean Construction Maturity Model. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 20, n. 6, p. 1454–1470, 2024.

RICH, N. *et al.* **Lean Evolution: Lessons from the Workplace**. New York: Cambridge University Press, 2006.

SASSANELLI, C.; ROSSI, M.; TERZI, S. Evaluating the smart maturity of manufacturing companies along the product development process to set a PLM project roadmap. **Int. J. Product Lifecycle Management**, v. 12, n. 3, p. 185–209, 2020.

SIEBELINK, S.; VOORDIJK, J. T.; ADRIAANSE, A. Developing and Testing a Tool to Evaluate BIM Maturity: Sectoral Analysis in the Dutch Construction Industry. 2018.

VAISHNAVI, V.; SURESH, M. Assessment of readiness level for implementing lean six sigma in healthcare organization using fuzzy logic approach. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 12, n. 2, p. 175–209, 20 mar. 2021.

VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E. Lean and Green strategy: The Lean and Green House and maturity deployment model. **Journal of Cleaner Production**, v. 116, p. 150–156, 10 mar. 2016.

VINODH, S. **Lean manufacturing : fundamentals, tools, approaches, and industry 4.0 integration**. Boca Raton: CRC Press, 2023.

WAGNER, T.; HERRMANN, C.; THIEDE, S. **Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. Procedia CIRP**, v.63, p.125-131, 2017.

WENDLER, R. The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. **Information and Software Technology**, v. 54, n. 12, p. 1317–1339, jul. 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine That Changed The World: The Story Of Lean Production**. New York, 1990.

YADAV, G. *et al.* Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, 1 fev. 2020.