

Ferramentas e Elementos Lean mais utilizados na Literatura – Aplicação do PROKNOW- C para Seleção e Análise de um Portifólio Bibliográfico

The Most Used Lean Tools and Elements in Literature - Application of PROKNOW-C for Selection and Analysis of a Bibliographic Portfolio

Marcia Moraes Erbs* - marcia.erbs@ufpr.br

Silvana Pereira Detro * – silvana.detro@ufpr.br

Carla Regina Mazia Rosa * – carla.mazia@ufpr.br

*Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, Brasil

Article History:

Submitted: 2023 - 06 - 26

Revised: 2023 - 09 - 22

Accepted: 2023 - 10 - 19

Resumo: O objetivo deste artigo é identificar ferramentas, técnicas e práticas Lean utilizadas nas implementações das organizações manufatureiras globalmente e selecionar as mais utilizadas. Para melhor ilustrar o estudo, fez-se uso da metodologia de revisão bibliométrica, através do Knowledge Development Process-Constructivist (Proknow-C), englobando três etapas: seleção do portfólio de artigos; análise bibliométrica e análise sistêmica. O portfólio estudado revelou que existem muitas ferramentas, práticas e/ou técnicas Lean utilizadas que se repetem em implementações bem-sucedidas. No total, 29 periódicos foram revisados e concluiu-se que os elementos: Gestão da Qualidade Total, Treinamento, 5S, Just-in-Time, Mapeamento do Fluxo de Valor, Padronização, Tipos de desperdícios, Ergonomia, Desenvolvimento da Liderança e Equipes, Equipes Multifuncionais se destacam com o número de citações dentro do portfólio, tendo 50% de representatividade no portfólio, dessa forma futuros estudos relacionados a determinar quais ferramentas e técnicas Lean aplicar nas organizações, serão beneficiados com essa pesquisa.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta; Implementação Lean; Sistema; Modelo; Ferramenta; Práticas

Abstract: The purpose of this article is to identify Lean tools, techniques and practices used in the implementations of manufacturing organizations globally and to select the most used ones. To better illustrate the study, the methodology of bibliometric review was used, through the Knowledge Development Process-Constructivist (Proknow-C), encompassing three steps: selection of the portfolio of articles; bibliometric analysis and systemic analysis. The studied portfolio revealed that there are many Lean tools, practices and/or techniques used that are repeated in successful implementations. In total, 29 journals were reviewed and it was concluded that the elements: Total Quality Management, Training, 5S, Just-in-Time, Value Stream Mapping, Standardization, Types of waste, Ergonomics, Leadership and Team Development, Multifunctional teams stand out with the number of citations within the portfolio, having 50% representation in the portfolio, so future studies related to determining which Lean tools and techniques to apply in organizations will benefit from this research

Keywords: Lean Manufacturing; Lean Implementation; Sytem; Model; Tool; Practices

1. Introdução

Resolver problemas de forma rápida, eficiente e reduzir desperdícios é primordial para empresas que buscam manter sua vantagem competitiva no mercado. Habilidades para solução estruturada de problemas, eliminação dos desperdícios e a promoção da melhoria contínua, são fatores decisivos para o sucesso das organizações atualmente (Minovski *et al.*, 2021).

Segundo Gaspar e Leal (2020) o Sistema de Produção Enxuta ou Lean Manufacturing System (LM), oferece diversas ferramentas que auxiliam na melhoria contínua dos processos. No entanto, deve haver uma metodologia estruturada de seleção e aplicação das ferramentas e técnicas Lean, para evitar que as iniciativas se tornem transitórias.

Para Huang *et al.* (2022) na prática, dependendo da escala, estratégia e nível de desenvolvimento da organização e da cultura onde é aplicado, o pensamento enxuto pode ser um sistema de gestão, uma filosofia ou um conjunto de ferramentas.

Segundo os autores Basu e Dan (2020) a aplicação das ferramentas Lean promovem gestão e controle, através do trabalho padronizado e o processo contínuo de melhoria, a fim de alcançar o sucesso do negócio de acordo com os objetivos estratégicos da empresa.

Para Qureshi *et al.* (2022) o uso correto de ferramentas Lean como padronização, 5S, manutenção produtiva total, entre outros, apoiam a empresa a atingir seus objetivos. Classificando que ao serem controlados realizam uma implementação enxuta bem-sucedida.

Segundo Alcaraz *et al.* (2021) as ferramentas LM são classificadas de acordo com seu foco no processo produtivo e os principais são: estabilidade operacional do sistema de produção, fluxo de materiais e qualidade. Logo, todos são utilizados para obter uma redução mais significativa de desperdícios e garantir a qualidade do produto a um custo menor, tendo foco no cliente com pequenos lotes de produção e proporcionando alta segurança e moral aos trabalhadores.

Para Knol *et al.* (2019) quando utilizadas combinadas, as ferramentas Lean potencializam os resultados da organização. Estas se complementam, solucionando os problemas através da mudança cultural da empresa. A padronização proporciona a gestão do chão de fábrica, com visão de resultado, controle e melhoria contínua, além de proporcionar um ambiente de crescimento com a cultura de otimização e eliminação de desperdícios.

A ligação entre o comportamento organizacional e o Lean como metodologia de melhoria está difundida e encontra-se menção frequente na literatura, porém a pesquisa nesta área é fragmentada (Knapic *et al.*, 2022).

De acordo com Duran e Batocchio (2019) os estudos de aplicação do Lean não apresentam métodos estruturados que possam ser apropriados para todos os tipos de empresas. Segundo Macêdo (2019) os métodos utilizados apresentam estruturas que limitam suas aplicações, pois avaliam empresas que já utilizam as práticas Lean e reduz as pesquisas para empresas que não possuem nenhuma prática implementada.

Empresas aplicam as técnicas Lean e suas ferramentas para gestão, controle e melhoria contínua, utilizando ferramentas Lean com base nos problemas da organização. Essa adoção aleatória contribui para o fracasso da filosofia Lean, pois não promove resultados significativos para a organização (Maware *et al.*, 2021).

Segundo Stone (2012) nem todas as empresas têm sucesso na implementação da metodologia Lean. Há vários fatores que podem alterar seu resultado esperado, desde a ausência de conhecimento dos conceitos básicos necessários até escolha inadequada de qual ferramentas utilizar.

Há muitas ferramentas Lean que podem ser utilizadas por organizações para gestão, controle e melhoria contínua, porém há dificuldade na seleção pois as informações estão fragmentadas na literatura (Das *et al.*, 2014).

O objetivo deste estudo é superar a dispersão desses elementos, identificando ferramentas, técnicas e práticas Lean mais utilizadas nas implementações Lean das organizações manufatureiras globalmente.

Para isto foi necessária uma revisão bibliométrica da literatura (RBL) utilizando o método Proknow-C, com o intuito de agrupar as principais ferramentas, princípios e técnicas Lean constantes na literatura.

Este artigo está organizado em quatro seções: Além desta seção introdutória, tem-se na seção 2, a revisão da literatura. A seção 3 contempla a metodologia de pesquisa utilizada neste estudo, apresentando o método Proknow-C do tema proposto e, finalmente, a seção 4 apresenta às considerações finais.

2. Revisão da Literatura

2.1. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing (LM) foi a designação adotada para definir o sistema de produção utilizado pela corporação Toyota em suas fábricas. Tendo como objetivo a total eliminação de desperdícios, redução dos custos e aumento na produtividade. (Aij e Teunissen, 2017).

Lean é uma filosofia de gerenciamento que otimiza a organização para atender às necessidades do cliente no curto prazo e manter a alta qualidade (Bhamu e Singh, 2014). Segundo Liker (2007), o contínuo êxito da Toyota na implantação das ferramentas enxutas origina-se nessa filosofia empresarial sustentada na compreensão das pessoas e motivação. O autor afirma que o sucesso da Toyota se baseia na habilidade de cultivar liderança e equipes, construir relacionamentos com fornecedores, aprender continuamente, estimular o envolvimento de todos os colaboradores e reduzir os desperdícios.

De acordo com Pathak (2012) o Lean define o valor de um produto ou serviço de acordo com o ponto de vista do cliente. Os clientes não se importam com o processo para obter um produto ou serviço. Os clientes avaliam o produto ou o serviço observando o quão bem isso vai satisfazer suas necessidades. Então, reduzir e eliminar os desperdícios são fundamentais para reduzir os custos de operação.

LM é uma metodologia transversal e global (Bauch, 2004). Os princípios subjacentes a este paradigma têm sido associados a outros conceitos como desenvolvimento de produtos gestão de projetos, gestão pessoal, ergonomia, sustentabilidade entre outros (Markovitz, 2012; Kakar et al., 2017).

Segundo Liker (2007) o pensamento Lean tem duas ideias básicas, a melhoria contínua e o respeito pelas pessoas. O autor descreve quatro grupos e 14 princípios, que são observados na Figura 1.

Figura 1 – Princípios Lean

Grupo	Princípio <i>Lean</i>
Filosofia	1º) Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;
Gestão	2º) Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona; 3º) Usar sistemas puxados para evitar a superação; 4º) Nivelar a carga de trabalho – trabalhar como a tartaruga, não como a lebre; 5º) Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa; 6º) Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários;
Controle	7º) Usar o controle visual para que nenhum problema fique oculto; 8º) Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos; 9º) Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros;
Capacitação	10º) Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa; 11º) Respeitar a sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar; 12º) Ver por si mesmo para compreender totalmente a situação; 13º) Tomar decisões lentamente por consenso considerando completamente as opções e implementá-las com rapidez;
Melhoria Contínua	14º) Tornar-se uma organização de aprendizagem por meio da reflexão incessante (Hansei) e da melhoria contínua (Kaizen).

Fonte: Adaptado de Liker (2007)

A Toyota Motor Corporation (2022) difunde em seu website o Toyota Way, a materialização do pensamento Lean na Toyota, regido por cinco valores principais que expressam as crenças e valores partilhados pela organização, sendo eles:

- ✓ Genchi Genbutsu: ir à fonte buscar os fatos, tomar as decisões corretas, construir o consenso e atingir os objetivos;
- ✓ Kaizen: melhoria contínua. Como nenhum processo, em tempo algum, pode ser declarado perfeito, há sempre espaço para a melhoria;
- ✓ Desafio: para manter uma visão a longo prazo e encarar todos os desafios com a coragem e criatividade necessárias para concretizar essa visão;
- ✓ Trabalho de Equipe: estimular o crescimento pessoal e profissional, partilha oportunidades de crescimento para desenvolver e maximizar o desempenho individual e da equipe;
- ✓ Respeito: respeito pelos outros, envida todos os esforços para entender os outros, aceita responsabilidades e faz o teu melhor para construir a confiança mútua.

Dentre os principais aspectos da filosofia Lean, um ponto importante a ser abordado é o desperdício de tempo, mão de obra e matérias primas. Excelência empresarial pode ser vista como um projeto de monitoramento e avaliação contínua da estrutura e cultura organizacional. Consultorias e gerentes frequentemente sugerem que as companhias devem escolher a abordagem e insistir na mudança caso problemas na cultura corporativa apareçam, na implementação de programas de excelência (Bolboli e Reiche, 2014).

As medidas de desempenho dependem de uma série de fatores, como: tamanho da empresa, influência, liquidez, tangibilidade patrimonial, salários, performances e governança. O desempenho pode ser analisado do ponto de vista financeiro, pessoal (satisfação dos clientes, funcionários e fornecedores), ou uma combinação desses fatores, aliada ao alcance de metas e objetivos seguindo os valores e visões pertencentes a cultura organizacional (Newton, 2015).

Para implementar programas de excelência, as empresas devem identificar potenciais melhorias e definem as ferramentas relacionadas. O Lean promove a melhoria contínua, por meio da compreensão das necessidades dos clientes, disciplina de dados, agregando valor por redução de resíduos e diligente atenção a gestão e melhoria de processos (Knapp, 2015).

Lean como ferramenta, integra cultura e estratégia para servir os clientes com qualidade, baixo custo e tempos curtos de entrega. Ele descreve atividades que agregam valor e as que não agregam valor na cadeia produtiva, além promover a redução dos desperdícios (Agus et al., 2012).

2.2. Fontes de Desperdícios

Para Pavnaskar et al. (2003) o objetivo do pensamento Lean é reduzir o desperdício no esforço humano, inventário, prazo de entrega e espaço de produção, tornando a organização altamente reativa às exigências dos clientes, enquanto produz produtos de qualidade superior de forma eficiente e econômica.

Desperdício representa tudo o que não agrega valor e acrescenta custos. Deste modo, pode-se dizer que desperdício serão todas as atividades que consomem recursos, adicionando custos e que não acrescentam valor, isto é, não são perceptíveis pelo cliente (Bhamu e Singh, 2014).

Segundo Liker (2013) as organizações tendem a orientar o seu esforço para aumentar a produtividade em zonas que já acrescentam valor aos processos, ignorando o potencial de

ganhos que poderiam ter, caso orientassem o seu esforço para as atividades que não acrescentam valor à organização.

Os autores Womack *et al.* (1996), apontaram sete tipos de desperdício, entre eles:

- ✓ Excesso de Produção: produto que não seja requerido pelo cliente ou pela operação seguinte;
- ✓ Esperas: intervalos de tempo em que materiais, recursos ou informação não se encontram disponíveis quando necessários;
- ✓ Transporte: transporte de material, pessoas ou informação é necessário, no entanto não agrega valor ao produto;
- ✓ Excesso de processamento: operações complexas ou tarefas desnecessárias podem originar erros;
- ✓ Inventário: representa dinheiro investido parado que consome recursos, com possibilidade de deterioração;
- ✓ Movimentação: deslocamentos de pessoas ou equipamentos desnecessários devido à má comunicação, má organização ou maus acessos, consumindo tempo e recursos;
- ✓ Defeitos: acarretam custos de produção consumindo materiais, mão-de-obra e capacidade produtiva.

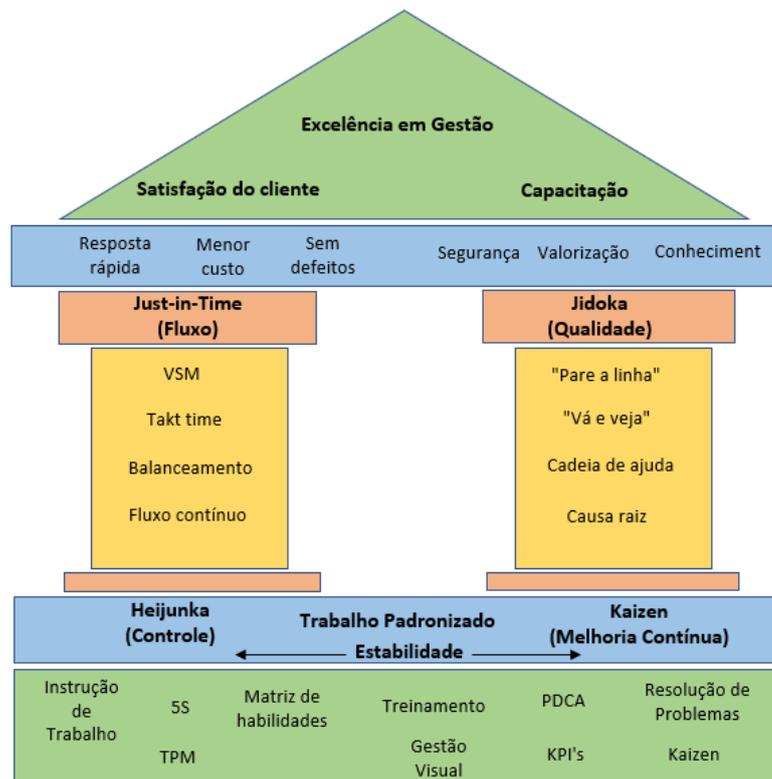
Para detectar e combater os desperdícios e ajudar as organizações a implementarem programas sustentados no pensamento Lean, existem diversas metodologias e ferramentas. O aprendizado dos princípios Lean pela empresa é um processo lento, por isso, recorre-se primeiramente à implementação de práticas e ferramentas enxutas (Mann, 2005).

2.2. Ferramentas e Práticas Lean

A manufatura utiliza diferentes ferramentas e práticas para reduzir desperdícios e atividades que não agregam valor ao produto (Karim e Arif-Uz-Zaman, 2013). As ferramentas Lean são fundamentais para capacitar e envolver os funcionários e gerentes. São aplicáveis em qualquer organização, do chão de fábrica ao escritório. Mas aplicadas sozinhas não tornam uma organização Lean, é necessário que se completem e se complementem, desta forma, unidas auxiliem na resolução dos problemas e suporte às estratégias do Lean (Bhamu e Singh, 2014).

Assim como na estrutura Lean em formato de casa, Samuel *et al.* (2014) apresenta uma metodologia similar para aplicação das ferramentas, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Práticas e Ferramentas Lean



Fonte: Adaptado de Samuel *et al.* (2014)

A representação em forma de casa foi selecionada por considerar o Lean um sistema estrutural, composto por base sólida e pilares de sustentação onde os elementos devem estar interligados para atingir o objetivo. O telhado representa os objetivos: satisfação do cliente e o desenvolvimento humano. Os dois pilares representam os princípios de fluxo e qualidade, a base contém o trabalho padronizado e a melhoria contínua, promovendo a estabilidade (Negrão *et al.*, 2016).

Para atingir os objetivos é necessário que a base esteja sólida, ou seja, a produção deve estar nivelada, os processos padronizados, a gestão ser visual. Os pilares representam as ferramentas, práticas e tecnologias implementadas. Tais ferramentas permitem fazer mais com menos, com menos esforço humano, menos estoques, menos tempo para o desenvolvimento de novos produtos, menos espaço (Samuel *et al.*, 2014).

Inúmeras ferramentas e práticas Lean podem ser aplicadas, e não existe uma única maneira de começar a implementação destas práticas que seja melhor que todas as outras

(Liker, 2013). Desta forma, serão abordadas abaixo as ferramentas mais utilizadas segundo a literatura, de acordo com o Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Ferramentas Lean

Ferramenta	O que é	Função
5S	<i>Seiri</i> <i>Seiton</i> <i>Seiso</i> <i>Seiketu</i> <i>Shitsuke</i> (Disciplina).	(Triagem); (Organização); (Limpeza); (Normalização);
		Elimina o desperdício que resulta de uma organização mal organizada/área de trabalho (por exemplo, perder tempo procurando uma ferramenta).
<i>Andon</i>	Sistema de <i>feedback</i> visual para o chão de fábrica indicando o status de produção e/ou alertas quando assistência é necessária, além de capacitar os operadores a interromper o processo de produção quando há problemas.	Atua como uma ferramenta de comunicação em tempo real para o chão de fábrica, trazendo atenção imediata aos problemas enquanto eles ocorrem, para que possam ser resolvidos com prioridade.
Análise dos Gargalos	Identifica a etapa do processo de fabricação que limita o rendimento geral e melhora o desempenho dessa etapa.	Melhora o rendimento fortalecendo o elo mais fraco no processo de fabricação.
Fluxo Contínuo	Fabricação onde o trabalho em processo flui suavemente através da produção com <i>buffers</i> mínimos (ou não) entre as etapas do processo de fabricação.	Elimina muitas formas de desperdício (por exemplo, inventário, tempo de espera e transporte).
<i>Gemba</i>	Uma filosofia que aplica o “vá e veja”, ou seja sair dos escritórios e ir para o chão da fábrica, lugar onde ocorre a ação real.	Promove uma compreensão profunda e completa das questões de fabricação na prática, por meio da observação em primeira mão e conversando com os funcionários do chão da fábrica.
<i>Heijunka</i>	Uma forma de agendamento de produção que fabrica propositalmente em lotes muito menores por sequenciamento (mixagem) variantes de produtos dentro do mesmo processo.	Reduz o tempo de setup (uma vez que cada produto ou variante é fabricado com mais frequência) e inventário (uma vez que os lotes são menores).
<i>Hoshin (Desenvolvimento)</i>	<i>Kanri</i> Alinhar os objetivos da empresa (Estratégia), com os planos de gestão intermediária (Táticas) e o trabalho realizado no piso da planta (Ação).	Garante que o progresso em direção a metas estratégicas seja consistente e minucioso – eliminando os resíduos que vêm da má comunicação e da direção inconsistente.
<i>Jidoka (Automação)</i>	Equipamentos de projeto para automatizar parcialmente o processo de fabricação (a automação parcial é tipicamente muito mais barata do que a automação total) e parar automaticamente quando os defeitos são detectados.	Depois de <i>Jidoka</i> , os trabalhadores podem monitorar frequentemente várias estações (reduzindo os custos de mão-de-obra) e muitos problemas de qualidade podem ser detectados imediatamente (melhorando a qualidade).
<i>Just-In-Time (JIT)</i>	Puxe peças através da produção com base na demanda do cliente em vez de empurrar peças através da produção com base na demanda projetada. Conta com muitas ferramentas enxutas, como Fluxo Contínuo, <i>Heijunka</i> , <i>Kanban</i> , Trabalho Padronizado e tempo takt.	Altamente eficaz na redução dos níveis de estoque. Melhora o fluxo de caixa e reduz as exigências de espaço.
<i>Kaizen (Melhoria Contínua)</i>	Uma estratégia onde os colaboradores trabalham juntos de forma proativa para alcançar melhorias regulares e incrementais no processo de fabricação.	Combina os talentos coletivos de uma empresa para criar um motor para eliminar continuamente os resíduos dos processos de fabricação.

<i>Kanban</i> (Sistema Puxado)	Um método de regular o fluxo de mercadorias dentro da fábrica e com fornecedores e clientes externos. Com base na reposição automática através de cartões de sinal que indicam quando mais mercadorias são necessárias.	Elimina o desperdício do inventário e da superprodução. Pode eliminar a necessidade de inventários físicos (em vez disso, depender de cartões de sinal para indicar quando mais mercadorias precisam ser encomendadas).
KPI (Indicador chave de desempenho)	Métricas projetadas para rastrear e incentivar o progresso em direção a objetivos críticos da organização. KPIs fortemente promovidos podem ser drivers de comportamento extremamente poderosos – por isso é importante selecionar cuidadosamente KPIs que conduzirão o comportamento desejado.	Os melhores KPIs de fabricação: * Estão alinhados com metas estratégicas de alto nível (ajudando assim a alcançar esses objetivos); * São eficazes na exposição e quantificação de resíduos (OEE é um bom exemplo); * São facilmente influenciados por funcionários do chão da fábrica (para que eles possam impulsionar resultados).
Muda (Resíduos)	Qualquer coisa no processo de fabricação que não agrega valor da perspectiva do cliente.	Eliminar muda (resíduos) é o foco principal da manufatura enxuta.
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Estrutura para medir a perda de produtividade para um determinado processo de fabricação. Três categorias de perda são rastreadas: *Disponibilidade, Desempenho e Qualidade.	Fornecer referência/linha de base e um meio de acompanhar o progresso na eliminação de desperdícios de um processo de fabricação. 100% OEE significa produção perfeita (fabricar apenas peças boas, o mais rápido possível, sem paradas).
PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir)	Uma metodologia iterativa para implementar melhorias: Plano (estabelecer plano e resultados esperados); Faça (implementar plano); Agir (revisar e avaliar; fazê-lo novamente) e verificar (verificar os resultados esperados alcançados);	Aplica uma abordagem científica para fazer melhorias: *Plano (desenvolver uma hipótese); *Faça (executar experimento); *Verificar (avaliar resultados); *Agir (refinar seu experimento; tente novamente).
<i>Poka-Yoke</i> (À prova de erros)	Projetar detecção e prevenção de erros em processos de produção com o objetivo de alcançar zero defeitos.	É difícil (e caro) encontrar todos os defeitos através da inspeção, e corrigir defeitos normalmente fica significativamente mais caro em cada fase da produção.
Análise da Causa Raiz	Uma metodologia de resolução de problemas que se concentra em resolver o problema subjacente em vez de aplicar correções rápidas que tratam apenas sintomas imediatos do problema.	Ajuda a garantir que um problema seja realmente eliminado aplicando ação corretiva à "causa raiz" do problema.
<i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	Reduza o tempo de configuração (troca) para menos de 10 minutos. As técnicas incluem: *Converter etapas de configuração para ser externa; *Criar instruções de trabalho padronizadas; *Eliminar operações não essenciais; *Simplificar a configuração interna.	Permite a fabricação em lotes menores, reduz o estoque e melhora a capacidade de resposta do cliente.
Seis Grandes Perdas	Seis categorias de perda de produtividade que são quase universalmente experimentadas na manufatura: * Avarias; * Configuração/Ajustes; * Pequenas paradas; * Velocidade reduzida; * Rejeições de Startup; * Rejeição da produção.	Fornecer uma estrutura para atacar as causas mais comuns de resíduos na fabricação.

Metas SMART	Metas que são: Específicas, Mensuráveis, Alcançáveis, Relevantes e Específicos do Tempo.	Ajuda a garantir que as metas sejam eficazes.
Trabalho Padronizado	Procedimentos documentados para fabricação que capturam as melhores práticas (incluindo o tempo para completar cada tarefa). Deve ser a documentação "viva" fácil de mudar.	Elimina o desperdício aplicando consistentemente as melhores práticas. Forma uma linha de base para futuras atividades de melhoria.
<i>Takt Time</i>	O ritmo de produção (por exemplo, fabricação de uma peça a cada 34 segundos) que alinha a produção com a demanda do cliente. Calculado como Tempo de Produção Planejado / Demanda do Cliente.	Fornecer um método simples, consistente e intuitivo de produção de ritmo. É facilmente estendido para fornecer uma meta de eficiência para o piso da planta (Peças Reais / Peças Alvo).
<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	Uma abordagem holística para a manutenção que se concentra na manutenção proativa e preventiva para maximizar o tempo operacional dos equipamentos. A TPM desfoca a distinção entre manutenção e produção, colocando uma forte ênfase no empoderamento dos operadores para ajudar a manter seus equipamentos.	Cria uma responsabilidade compartilhada pelos equipamentos que incentivam um maior envolvimento dos trabalhadores do piso da fábrica. No ambiente certo, isso pode ser muito eficaz na melhoria da produtividade (aumento do tempo, redução dos tempos de ciclo e eliminação de defeitos).
VSM (Mapeamento do Fluxo de valor)	Uma ferramenta usada para mapear visualmente o fluxo de produção. Mostra o estado atual e futuro dos processos de forma a destacar oportunidades de melhoria.	Expõe o desperdício nos processos atuais e fornece um roteiro para melhoria através do futuro estado.
Gestão a vista	Indicadores visuais, displays e controles utilizados em todas as fábricas para melhorar a comunicação das informações.	Torna o estado e a condição dos processos de fabricação facilmente acessíveis e muito claros – para todos.

Fonte: Adaptado de Souza e Galhardi (2022)

3. Metodologia de Pesquisa

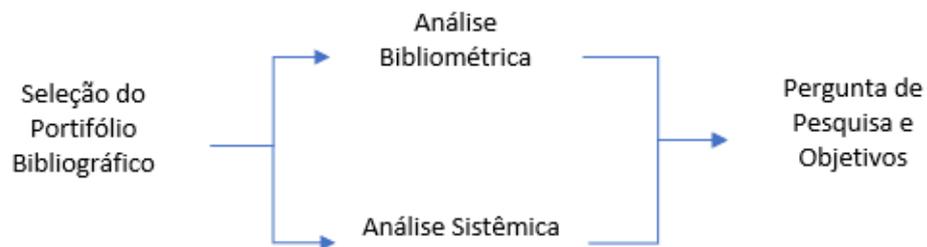
O processo de pesquisa científica se inicia com um problema, pergunta ou dúvida, que motiva os pesquisadores a procurarem informações sobre um dado tema em bibliotecas e bases bibliográficas digitais (Tasca *et al.*, 2010).

Para mensurar, interpretar e avaliar os resultados obtidos das buscas, pesquisadores recorrem a técnicas bibliométricas, que são análises quantitativas com fins a mensurar a produção e disseminação científica (Araújo, 2006). A Revisão Bibliométrica segundo Pilkington *et al.* (2009) é definida como a técnica de investigação para a análise em um determinado campo de estudo.

A fim de proporcionar um levantamento bibliográfico estruturado, capaz de abranger estudos relevantes e que abordem o tema de capacidade para o trabalho e envelhecimento funcional, foi utilizado como método de revisão de literatura o Proknow-C, Knowledge Development Process-Constructivist (Ensslin *et al.*, 2010). O método propõe que o pesquisador possa formar um portfólio bibliográfico, a partir da sua área de interesse,

observando as delimitações e restrições intrínsecas (Lacerda *et al.*, 2012), e que os artigos que compõe este portfólio possam ser dotados de reconhecimento científico e alinhamento ao tema da pesquisa. Segundo Viegas *et al.* (2016) o Proknow-C é um método difundido no meio científico composto por três etapas principais: seleção do portfólio de artigos; análise bibliométrica e análise sistêmica, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas do processo *Proknow-C*

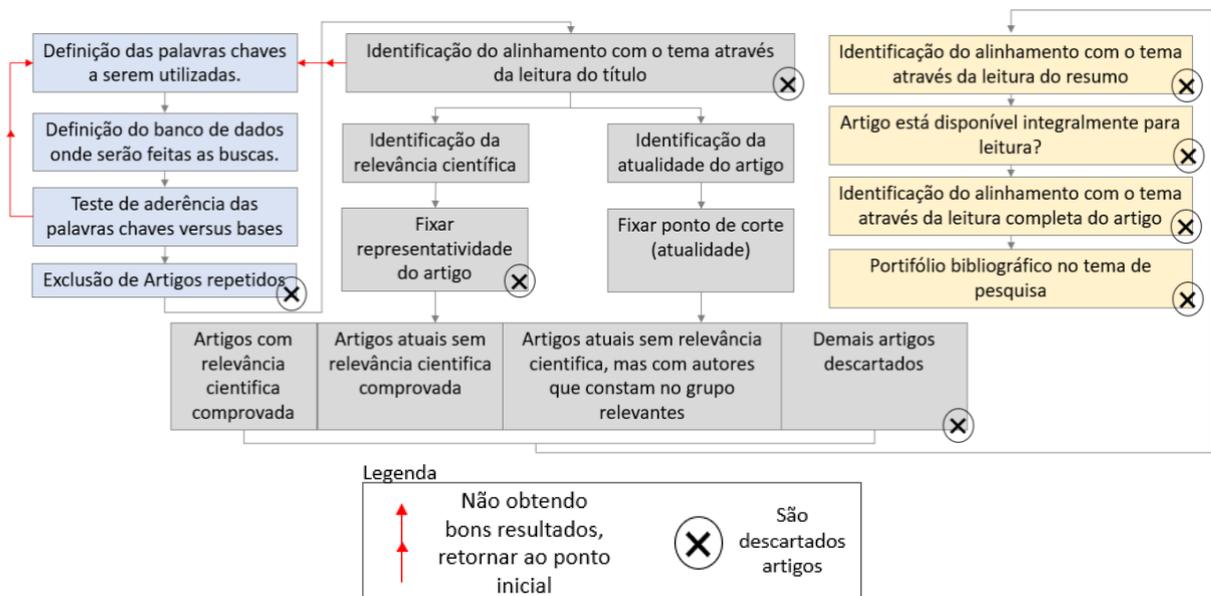


Fonte: Adaptado de Enssin *et al.* (2010)

Neste estudo, foram realizadas as seguintes etapas do processo *Proknow-C*:

- a) Seleção de portfólio bibliográfico: foi realizado a busca por material científico nas bases de dados de maneira sistematizada, conforme pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Procedimento ProKnow-C resumido para obtenção do portfólio bibliográfico



Fonte: Adaptado de Ensslin *et al.* (2010).

- b) Análise bibliométrica: foram contabilizados os dados estatísticos do conjunto de artigos obtidos na etapa (a), através de parâmetros como: palavras-chave, autores, ano, periódicos e citações, origem e periódicos.
- c) Análise sistêmica: foram analisados os resultados encontrados em cada artigo do portfólio bibliográfico. Dessa forma, foi possível verificar como cada pesquisador selecionou e utilizou os elementos Lean, quais foram os desafios encontrados na sua implementação e qual a melhor forma de se aplicá-las para gerenciamento e controle no chão de fábrica.

O sucesso da aplicação dos elementos *Lean* depende de quais foram considerados e quão bem esses elementos *Lean* são coerentes e se relacionam entre si, para o sucesso da organização (Jasti *et al.*, 2020). Assim, este estudo pretende responder a questões de investigação: Quais os elementos *Lean* que foram frequentemente implementados com sucesso nas manufaturas globalmente, do portfólio selecionado neste estudo?

3.1. Seleção do portfólio bibliográfico

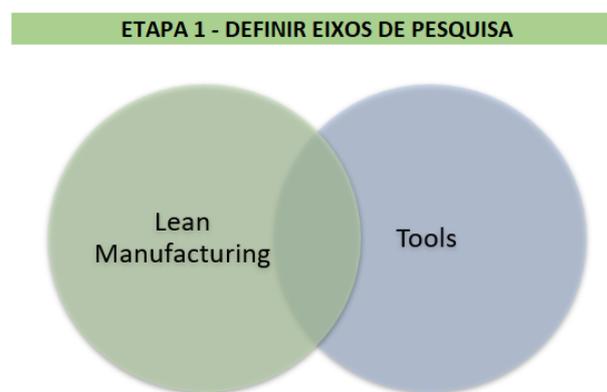
Esta seção tem por finalidade detalhar o processo de seleção do portfólio, evidenciando a utilização do método Proknow-C para o tema: Quais as ferramentas e práticas Lean mais utilizadas para gestão no chão de fábrica?

Essa seleção consiste em buscar artigos que tenham relação com o tema escolhido de maneira sistematizada. A pesquisa nos bancos de dados escolhidos se deu através de acesso on-line no período de julho à setembro de 2022.

3.1. Seleção das bases de dados, palavras chaves e filtros de pesquisa

Para o presente estudo, foram definidos eixos de pesquisa, baseados no tema proposto de pesquisa, com intuito de analisar a implementação Lean e suas ferramentas, conforme pode ser observado na Figura 5.

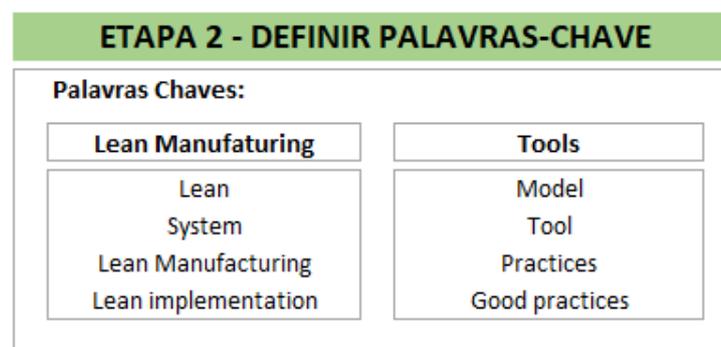
Figura 5 – Eixos de pesquisa



Fonte: Autores (2022)

As palavras chaves utilizadas na pesquisa do banco de dados foram as representadas na Figura 6.

Figura 6 – Palavras chaves



Fonte: Autores (2022)

Os termos de busca utilizados foram ("Lean Manufacturing" OR "Lean Implementation") AND "implementation" AND "Model"). ("Tool" OR "Good practices" OR "practices") AND "Lean Manufacturing". Tais termos foram estabelecidos a partir de uma leitura dinâmica de artigos científicos sobre Lean e suas ferramentas. A busca por termos

semelhantes, teve objetivo em localizar quais eram as possíveis nomenclaturas relacionadas que permitiriam uma cobertura mais ampla no momento da pesquisa de base realizado.

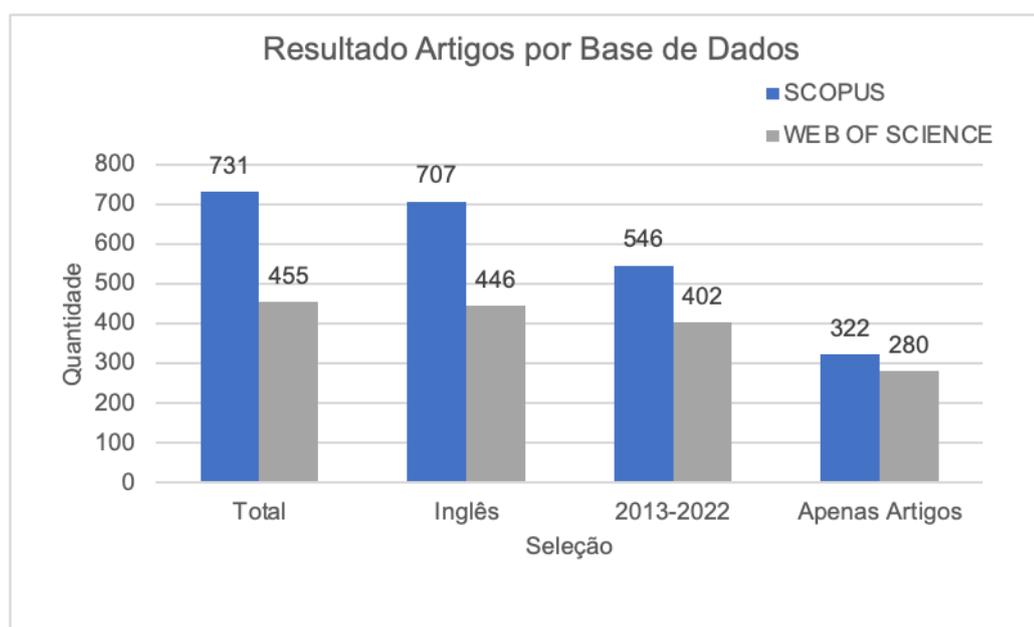
O operador lógico OR foi usado entre duas ou mais palavras para cobrir as diferentes formas mais exploradas nas buscas. O operador lógico AND permitiu a interseção entre os termos, excluindo artigos que não fossem aderentes ao tema e ao objeto de estudo. O uso de aspas permitiu encontrar termos exatamente como foram definidos.

As bases utilizadas foram *Web of Science* (WoS) e *Scopus*. A WoS para permitir o acesso a mais de 12.000 periódicos (Costa et al., 2017) e sendo considerada a maior autoridade na literatura científica (Yan et al., 2018) e a Scopus por ser o maior base de dados (Filser et al., 2017), ambas consideradas como o principal padrão de citação bases (Cisneros et al., 2018; Mongeon e Paulhus, 2016; Tunger e Eulerich, 2018).

Além das bases previamente definidas, os demais critérios de inclusão utilizados para mapear a artigos foram o período de publicação de 2013 a 2022 (últimos 10 anos), idioma inglês e meio de publicação apenas artigos.

Após a realização da pesquisa, foi possível encontrar um total de 1.186 artigos. O Gráfico 1 detalha as quantidades de artigos encontrados em cada base e o número de artigos selecionados após aplicação dos critérios descritos anteriormente, resultando em 602 artigos.

Gráfico 1 - Bases de dados e número de artigos encontrados



Fonte: Autores (2022)

3.1.2 Seleção de artigos nas bases de dados

Neste estudo foram selecionados artigos com relação a relevância ao tema proposto. Para isso os artigos foram classificados conforme os critérios abaixo:

- a) Artigos não repetidos, ou seja, retirou-se os artigos que existiam em duplicidade, utilizando o Microsoft Excel como ferramenta de auxílio, no qual foi possível importar as informações dos artigos selecionados nas bases utilizadas (palavras-chave, título, autores, ano). Dessa forma, para identificar os artigos duplicados foi feita a classificação de A-Z, facilitando a filtragem. Nessa pesquisa, 28% dos artigos estavam duplicados. Sendo assim, o repositório passou de 602 para 436 artigos não repetidos;
- b) Artigos alinhados quanto ao título, foram realizadas a leitura dos títulos dos 436 artigos e, posteriormente, excluídos aqueles que não tivessem relação a implementação Lean e suas ferramentas. Sendo assim, foram eliminados 308, que corresponde a 70% não relacionados ao tema, resultando em 128 artigos com título relacionado ao tema deste estudo.
- c) Artigos com reconhecimento científico comprovado, nessa etapa foram contabilizados o número de citações de cada artigo, demonstrando sua representatividade e, posteriormente, o percentual acumulado que os artigos mais citados representam. Após esse crivo foram selecionados 97 artigos. Para isto, foi utilizado o diagrama de Pareto, onde 59% representam artigos com maior expressão e relevância de acordo com a quantidade de citações, logo, 75 artigos foram responsáveis pelos 90% de representatividade acumulada, que, nesse caso, correspondem aos artigos com até 35 citações, encaixados como artigos com reconhecimento científico.
- d) Artigos com poucas citações, representam 10%, logo, foram tratados antes de serem excluídos e com isto quatro artigos foram adicionados na base. O filtro aplicado foi o seguinte: artigos com menos de quatro anos (2018 a 2022), que possuam um dos autores da base de dados principal (90%), ou seja, artigos recentes que foram escritos por autores que constam no banco de dados selecionados no item 3.

- e) Artigos alinhados quanto ao resumo, correspondem a 79, na sequência, fez-se a leitura dos resumos e, posteriormente, foram excluídos aqueles que não estavam aderentes o tema. Sendo assim, foram eliminados 47 artigos, que representam 40%, resultando em 31 artigos com resumo relacionado ao tema deste estudo.
- f) Com relação a disponibilidade, nessa etapa, a base de 31 artigos, passa pela filtragem de disponibilidade para download. Visto que, há periódicos que exigem pagamento para acesso aos artigos, além de restrições de determinadas bases (sites fechados). Todavia, 29 artigos tiveram disponibilidade para download.
- g) Com relação ao alinhamento do texto completo, foram realizadas a leitura completa dos 29 artigos disponíveis e todos estavam alinhados com a forma de aplicação, métricas e tema proposto, tendo relação direta o Lean e a utilização de suas ferramentas.

Foram selecionados 29 artigos em que o resumo possui similaridade com o objetivo proposto, após a aplicação dos filtros e leitura que comprovasse o alinhamento com o tema, formou-se o Portifólio Bibliográfico de acordo com Quadro 2, para leitura na íntegra.

Quadro 2 – Portifólio bibliográfico para leitura

ETAPA 18 - DISPONIBILIDADE DOS ARTIGOS DO REPOSITÓRIO C			
Autor	Repositório C	ANO	Qtde Citações por autor
Basu, P; Dan, PK	A comprehensive study of manifests in lean manufacturing implementation and framing an administering model	2020	152
Paranitharan, KP; Babu, AR; Pandi, AP; Jeyathilagar, D	An empirical validation of integrated manufacturing business excellence model	2017	145
Purushothaman M.B., Seadon J., Moore D., Jasti, NVK; Kota, S; Kale, SR	A relationship between bias, lean tools, and waste Development of a framework for lean enterprise	2022 2020	143 115
Talib F., Asjad M., Attri R., Siddiquee A.N., Khan Z.A.,	A road map for the implementation of integrated JIT-lean practices in Indian manufacturing industries using the best-worst method approach	2020	96
Knol, WH; Lauche, K; Schouteten, RLJ; Slomp, J	Establishing the interplay between lean operating and continuous improvement routines: a process view	2022	92
Setiawan, N; Salleh, MR; Ariff, HA; Rahman, MAA; Mohamad, E; Sulaiman, MA; Zaini, FF; Ito, T	A proposal of performance measurement and management model for 5S sustainability in manufacturing SMEs: A Review	2021	89
García-Alcaraz, JL; Reza, JRD; Ramirez, CS; Romero, JL; Macías, E; Lardies, CJ; Medina, MAR	Lean Manufacturing Tools Applied to Material Flow and Their Impact on Economic Sustainability	2021	77
Knol, WH; Slomp, J; Schouteten, RLJ; Lauche, K	Implementing lean practices in manufacturing SMEs: testing critical success factors' using Necessary Condition Analysis	2018	74
Yadav V., Jain R., Mittal M.L., Panwar A., Sharma M.K., Taherimashhadi, M; Ribas, I	An appraisal on barriers to implement lean in SMEs A Model to Align Organizational Culture to Lean Culture	2019 2018	72 69
García-Alcaraz J.L., Realyvasquez-Vargas A., García-Alcaraz P., de la Parte M.P., Fernández J.B., Macías E.J.,	Effects of Human Factors and Lean Techniques on Just in Time Benefits	2019	69
Das B., Venkatadri U., Pandey P.,	Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing	2014	65
Huang, CY; Lee, D; Chen, SC; Tang, W	A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry	2022	64
Qureshi K.M., Mewada B.G., Alghamdi S.Y., Almakayeel N., Qureshi M.R.N., Mansour M.,	Accomplishing Sustainability in Manufacturing System for Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) through Lean Implementation	2022	61
Lucherini, F; Rapaccini, M	Exploring the Impact of Lean Manufacturing on Flexibility in SMEs	2017	61
Sakthi Nagaraj T., Jeyapaul R.,	An empirical investigation on association between human factors, ergonomics and lean manufacturing	2021	57
Alcaraz J.L.G., Hernández F.A.M., Tiznado J.E.O., Vargas A.R., Macías E.J., Lardies C.J.,	Effect of Quality Lean Manufacturing Tools on Commercial Benefits Gained by Mexican Maquiladoras	2021	53
Ali Naqvi S.A., Fahad M., Atir M., Zubair M., Shehzad M.M.,	Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning	2016	53
Almomani M.A., Abdelhadi A., Mumani A., Momani A., Aladeemy M.,	A proposed integrated model of lean assessment and analytical hierarchy process for a dynamic road map of lean implementation	2014	50
Sharma V., Dixit A.R., Qadri M.A., Mostafa S., Lee S.-H., Dumrak J., Chileshe N., Soltan H.,	Modeling Lean implementation for manufacturing sector Lean thinking for a maintenance process	2016 2015	50 47
Pereira, CM; Anholon, R; Batocchio, A	OBSTACLES AND DIFFICULTIES IMPLEMENTING THE LEAN PHILOSOPHY IN BRAZILIAN ENTERPRISES	2017	47
Minovski R., Jovanoski B., Galevski P.,	Lean implementation and implications: experiences from Macedonia	2021	46
Gaspar F., Leal F.,	A methodology for applying the shop floor management method for sustaining lean manufacturing tools and philosophies: a study of an automotive company in Brazil	2020	41
Leksic, I; Stefanic, N; Veza, I	The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction	2020	36
Knol W.H., Slomp J., Schouteten R.L.J., Lauche K.,	The relative importance of improvement routines for implementing lean practices	2019	32
Arredondo-Soto K.C., Blanco-Fernandez J., Miranda-Ackerman M.A., Solis-Quinteros M.M., Realyvasquez-Vargas A., García-Alcaraz J.L.,	A Plan-Do-Check-Act Based Process Improvement Intervention for Quality Improvement	2021	31
Paranitharan K.P., Ramesh Babu T.,	An empirical study on integrated manufacturing system practiced in Indian industries – A structural equation modelling approach	2019	1

Fonte: Autores (2022)

3.2 Análise bibliométrica do portfólio bibliográfico

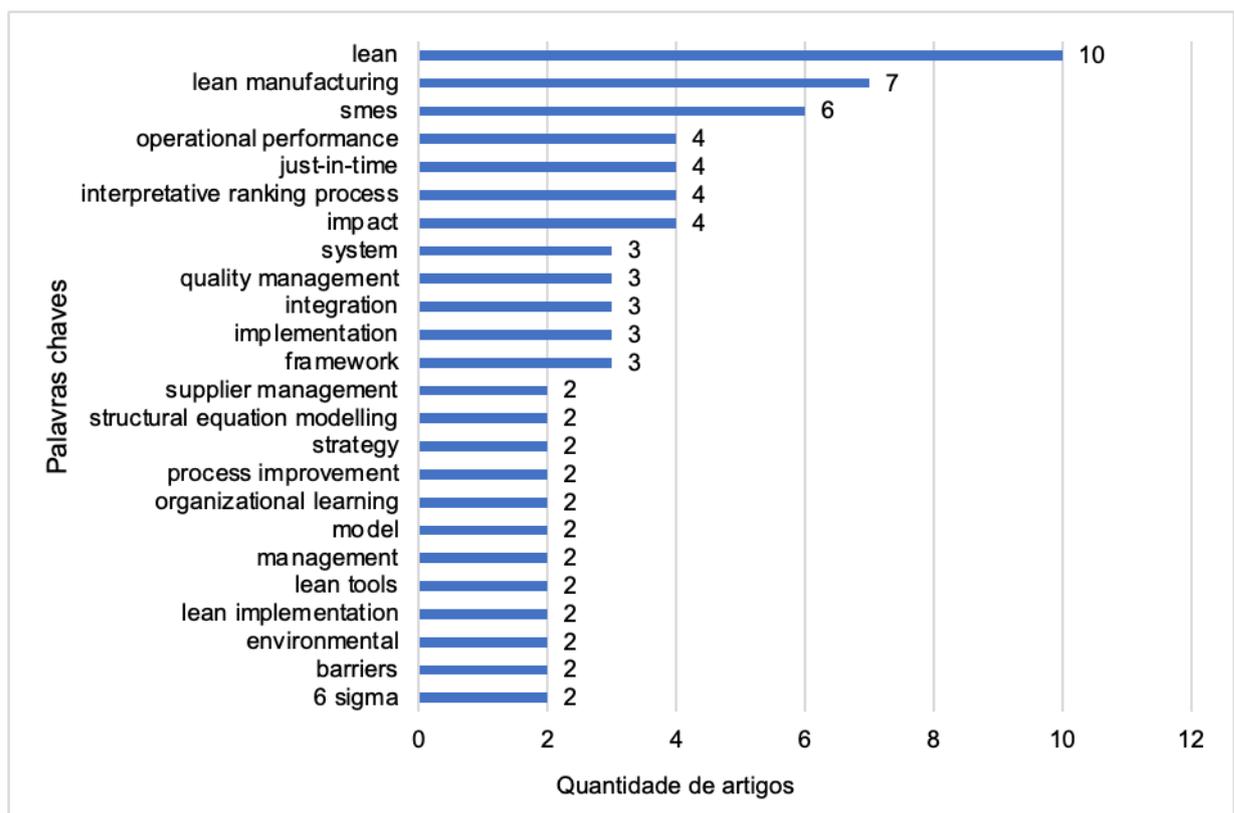
Nesta etapa foi analisado os dados bibliométricos do portfólio selecionado, detalhando as principais palavras chaves, *Journals* publicados, ano de publicação e seus países.

3.2.1. Análise dos artigos do portfólio

Com base na análise dos dados quantitativos do portfólio bibliográfico, foram realizadas as seguintes varreduras:

- a) Palavras-chave do portfólio: foram observadas repetições, sendo as mais observadas: “Lean”, “Lean Manufacturing”, “Médias e Pequenas Empresa” e “Performance da Operação”, evidenciando, assim, a relação dos artigos com o tema abordado conforme ilustrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Palavras chaves repetidas no portfólio



Fonte: O autor (2022)

- b) *Journals* do portfólio: dentre os 29 artigos selecionados, quatro artigos foram publicados no *International Journal of Lean Six Sigma* e três artigos em cada um dos *Journals*: *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* e

Sustainability, representando maior expressão dentre as opções de Journals sobre o tema. Desta forma, conclui-se que o tema Lean e suas ferramentas são temas de grande interesse dentro desses periódicos, conforme demonstrado Gráfico 3.

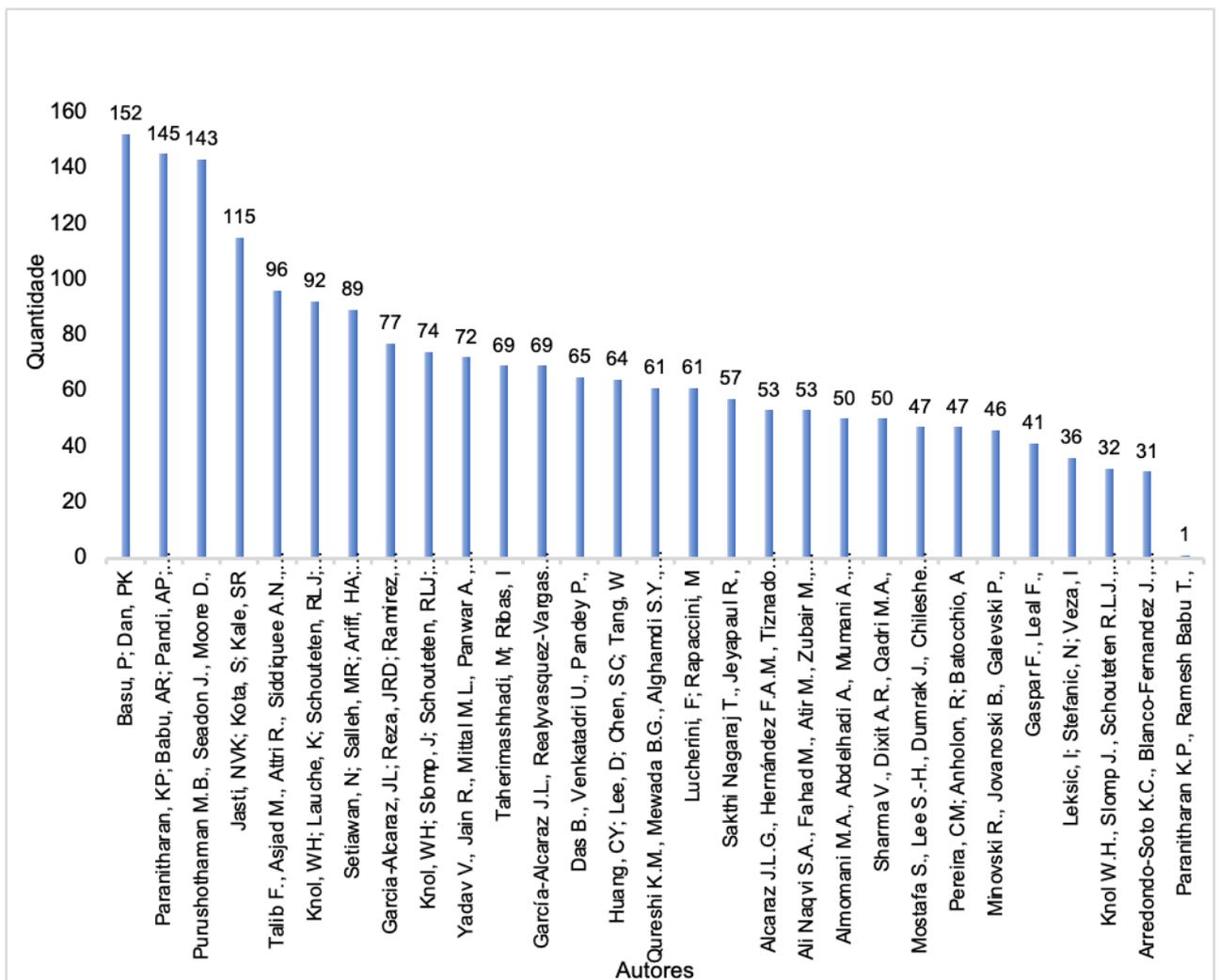
Gráfico 3 – Journals do portfólio selecionado



Fonte: Autores (2022)

- c) Reconhecimento científico por autor: como pode ser observado no Gráfico 4 os autores Basu e Dan (2020), Paranitharan *et al.* (2017) e Purushothaman *et al.* (2022), representaram 22% da relevância científica do portfólio do estudo, com 440 citações.

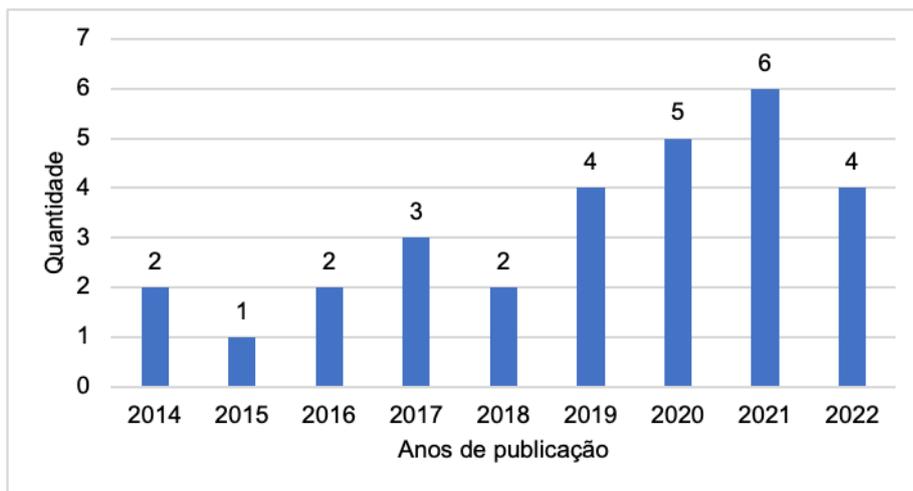
Gráfico 4 – Quantidade de citações por autor



Fonte: O autor (2022)

- d) Período de publicação: os anos com mais artigos publicados, conforme observado na Gráfico 5, foram 2019 a 2022, representando 66% do portfólio bibliográfico selecionado.

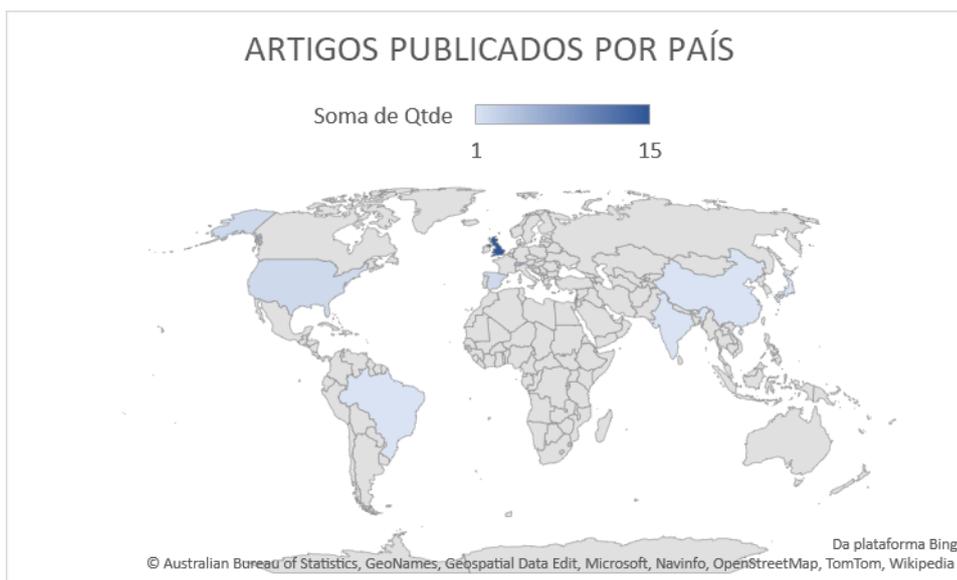
Gráfico 5 – Artigos por ano de publicação



Fonte: Autores (2022)

e) Países de origem: os artigos do estudo foram publicados em diferentes países. Os principais foram Reino Unido, Suíça, Espanha, Estados Unidos da América e Brasil. Logo, o país mais representativo foi o Reino Unido com 15 artigos, representado na Figura 7.

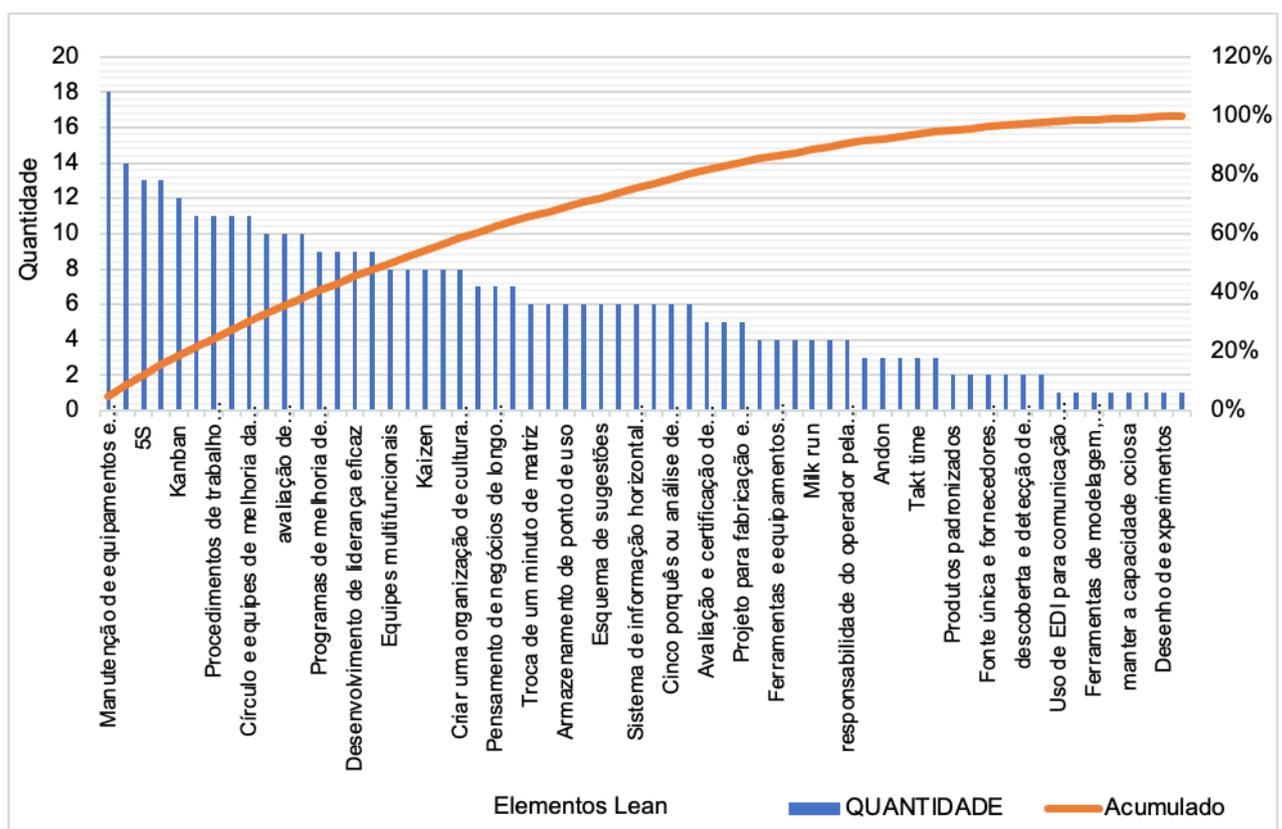
Figura 7 – Artigos por país de publicação



Fonte: Autores (2022)

- f) Elementos Lean encontrados nos artigos: as práticas mais utilizadas na implementação do Lean Manufacturing, foram: “Manutenção Produtiva Total (TPM)”, “Treinamentos”, “5S”, “Just-in-Time (JIT)”, “Mapeamento Fluxo de Valor (VSM)”, “Padronização”, “Tipos de Desperdícios”, “Gestão da Qualidade Total (TQM)”, “Ergonomia”, “Desenvolvimento da Liderança e Equipes” e “Equipes Multifuncionais”. Estas representaram 50% dos elementos Lean citados, conforme Gráfico 6.

Gráfico 6 – Elementos *Lean* encontrados nos portfólio bibliográfico.



Fonte: Autores (2022)

3.3. Análise sistêmica do portfólio bibliográfico

Após a seleção do portfólio bibliográfico e análise bibliométrica dos artigos, foi realizada a análise sistêmica com o objetivo de observar quais ferramentas e elementos são comumente citados e utilizados nos estudos sobre Implementação *Lean Manufacturing*.

3.3.1 Elementos *Lean*

Na análise sistêmica foram identificados 62 elementos Lean, que estão dispostos na Quadro 3. A frequência fornece o número de vezes que um elemento foi encontrado, em

alguns artigos há frases ou palavras diferentes, mas com os mesmos significados. Os primeiros 21 elementos representam 50% da amostra do estudo.

Quadro 3 – Elementos *Lean* do portfólio bibliográfico

FREQUÊNCIA DOS ELEMENTOS LEAN ENCONTRADOS NO PORTIFÓLIO			
Elementos <i>Lean</i>	Frequência	Representatividade	Acumulado
Manutenção de equipamentos e ferramentas	18	5%	5%
Treinamento e educação de funcionários	14	4%	9%
5S	13	3%	12%
Produção puxada	13	3%	15%
Kanban	12	3%	19%
Mapeamento do fluxo de valor	11	3%	22%
Procedimentos de trabalho padronizados	11	3%	25%
Sete desperdícios	11	3%	27%
Círculo e equipes de melhoria da qualidade	11	3%	30%
Eficácia geral do equipamento	10	3%	33%
avaliação de falhas/depuração/deteção de falhas	10	3%	36%
Funcionários multi-qualificados	10	3%	38%
Programas de melhoria de segurança e ergonomia	9	2%	41%
Produção em lotes pequenos	9	2%	43%
Desenvolvimento de liderança eficaz	9	2%	46%
Desenvolvendo equipes de conhecimento	9	2%	48%
Equipes multifuncionais	8	2%	50%
Ciclo PDCA	8	2%	52%
Kaizen	8	2%	54%
layout de celular	8	2%	57%
Criar uma organização de cultura de aprendizagem	8	2%	59%
Enriquecimento do trabalho	7	2%	61%
Pensamento de negócios de longo prazo	7	2%	62%
Comunicação organizada e regular	7	2%	64%
Troca de um minuto de matriz	6	2%	66%
Suavização de produção ou produção de carga de trabalho uniforme	6	2%	67%
Armazenamento de ponto de uso	6	2%	69%
Fluxo de peça única	6	2%	71%
Esquema de sugestões	6	2%	72%
Recompensas e reconhecimento justos	6	2%	74%
Sistema de informação horizontal e vertical	6	2%	75%
À prova de erros ou poka-yoke	6	2%	77%
Cinco porquês ou análise de causa raiz	6	2%	79%
Avaliação contínua do feedback do cliente	6	2%	80%
Avaliação e certificação de fornecedores	5	1%	82%
Cartões T	5	1%	83%
Projeto para fabricação e montagem (jikoda)	5	1%	84%
Simplificado de produtos e processos	4	1%	85%
Ferramentas e equipamentos padronizados	4	1%	86%
Tecnologia de grupo	4	1%	87%
Milk run	4	1%	89%
Gestão visual	4	1%	90%
responsabilidade do operador pela qualidade	4	1%	91%
Uso de hierarquia plana	3	1%	91%
Andon	3	1%	92%
Parceria de longo prazo com fornecedores	3	1%	93%
Takt time	3	1%	94%
Captura e reutilização de conhecimento	3	1%	95%
Produtos padronizados	2	1%	95%
Proximidade do fornecedor	2	1%	96%
Fonte única e fornecedores confiáveis	2	1%	96%
Plano de carreira de especialista para gerentes de conhecimento	2	1%	97%
descoberta e deteção de conhecimento	2	1%	97%
Modo de falha e análise eficaz	2	1%	98%
Uso de EDI para comunicação entre fornecedores e clientes	1	0%	98%
Sistema de planejamento de recursos empresariais	1	0%	98%
Ferramentas de modelagem, análise e simulação	1	0%	99%
Prototipagem Rápida	1	0%	99%
manter a capacidade ociosa	1	0%	99%
Implantação da função de qualidade	1	0%	99%
Desenho de experimentos	1	0%	100%
Papel do engenheiro-chefe	1	0%	100%

Fonte: Adaptado Jast et al. (2020).

Para Yadav *et al.* (2019) o compromisso, o suporte da gestão de topo e o apoio de especialista os Lean são considerados como os mais importantes durante o início de implementação de qualquer grupo de elemento *Lean*.

Os pesquisadores Qureshi *et al.* (2022) citam que a adequação à estratégia, a perspectiva de longo prazo, os métodos adequados, assim como o planejamento adequado, também são mencionados como aspectos determinantes para o sucesso da aplicação de técnicas e ferramentas *Lean*.

Almomani *et al.* (2014) esclarece que há forte necessidade de ter uma rota bem definida para implementação dos elementos *Lean*, pois a ausência de tal caminho aumentará o desperdício de tempo e recursos.

Huang *et al.* (2022) identificou o comprometimento da direção, a formação de equipes de melhoria e o treinamento de pessoal são relevantes como fatores de sucesso para a implementação das ferramentas *Lean*.

Gaspar e Leal (2020) incluíram como elementos de sucesso a criação de padrões e controle de anormalidades, atividades no *Gemba*, gestão visual, comunicação regular entre os envolvidos do processo, rotina de resolução de problemas, processo estruturado para desenvolvimento de pessoas e, por fim a confirmação do aprendizado por meio de auditorias internas.

Taherimashhadi e Ribas (2018) ~~em seu estudo~~ demonstram que para a equipe aceitar e promover a melhoria contínua dos elementos Lean implementados, é necessário fortalecerem o trabalho em equipe e a comunicação, ampliando o círculo de interação humana e treinamentos.

Arredondo-Soto *et al.* (2021) salientam a importância dos processos de melhoria contínua aplicados de maneira simples, envolvendo a equipe do início ao fim e com métodos e ferramentas práticas e diretas que promovam mudanças rápidas e visíveis, como por exemplo o *Kaizen*.

Setiawan, *et al.* (2021) cita a ferramentas 5S, as atividades contínuas de auditoria de 5S, os treinamentos e o sistemas de recompensa para melhorar o desempenho operacional. Minovski *et al.* (2021) também se refere a implementação de gestão 5S e treinamento, além de incluir resolução de problemas em formato A3. Purushothaman *et al.* (2022) inclui em seus estudos, sobre as implementações dos elementos Lean, a definição clara de que ninguém da

equipe será culpado se um novo processo falhar, ou seja, promover a confiança para que a ferramentas não sejam aplicadas por medo.

Garcia-Alcaraz *et al.* (2021) referem-se a implementações de ferramentas específicas *Lean*, como o impacto do TQM e analisam a eficiência geral do equipamento (OEE). Os autores citam o TPM e como ele ajuda a reduzir a perda de matéria-prima devido a deficiências na calibração da máquina.

Sharma *et al.* (2016) e Pereira *et al.* (2017) concordaram que os vários tipos de desperdícios podem ser removidos com a adoção das práticas de produção enxuta, como por exemplo, 5S, troca de matrizes de um minuto (SMED) e engenharia simultânea podem superar atrasos na produção. VSM e JIT podem eliminar superprodução e estoque desnecessário e *Kaizen* diário para melhoria contínua. Das *et al.* (2014) e Alcaraz *et al.* (2021) também citam estes elementos para promover a produção de valor para o cliente de maneira mais enxuta e aumentar o desempenho operacional. Lucherini e Rapaccini (2017) incluem fabricação celular para produzir o maior número de produtos similares.

Knol *et al.* (2022) citaram que os elementos mais comuns utilizados em implementações *Lean* são: sete desperdícios, *Kaizen*, *Just-In-Time*, 5S e *Kanban*. Os pesquisadores Talib *et al.* (2020) incluíram o roteiro de implementação *Just-In-Time* para facilitar sua aplicação na prática.

Paranitharan *et al.* (2017) propõem elementos *Lean* que promovam a liderança visionária, comprometimento da gestão, melhoria contínua, gestão da manutenção dos equipamentos, gestão da força de trabalho, padronização dos processos e sistema de gestão da qualidade.

Os pesquisadores Ali Naqvi *et al.* (2016) detectaram que antes de aplicar um grupo de elementos *Lean*, é necessária uma adaptação, e para que exista, é necessário mudar a estrutura, os hábitos, o sistema de avaliação do desempenho e uma mudança total da organização.

Sakthi *et al.* (2020) identificaram que fatores humanos são significativos na aplicação dos elementos *Lean*, pois ajudam a diagnosticar problemas associados ao desempenho e bem-estar dos trabalhadores, garantindo resultados sustentáveis com a utilização destas ferramentas.

3.3.2 Quais Elementos Lean para aplicação

Com base no portfólio bibliográfico deste estudo, o modelo estrutural para aplicação dos elementos Lean deve ser desenvolvido com a abordagem orientada para o cliente e respeitando seus fornecedores. Basu e Dan (2020) descrevem que o ambiente atual é competitivo, por isso o cliente deve obter o foco da empresa, ao mesmo tempo, a ênfase na gestão de fornecedores é dada na produção enxuta.

Huang *et al.* (2022) detalham que a sequência de atividades e operações precisa ser planejada para obter um fluxo verdadeiramente linear contínuo, citando que ações de planejamento e programação são essenciais para o compromisso contínuo com a melhoria. Gaspar e Leal (2020) enfatizam que as decisões da gestão devem ser baseadas em uma filosofia de longo prazo e a aplicação dos elementos *Lean* requer um compromisso de longo prazo da gestão.

De acordo com Taherimashhadi e Ribas (2018) as ferramentas, técnicas e práticas da qualidade são os pilares da implementação dos elementos *Lean*, contribuindo substancialmente para o desempenho operacional da empresa e para a satisfação do cliente.

O estudo consiste em 62 elementos enxutos e 13 pilares ou áreas amplas que foram identificadas por meio de uma revisão sistemática da literatura. Pode haver na literatura mais pilares ou elementos correspondentes em comparação com os expostos, no entanto, estes foram localizados com base no portfólio bibliográfico atual.

Os pesquisadores Yadav *et al.* (2019) detalharam que há barreiras significativas que devem ser superadas e consideradas na implementação bem-sucedida dos elementos *Lean*. Sakthi *et al.* (2021) detalham como barreiras, a falta de conscientização, conhecimento e compromisso da gerência. Paranitharan *et al.* (2019), inclui a baixa prioridade, indisponibilidade de infraestrutura, bem como a como compreensão inadequada pelos funcionários. Das *et al.* (2014) complementa que à resistência à mudança e à falta de envolvimento de todos, dificultam as empresas a obterem sucesso com aplicação do Lean.

Devido estas e outras ameaças à implementação dos elementos Lean, de acordo com Jast *et al.* (2020) qualquer implementação de estrutura *Lean* deve abranger áreas amplas, ou seja, pilares que contenham elementos padrão do *Lean*. Cada elemento específico foi encaixado em uma área ou pilar amplo específico. Por fim, o estudo propôs um quadro com a identificação clara das grandes áreas ou pilares de todos os elementos, conforme exposto na Quadro 4.

Quadro 4 – Pilares e elementos *Lean* do portfólio bibliográfico

REPRESENTATIVIDADE DOS PILARES LEAN ENCONTRADOS NO PORTIFÓLIO			
PILARES	ELEMENTOS LEAN	QUANTIDADE ENCONTRADA	REPRESENTATIVIDADE
Manutenção Produtiva Total (TPM)	Manutenção de equipamentos e ferramentas	18	13%
	Eficácia geral do equipamento	10	
	avaliação de falhas/depuração/deteção de falhas	10	
	Programas de melhoria de segurança e ergonomia	9	
Produção Just-In-Time	Produção puxada	13	12%
	Kanban	12	
	Produção em lotes pequenos	9	
	Armazenamento de ponto de uso	6	
Comprometimento e Liderança da Gestão	Fluxo de peça única	6	12%
	Desenvolvimento de liderança eficaz	9	
	Criar uma organização de cultura de aprendizagem	8	
	Pensamento de negócios de longo prazo	7	
	Comunicação organizada e regular	7	
	Sistema de informação horizontal e vertical	6	
Melhoria contínua	Cartões T	5	11%
	Gestão visual	4	
	Mapeamento do fluxo de valor	11	
	Equipes multifuncionais	8	
	Ciclo PDCA	8	
	Kaizen	8	
Gestão de Recursos Humanos	Simplificado de produtos e processos	4	11%
	Uso de hierarquia plana	3	
	Treinamento e educação de funcionários	14	
	Funcionários multi-qualificados	10	
Estandarização	Enriquecimento do trabalho	7	9%
	Esquema de sugestões	6	
	Recompensas e reconhecimento justos	6	
	5S	13	
	Procedimentos de trabalho padronizados	11	
Eliminação de resíduos	Ferramentas e equipamentos padronizados	4	9%
	Andon	3	
	Produtos padronizados	2	
	Sete desperdícios	11	
Gestão da Qualidade Total (TQM)	layout de celular	8	7%
	Troca de um minuto de matriz	6	
	Carga de trabalho uniforme	6	
	Milk Run	4	
Gestão do Conhecimento	Círculo e equipes de melhoria da qualidade	11	4%
	À prova de erros ou poka-yoke	6	
	Cinco porquês ou análise de causa raiz	6	
	responsabilidade do operador pela qualidade	4	
Gestão da Cadeia de Suprimentos	Desenvolvendo equipes de conhecimento	9	3%
	Captura e reutilização de conhecimento	3	
	Plano de carreira de especialista p/ gerentes de conhecimento	2	
	descoberta e deteção de conhecimento	2	
Gestão de Relacionamento com o Cliente	Avaliação e certificação de fornecedores	5	3%
	Parceria de longo prazo com fornecedores	3	
	Proximidade do fornecedor	2	
	Fonte única e fornecedores confiáveis	2	
Engenharia Simultânea	Avaliação contínua do feedback do cliente	6	2%
	Takt time	3	
	manter a capacidade ociosa	1	
	Implantação da função de qualidade	1	
Sistema de tecnologia da informação	Projeto para fabricação e montagem (jikoda)	5	2%
	Modo de falha e análise eficaz	2	
	Desenho de experimentos	1	
	Papel do engenheiro-chefe	1	
Sistema de tecnologia da informação	Tecnologia de grupo	4	2%
	Uso de EDI para comunicação entre fornecedores e clientes	1	
	Sistema de planejamento de recursos empresariais	1	
	Ferramentas de modelagem, análise e simulação	1	
	Prototipagem Rápida	1	

Fonte: Adaptado Jast *et al.* (2020)

Uma das questões que costuma surgir é se estes mesmos pilares devem ser implementados em paralelo ou em sequência. Para os pesquisadores Setiawan *et al.* (2021) a

alocação de esforços e de recursos precisos para implementar os elementos *Lean* são limitados, por isso devem ser introduzidos simultaneamente e em paralelo.

Minovski *et al.* (2021) defendeu que redução dos desperdícios e treinamento da equipe, devem ser os primeiros passos para implementar o *Lean*. Considerou ainda que, a eliminação de desperdícios, equipes funcionais e o fundamento colaborativo são três princípios básicos que devem ser introduzidos simultaneamente durante todo o processo de implementação.

Basu e Dan (2020) e Gaspar e Leal (2020) propõem realizar um roteiro detalhado para o treinamento e aplicação dos elementos *Lean*, separando por etapas de implementação e cada etapa de validação do aprendizado da equipe por meio de *checklist* de verificação.

Os pesquisadores Pereira *et al.* (2017) analisaram que à medida em que o nível operacional se torna mais perspicaz quanto ao andamento da empresa, os colaboradores podem coletar e interpretar os indicadores mais relevantes para sua área. Pode-se dizer que sucesso da utilização correta dos elementos *Lean* está no controle sistemático e na melhoria dos indicadores-chave para as empresas.

Gaspar e Leal (2020) citam o *Lean Production* como um sistema de gestão integrado que otimiza a comunicação, o desempenho, o controle e a implementação de ferramentas e métodos simples no chão de fábrica. Nesse processo, destacam-se seis pontos: dar autoridade às pessoas para que aproveitem todo o seu potencial; o gerente estar presente no chão de fábrica; um gerenciamento visual usado como ferramenta de comunicação; novas formas de organização dividindo as áreas em grupos menores; aplicar processos de melhoria e métodos estruturados de resolução de problemas; e, finalmente, desenvolver as habilidades das pessoas no chão de fábrica.

É importante verificar a aplicabilidade do conjunto de elementos propostos no cenário da vida real, pois isso dá credibilidade ao processo e ao resultado (Jast *et al.*, 2020).

5. Considerações finais

O estudo em questão obteve informações relevantes referente ao tema, que teve como intuito agrupar os principais elementos *Lean* do portfólio bibliográfico, que foram frequentemente implementadas nas manufaturas globalmente. Os objetivos foram alcançados, de forma que, ao final da aplicação da metodologia ProKnow-C, obteve-se um portfólio de 29 artigos de reconhecimento científico e publicados nos últimos nove anos.

De posse dos 29 artigos, realizou-se um estudo quantitativo e qualitativo do portfólio bibliográfico onde foi possível visualizar os principais elementos *Lean* utilizados. O caminho para selecionar os 29 artigos foi realizado em um eixo de pesquisa, onde selecionou o portfólio bibliográfico e, posteriormente, fez a análise bibliométrica nos artigos das bases de dados que mais estavam relacionadas com o tema. Na seleção do portfólio, os elementos: TQM, Treinamento, 5S, *Just-in-Time*, VSM, Padronização, Tipos de desperdícios, Ergonomia, Desenvolvimento da Liderança e Equipes, e Equipes Multifuncionais se destacam com o número de citações dentro do portfólio, tendo 50% de representatividade.

Nesse contexto, se destaca, também, artigo “*A comprehensive study of manifests in Lean Manufacturing implementation and framing an administering model*” citado 152 vezes quanto ao reconhecimento científico. O estudo bibliométrico, trouxe destaque a origem dos artigos das referências do portfólio, sendo 128 artigos com título relacionado ao tema deste estudo originados de revistas, nesse sentido, mostrou o grau de relevância deste tipo de publicação quanto tema de pesquisa.

O método *Proknow-C* faz com que o processo seja sistematizado, ainda que exista a subjetividade na seleção dos artigos, faz parte do processo, a partir de que o autor tenha seu próprio interesse e objetivo referente ao tema de pesquisa. Através da aplicação do método dentro do tema elementos *Lean*, foi possível concluir, que diante dos resultados quantitativos obtidos e o nível de relevância dos artigos selecionados, se trata de uma ferramenta extremamente importante na procura e seleção de artigos referente ao tema de pesquisa, isto é, devido ao seu alto grau de sistematização na pesquisa. Nesse sentido, sua sistematização se torna necessário quando parte do princípio de que seja necessário simplificar e organizar os meios de pesquisa, conseqüentemente, aumentando o conhecimento do pesquisador quanto ao tema, além de, possibilitar atingir o objetivo deste estudo, em superar a dispersão na literatura na seleção das ferramentas, técnicas e práticas *Lean* mais utilizadas nas organizações manufatureiras dispostas na literatura.

Dentre os resultados obtidos, a identificação dos periódicos que mais publicam, destaca-se a aceitação do tema quanto ao meio de pesquisa, enfatizando os principais elementos *Lean* a serem aplicados posteriormente nas empresas. Tornando uma lista de apoio no que diz respeito a quais ferramentas e práticas *Lean* são priorizadas para obter resultados positivos com redução de desperdícios, controle e melhoria contínua, otimizando,

padronizando e estabilizando os processos de fabricação, proporcionando retorno financeiro e engajamento para as organizações.

Dessa forma, para futuras pesquisas e estudos relacionados a aplicação *Lean*, sugere-se os temas: Qual modelo de implementação das ferramentas *Lean* devem ser apresentadas as organizações? Quais elementos *Lean* poderão ser aplicados para gestão, controle e melhoria contínua do chão de fábrica?

Referências

- Ali Naqvi, S.A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., & Shehzad, M.M. (2016). Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. *Cogent Engineering*, 3(1), 1207296.
- Almomani, M.A., Abdelhadi, A., Mumani, A., Momani, A., & Aladeemy, M. (2014). A proposed integrated model of lean assessment and analytical hierarchy process for a dynamic road map of lean implementation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 72, 161-172.
- Arredondo-Soto, K.C., Blanco-Fernández, J., Miranda-Ackerman, M.A., Solís-Quinteros, M.M., Realyvásquez-Vargas, A., & García-Alcaraz, J.L. (2021). A plan-do-check-act based process improvement intervention for quality improvement. *IEEE Access*, 9, 132779-132790.
- Basu, P., Ghosh, I., & Dan, P.K. (2018, March). Structural equation modelling based empirical analysis of technical issues for lean manufacturing implementation in the Indian context. In *2018 7th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)* (pp. 57-61). IEEE.
- Cisneros, L., Ibanescu, M., Keen, C., Lobato-Calleros, O., & Niebla-Zatarain, J. (2018). Bibliometric study of family business succession between 1939 and 2017: mapping and analyzing authors' networks. *Scientometrics*, 117, 919-951.
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71, 307-323.
- Duran, O., & Batocchio, A. (2003). Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. *Revista produção online*, 3(2).
- Tasca, J.E., Ensslin, L., Rolim Ensslin, S., & Bernardete Martins Alves, M. (2010). An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European industrial training*, 34(7), 631-655.
- García Alcaraz, J.L., Martínez Hernández, F.A., Olguin Tiznado, J.E., Realyvasquez Vargas, A., Jiménez Macías, E., & Javierre Lardies, C. (2021). Effect of quality lean manufacturing tools on commercial benefits gained by Mexican maquiladoras. *Mathematics*, 9(9), 971.
- García-Alcaraz, J.L., Díaz Reza, J.R., Sánchez Ramírez, C., Limón Romero, J., Jiménez Macías, E., Lardies, C. J., & Rodríguez Medina, M.A. (2021). Lean manufacturing tools applied to material flow and their impact on economic sustainability. *Sustainability*, 13(19), 10599.
- García-Alcaraz, J.L., Flor-Montalvo, F.J., Avelar-Sosa, L., Sánchez-Ramírez, C., & Jiménez-Macías, E. (2019). Human resource abilities and skills in TQM for sustainable enterprises. *Sustainability*, 11(22), 6488.
- Gaspar, F., & Leal, F. (2020). A methodology for applying the shop floor management method for sustaining lean manufacturing tools and philosophies: A study of an automotive company in Brazil. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(6), 1219-1238.
- Goforth, K.A., Hodge, G.L., Jeff, A., Thoney, K. *Adapting Lean Manufacturing Principles to the Textile Industry*. 2011. 172 f. Tese, Graduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 2011.
- Huang, C.Y., Lee, D., Chen, S.C., & Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, 10(5), 835.

- Jasti, N.V.K., Kota, S., & Kale, S.R. (2020). Development of a framework for lean enterprise. *Measuring Business Excellence*, 24(4), 431-459.
- Katzenbach, J. R. *Equipes campeãs: desenvolvendo o verdadeiro potencial de equipes e líderes*. 1. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- Katzenbach, J.R., & Smith, D.K. (2001). *Equipes de alta performance: conceitos, princípios e técnicas para potencializar o desempenho das equipes*. Gulf Professional Publishing.
- Knapic, V., Rusjan, B., & Bozic, K. (2022). Importance of first-line employees in lean implementation in SMEs: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Knol, W.H., Lauche, K., Schouteten, R.L., & Slomp, J. (2022). Establishing the interplay between lean operating and continuous improvement routines: a process view. *International Journal of Operations & Production Management*, 42(13), 243-273.
- Lacerda, R.T.D.O., Ensslin, L., & Ensslin, S.R. (2012). Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. *Gestão & Produção*, 19, 59-78.
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020). The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction. *Advances in Production Engineering & Management*, 15(1).
- Lucherini, F., & Rapaccini, M. (2017). Exploring the impact of Lean manufacturing on flexibility in SMEs. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 10(5), 919-945.
- Macedo, R.K.D. (2010). Proposição de um método para medir o grau de execução das práticas enxutas em uma empresa que não possui um sistema enxuto estruturado: um estudo de caso.
- Marx, R. *Trabalho em grupos e autonomia como instrumentos de competição: experiência internacional, casos brasileiros, metodologia da implantação*. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- Marx, R.. *Trabalho em grupos e autonomia como instrumentos de competição*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- Minovski, R., Jovanoski, B., & Galevski, P. (2021). Lean implementation and implications: experiences from Macedonia. *International journal of lean six sigma*, 12(1), 78-97.
- Monden, Y. (2011). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. CRC Press.
- Morgan, G., & Smircich, L. (1980). The case for qualitative research. *Academy of management review*, 5(4), 491-500.
- Mostafa, S., Lee, S.H., Dumrak, J., Chileshe, N., & Soltan, H. (2015). Lean thinking for a maintenance process. *Production & Manufacturing Research*, 3 (1), 236-272.
- Paranitharan, K.P., & Jeyathilagar, D. (2017). An empirical validation of integrated manufacturing business excellence model. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92, 2569-2591.
- Pereira, C.M., Anholon, R., & Batocchio, A. (2017). Obstacles and difficulties implementing the lean philosophy in brazilian enterprises. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14(2).
- Purushothaman, M.B., Seadon, J., & Moore, D. (2021). A relationship between bias, lean tools, and waste. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(4), 897-936.
- Qureshi, K.M., Mewada, B.G., Alghamdi, S.Y., Almakayeel, N., Qureshi, M.R.N., & Mansour, M. (2022). Accomplishing sustainability in manufacturing system for small and medium-sized enterprises (SMEs) through lean implementation. *Sustainability*, 14(15), 9732.
- Rose, A.M.N., Deros, B.M., & Rahman, M.A. (2010, December). Development of framework for lean manufacturing implementation in SMEs. In *The 11th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference* (pp. 7-10).
- Sakthi Nagaraj, T., & Jeyapaul, R. (2021). An empirical investigation on association between human factors, ergonomics and lean manufacturing. *Production planning & control*, 32(16), 1337-1351.
- Setiawan, N., Salleh, M.R., Ariff, H.A., Rahman, M.A.A., Mohamad, E., Sulaiman, M.A., ... & Ito, T. (2021). A proposal of performance measurement and management model for 5S sustainability in manufacturing SMEs: A Review. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, 15(2), JAMDSM0017-JAMDSM0017.

Sharma, V., Gidwani, B.D., Sharma, V., & Meena, M.L. (2019). Implementation model for cellular manufacturing system using AHP and ANP approach. *Benchmarking: An International Journal*, 26(5), 1605-1630.

Simcsik, T. O.M.I.S. – Organização e Métodos. Londres: McGraw-Hill. 1.Ed. 1993.

Souza, R.d.O., & Galhardi, A.C. (2022). O Lean Manufacturing na otimização de processos produtivos Lean Manufacturing in productive process optimization. *Brazilian Journal of Development*, 8(3), 17203-17216.

Stone, K.B. (2012). Four decades of lean: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(2), 112-132.

Taherimashhadi, M., & Ribas, I. (2018). A Model to align the organizational culture to Lean. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(2), 207-221.

Talib, F., Asjad, M., Attri, R., Siddiquee, A. N., & Khan, Z. A. (2020). A road map for the implementation of integrated JIT-lean practices in Indian manufacturing industries using the best-worst method approach. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 37(6), 275-291.

Triviños, Augusto Nivaldo Silva. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação – O Positivismo, A Fenomenologia, O Marxismo. Formação, 1(20), dez. 2013.

Yadav, V; Jain, R; Mittal, M.L; Panwar, A; Sharma, M.K. (2018). An appraisal on barriers to implement lean in SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(1), 195-212.