



**A Produtividade no contexto do pensamento Lean -
*Uma revisão sistemática de literatura***

Marinela Do Nascimento Chimpolo Nkombo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2^o ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Luís António Fonseca Mendes

outubro de 2024

ANEXO

Declaração de Integridade

Eu, Marinela Do Nascimento Chimpolo Nkombo, que abaixo assino, estudante com número de inscrição M9901 do curso Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridade da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, e que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assim assumo na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã *09/10/2024*

Marinela do N. Ch. Nkombo

Folha em branco

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha mãe Suzana Mbeua por todo apoio incondicional que me proporcionou durante a realização do mesmo, pelo carinho e amor que incansavelmente tem demonstrado por mim, pelas sábias palavras de encorajamento e por nunca me deixar desistir, muito obrigada mãe.

A Irene Sangulo por me apoiar, encorajar e estar sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Folha em branco

Agradecimentos

Os meus agradecimentos vão primeiramente a Deus Pai Todo Poderoso por me conceder o dom da vida, graças dó pela força, fé, coragem dada durante a realização deste trabalho e por ter me dirigido até ao fim.

Ao meu orientador, Prof Doutor Luís Mendes, pela paciência, simpatia e orientação prestada, muito obrigada por estar sempre pronto a ajudar me e corrigir quando era necessário durante a realização deste trabalho.

Desejo igualmente agradecer em especial as minhas amigas Irene Sangula e Ayosvane Predo, por tudo que têm feito por mim e pelas demonstrações de amor e carinho.

Por fim aos meus familiares e amigos que mesmo distante não deixaram de me apoiar.

Folha em branco

Nunca mais se porá o teu sol, nem a tua lua minguará; porque o Senhor será a tua luz perpétua, e os dias do teu luto findarão.

E todos os do teu povo serão justos, para sempre herdarão a terra; serão renovos por mim plantados, obra das minhas mãos, para que eu seja glorificado.

O menor virá a ser mil, e o mínimo uma nação forte; eu, o Senhor, ao seu tempo o farei prontamente.

Isaías 60:20-22

Folha em branco

Resumo

A produtividade é considerada uma medida de eficiência que as organizações utilizam para avaliar a quantidade de output gerada por unidade de input, ou seja, a relação entre os produtos ou serviços e os recursos que as organizações utilizam para a produção dos mesmos. Para se obter produtividade dentro das organizações vários são os fatores que se deve ter em conta, desde a gestão de tempo até uma melhoria contínua e saber o que realmente a empresa necessita para alavancar os seus resultados.

As ferramentas lean têm sido a solução para muitas organizações porque visam aumentar a eficiência e a qualidade dos produtos e serviços dentro da mesma através de uma melhoria contínua e são também abordagens de gestão que estão focados na criação de valor para o cliente e na minimização do desperdício.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o estado da arte da literatura que está centrada na abordagem Lean no contexto do aumento da produtividade dentro das organizações. Para o efeito, foi realizada uma revisão sistemática da literatura.

Os resultados obtidos na investigação que foi feita mostraram que em diversas áreas as ferramentas lean têm apresentado respostas positivas em termos de ganhos de produtividade e isso também impacta positivamente nas organizações.

Palavras-chave

Pensamento lean, ferramentas lean, produtividade, desperdícios, revisão sistemática da literatura.

Folha em branco

Abstract

Productivity is considered a measure of efficiency that organizations use to evaluate the amount of output generated per unit of input, that is, the relationship between products or services and all the resources that organizations use to produce them. To achieve productivity within organizations, there are several factors that must be considered, including time management, continuous improvement, and knowing what the company really needs to boost its results.

Lean tools have been the solution for many organizations because they aim to increase the efficiency and quality of products and services through continuous improvement efforts, and they are also management approaches that are focused on creating value for the customer and minimizing waste as much as possible.

The present work aims to analyze the state of the art of literature that is centered on the Lean approach in the context of increasing productivity within organizations. In accordance, a systematic review of the literature was carried out.

The results obtained in the investigation that was carried out showed that, in several areas, lean tools have shown positive responses in terms of productivity gains and this also has a positive impact on organizations because they are highly effective.

Keywords

Lean thinking, lean tools, productivity, waste, systematic literature review.

Folha em branco

Índice

Capítulo 1	
Introdução.....	22
Capítulo 2 - Enquadramento teórico	
2.1. A produtividade nas organizações.....	26
2.1.1 Conceito.....	26
2.1.2. Importância para as organizações.....	28
2.2. Abordagem Lean.....	29
2.2.1. Origens do Lean.....	29
2.2.2. Propósito do Lean.....	30
2.2.3. Ferramentas Lean.....	35
Capítulo 3 – Objetivos e Procedimentos metodológicos	
3.1. Objetivo do estudo.....	38
3.2. Estratégia de Pesquisa.....	38
Capítulo 4 – Resultados	
4.1. Análise descritiva.....	40
4.2. Principais áreas de investigação exploradas na literatura.....	47
4.2.1. Ferramentas lean na melhoria da produtividade	48
4.2.2. Lean Six Sigma na melhoria da Produtividade.....	54
Capítulo 5 -Implicações para a gestão e agenda de investigação	
5.1. Contribuições para a gestão da produtividade.....	59
5.2. Lacunas da investigação e oportunidade para futuras linhas de investigação....	61
Capítulo 6. Conclusões.....	63
Referencias bibliográficas.....	65

Folha em branco

Lista de Figuras

Figura 1. – House of Toyota.....	30
Figura 2. – Os 8 Desperdícios da Filosofia Lean.....	31
Figura 3. – Os 5 Princípios do Lean Manufacturing.....	34
Figura 4. – Evolução do nº de Publicações.....	40
Figura 5. – Revistas com mais Publicações.....	41
Figura 6. – Autores que mais publicam.....	42
Figura 7. – Origem dos Artigos.....	42
Figura 8. – Países com mais artigos publicados.....	43
Figura 9. – Áreas com mais artigos publicados.....	44
Figura 10. - Resultado da produtividade após a utilização de ferramentas lean....	47
Figura 11. – Rede de ocorrências da palavras-chaves.....	48
Figura 12. – Armazenamento.....	51
Figura 13. – Armazém arrumado para fácil acessibilidade dos materiais.....	52
Figura 14. Valor da produtividade inicial vs Valor da produtividade final.....	53
Figura 15 – Exemplo de Simple DMAIC.....	56

Folha em branco

Lista de Tabelas

Tabela 1. - Artigos com mais citações.....	45
Tabela 2. – Setores mais abordados na literatura.....	45
Tabela 3. – Artigos encontrados relativamente aos dois temas principais de investigação.....	48

Folha em branco

Lista de Acrónimos

TQC – Controle de Qualidade Total

TQM – Gerenciamento da Qualidade Total

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

OIT – Internet of Things

JIT – Just in Time

TPS – Toyota Production System

TPM – Manutenção Produtiva Total

HRM – Gestão De Recursos Humanos

SMED – Single Minute Exchange of Die

VSM – Value Stream Mapping ou Mapeamento Do Fluxo De Valor

KPIs – Melhoria Dos Indicadores – Chave De Desempenho

DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar

LSS – Lean Six Sigma

NHS – Institute for Innovation and Improvement

CQ – Controlo De Qualidade

DNC – Controlo Número Direto

FMECA – Introdução ao Modo de Falha, Efeitos e Análise De Criticidade

Folha em branco

Capítulo 1

Capítulo 1 - Introdução

A pressão do mercado para oferecer produtos e serviços de qualidade a preços baixos é uma realidade cada vez mais presente em diversos setores da economia. Isso se deve, em grande parte, à concorrência persistente entre empresas que buscam conquistar e fidelizar clientes oferecendo preços mais competitivos e produtos e serviços de qualidade (Marino, 2006).

Essa pressão é ainda mais intensa em setores como o varejo, onde os consumidores têm acesso a uma ampla variedade de opções e podem comparar preços e qualidade com facilidade. Nesse contexto, as empresas precisam encontrar formas de reduzir seus custos e aumentar sua eficiência para conseguir oferecer preços mais baixos sem comprometer a qualidade de seus produtos e serviços (Rosa, 2018).

De acordo com Martelli e Dandaro (2015) algumas estratégias comuns para lidar com essa pressão incluem a adoção de tecnologias mais eficientes, a otimização de processos produtivos, a redução de custos com matéria-prima e a negociação de preços com fornecedores. Além disso, muitas empresas também buscam formas de agregar valor aos seus produtos e serviços, oferecendo diferenciais que justifiquem preços mais elevados. No entanto, é importante ressaltar que a pressão do mercado por preços baixos não deve ser vista como uma desculpa para a oferta de produtos e serviços de baixa qualidade. As empresas que conseguem equilibrar preços competitivos com qualidade e eficiência são as que têm mais hipóteses de se destacar num mercado cada vez mais exigente e competitivo (Martelli e Dandaro, 2015).

Atualmente é cada vez mais importante que as empresas trabalhem numa forma mais proactiva para permanecerem competentes e conseguirem sobreviver às mudanças constantes que têm acontecido no mercado empresarial. A produtividade consiste em responder à procura com uma redução de tempo e de mão-de-obra considerável, com muita eficiência e qualidade nos produtos e serviços que se pretende fornecer, uma vez que tem uma grande importância dentro das organizações.

Ao longo das últimas décadas, várias abordagens de gestão orientadas para a melhoria da qualidade têm surgido, sendo que algumas das mais importantes incluem:

1. Controle de Qualidade Total (TQC): Esta abordagem foi desenvolvida no Japão após a Segunda Guerra Mundial e enfatiza a importância da qualidade em todos os aspectos da organização. O TQC envolve a participação de todos os funcionários na melhoria contínua da qualidade (Carvalho et al, 2022).
2. Gestão da Qualidade Total (TQM): Esta abordagem é semelhante ao TQC, mas enfatiza ainda mais a importância da liderança e do compromisso da alta administração com a melhoria da qualidade (Monaco et al, 2007);
3. Seis Sigma: Esta abordagem foi desenvolvida pela Motorola nos anos 80 e enfatiza a redução de defeitos e a melhoria da eficiência através da análise estatística dos processos (Gleeson, 2019).
4. Lean Manufacturing: Esta abordagem, também conhecida como Produção Enxuta, enfatiza a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua dos processos (Ketoeva, 2019)

Essas abordagens de gestão orientadas para a melhoria da qualidade têm sido amplamente adotadas por organizações em todo o mundo e têm ajudado a melhorar a qualidade dos produtos e serviços, aumentar a eficiência e reduzir custos.

Muitas organizações têm-se visto na necessidade de implementar as ferramentas *lean* para melhorarem. Essas ferramentas são muito importantes para o mundo de negócios. Os principais benefícios na implementação da metodologia *lean* são a redução de desperdícios e, sempre que possível, a eliminação de atividades que não agregam valor dentro das organizações (Rivera et al, 2022).

O conceito *lean* quando é implementado dentro das organizações provoca uma melhoria e mudança nos seus serviços, processos e produtos. Para as organizações e indústria que exigem alta produção e alta qualidade com menor custo de produção, mas alta produtividade, eles aplicam a metodologia do *lean* que é a melhor para reduzir o desperdício e aumentar a produtividade, (Deshmukh et al, 2022).

De acordo com Spiridonova (2021), a implementação dos princípios de produção *lean* permite a construção de vantagens competitivas e dividir todos os processos naqueles que criam valor e naqueles que geram desperdícios e procurar controlar os mesmos. As empresas conseguem assim um aumento na produção de produtos de alta qualidade com custos mínimos. O conceito *lean* está focado no aumento da produtividade para assim conseguir responder à procura. O *lean* também consiste em reduzir esforço humano, o espaço, stocks e o tempo, para assim obter maior produção e com variedades, obter mais qualidade e reduzir custos (Ferreira et al. 2019).

De acordo com Scherrer-Rathje, et al. (2009), o *lean* é uma filosofia que está ligada à gestão e foca-se principalmente na identificação e eliminação de desperdícios em todas as áreas da organização, aumentando assim a relação com os clientes, ao desenvolver produtos que vão de encontro às suas expectativas, para se chegar próximo a essas expectativas é necessário que se cumpra uma serie de etapas, desde o processamento dos produtos, a rede de fornecedores, a manutenção, a garantia da qualidade e a gestão da produção.

O estudo feito por Ribeiro et al. (2019) diz que a Filosofia *lean* surgiu com o intuito de reduzir desperdício dentro das organizações e com a finalidade de obter a eficiência esperada nos seus processos, a fim de ter um fluxo contínuo de produção sem interrupção.

Num relatório feito pelo by Citeve (2012), “O conceito *lean* é uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua ação para a eliminação gradual do desperdício, como meio de otimização de resultados através de procedimentos simples”. Vários foram os estudos feitos onde são apresentadas melhorias na utilização do conceito *lean* para melhor a produtividade dentro das organizações, com isso, vê-se que o papel do *lean* é fundamental e adotar este pensamento têm trazido resultado desejado em todos os setores onde são implementados.

Este trabalho tem como objetivo, analisar os estudos que abordam a problemática da melhoria da produtividade em contexto *lean*, no sentido de perceber o papel da filosofia *lean* na melhoria da produtividade.

A metodologia consiste numa revisão sistemática da literatura (RSL) desenvolvida no sentido de permitir uma compreensão do estado da arte da literatura existente sobre a temática em análise, procurando identificar lacunas e, com base nessas, propor algumas pistas para investigação futura.

O primeiro capítulo deste trabalho começa por efetuar o necessário enquadramento teórico que é fundamental para se entender as premissas conceptuais e evolutivas referentes à produtividade das organizações, à sua conceptualização e importância nas organizações. Ainda dentro deste capítulo, é analisada a abordagem *lean*, nomeadamente as suas origens, propósito e ferramentas.

No capítulo 3, o trabalho centra-se nos objetivos e procedimentos metodológicos, nomeadamente naquilo que são os objetivos de estudo e a estratégia de pesquisa. Este capítulo antecipa o capítulo 4 onde são analisados os resultados, através de uma análise

descritiva da literatura, numa primeira fase, e a identificação e análise das principais áreas de investigação exploradas na literatura, numa segunda fase.

No penúltimo capítulo (5), procura-se entender as implicações das evidências obtidas para a gestão, nomeadamente as contribuições para a gestão e as lacunas da literatura, realçando oportunidades e potenciais futuras linhas de investigação. Por fim, no capítulo 6, são apresentadas as conclusões alcançadas.

Capítulo 2 - Enquadramento teórico

2.1. A produtividade nas organizações

2.1.1 Conceito

A produtividade é vista como o indicador da eficiência dentro das organizações, onde a força de trabalho é bastante influenciada pela motivação e pela habilidade individual, e é necessário a utilização do capital e da tecnologia para transformar recursos disponíveis em bens de produção e consumo para a sociedade; ou seja, a produtividade é um indicador que reflete a forma como os recursos são convertidos em produtos de uma forma rápida e eficiente (Maia, 1993).

A produtividade pode ser também definida como um conceito de eficiência que procura perceber a quantidade de recursos (inputs) necessária para obter uma determinada medida de resultados (output), que geralmente são considerados bens ou serviços prestados (Telechi, 2017). Produtividade pode ser também definido como uma razão entre saída e entrada de recursos, e a sua melhoria é um fator bastante crítico para obtenção de sucesso com a base da lucratividade (Yadav et al, 2021).

Segundo a organização internacional do trabalho (OIT), a produtividade é a eficiência na qual as pessoas, as empresas e as economias utilizam seus recursos para produzir bens e serviços, com o objetivo de alcançar os maiores benefícios econômicos possíveis, num período determinado. O aumento da produtividade nas organizações tem sido o principal objetivo a ser alcançado por qualquer sistema de produção rentável de uma empresa (Sivaraman et al, 2020).

A produtividade é entendida como a relação entre as quantidades dos produtos que se pretende obter e a matéria-prima utilizada, sendo fácil fazer a medição quando a matéria-prima utilizada é a mesma para obter um único produto (Tupy & Yamaguchi, 1998).

A produtividade dentro das organizações é determinada por um conjunto de fatores, sendo a sua medida obtida através da produção real por unidade de trabalho, que pode ser feita por trabalhadores ou máquinas que contribuem para a produção dentro das organizações (Rehman, 2020).

A produtividade nas organizações pode ser obtida através da relação entre produção real/recursos. De uma forma mais clara, pode-se dizer que a produtividade é obtida pela

razão entre os resultados alcançados e pelos recursos utilizados, onde os resultados alcançados podem ser produtos vendidos (ou lucros, por exemplo) e os recursos utilizados podem ser o número de trabalhadores, o tempo utilizado, ou ainda horas-máquina utilizadas, entre outras (Abidin et al, 2022; Rosas et al, 2022).

A produtividade pode ser uma medida de desempenho ou potencial, de trabalho exercido, de produto obtidos por recursos consumidos, ou também pode ser a razão entre benefício e custo, como representado na equação 1, onde P_i e Y_i , representam as vendas dos serviços e produtos das organizações, e o Q_j e X_j as matérias-primas ou input utilizados pelas organizações (Maia, 1993).

$$RT/CT \frac{\sum P_i Y_i}{\sum Q_j X_j}$$

Equação 1. Produtividade como razão benefício/custo (Maia, 1993).

Existem várias formas que são usadas para medir a produtividade. Mas isso depende muito dos resultados que se deseja obter no final. O numerador pode aceitar diferentes medidas de resultado, como o número de bens produzidos (produção total), o acréscimo no número de bens produzidos (produção marginal) ou o seu valor financeiro. Existem também diferentes formas de inputs utilizados para fazer a medição, como por exemplo, o número de trabalhadores, o número de horas trabalhadas ou o capital utilizado para a produção. A produtividade influencia diretamente no crescimento económico das organizações (Telechi, 2017).

De acordo com Ferreira (2017) é considerado uma produtividade parcial quando o processo apresenta um simples fator, como mão de obra, capital, energia e matérias-primas, e a sua “capacidade produtiva” é bastante simples de calcular; muita das vezes é chamado de produtividade simples. A produtividade parcial é bastante conhecida como a relação existente entre o output e um determinado input; mais concretamente, esta relação é traduzida pelo quociente entre o output e o input em questão que, por norma, é representado pelo trabalho ou pelo capital, ou ainda pontualmente pelas matérias-primas (Pinto & Cibrão, 2006).

A equação a baixo ilustra como é calculado essa mesma produtividade (Ferreira, 2017).

$$\text{Produtividade parcial} = \frac{\text{Produção obtida}}{\text{fator de produção}}$$

Equação 2. Formula para obter a produtividade parcial (Ferreira, 2017).

Os autores Filho et al. (2010) fizeram uma pesquisa onde foi explicado que para se obter uma produtividade global é necessário que se conheça as medidas físicas como as unidades, quilos e toneladas, que são empregados, e saber o valor da produtividade parcial dos principais recursos existente dentro das organizações (horas de mão-de-obra, material, capital, etc.), que são empregados na fabricação de seus produtos.

2.1.2. Importância da produtividade para as organizações

Nas organizações existem muitos fatores a se ter em conta quando se necessita satisfazer a procura e alcançar a produtividade. Um dos fatores mais importante são os recursos humanos, que têm um papel fundamental dentro das organizações, por conhecerem todos os processos, atividades e ajudarem as organizações a alcançarem os objetivos traçados. Quando a produtividade é alcançada, as organizações conseguem satisfazer as necessidades dos clientes (Herrera et al, 2017). Segundo a teoria de Wernerfelt, as empresas alcançam as suas metas e rendas económicas através do bom manuseamento e gestão de ativos (Miler, 2019).

A produtividade dentro das organizações tem a capacidade de definir o nível de produção com maiores ou menores recursos, garantindo assim a eficiência no trabalho realizado e a entrega do produto final com maior qualidade. Por isso, é necessário que as organizações garantem um bom ambiente de trabalho para os seus funcionários, necessitando também seguir a evolução das tecnologias e investir na capacitação dos trabalhadores (Diez & José, 2009).

É fundamental que uma organização seja produtiva, porque garante que ela esteja capacitada para produzir bens e serviços com bastante eficiência, para assim alcançar os objetivos traçado. As organizações precisam aprender a produzir com pouco para obter muito com bastante eficiência; para isso é necessário que haja melhoria no seu desempenho, sabendo identificar e implementar as melhores práticas de gestão de operações (Rehman et al, 2020). O aumento da produtividade é o principal objetivo a ser alcançado por qualquer sistema de produção rentável.

Segundo o estudo realizado por Murali e Prabukarthi (2020) a produtividade dentro das organizações contribui para a obtenção de produtos fabricados com excelência. Para isso, é necessário alcançar um bom desempenho financeiro e operacional. A produtividade tem uma relação positiva e significativa com o desempenho na utilização do processo, o custo dos produtos e os prazos de entrega dos produtos (Murali & Prabukarthi, 2020).

2.2. Abordagem *Lean*

O *lean* é mais que uma simples metodologia, assentando num conjunto de princípios que influenciam diretamente a forma de agir das pessoas dentro das organizações (Sousa, 2020).

2.2.1. Origens do *Lean*

O conceito *Lean Manufacturing* é muito associado ao Toyota Production System (TPS), sistema de produção criado no Japão, na indústria automóvel, pela empresa Toyota, pelos colaboradores Taiichi Ohno e Eiji Toyoda entre os anos de 1947 e 1975, e considerado um sistema eficiente de produção por se basear na redução dos desperdícios (Sousa, 2020).

O conceito “*Lean*” foi desenvolvido na década de 1950 pela empresa Toyota Motor no Japão, visando a diminuição dos desperdícios, do tempo de espera e o aumento da produtividade, sendo que, várias empresas têm optado por implementar muitas dos princípios e ferramentas associados à filosofia *lean*, para conseguirem atingir os objetivos esperados. *Lean* significa alcançar um uso equilibrado de pessoas, materiais e recursos, permitindo que as empresas reduzam custos, eliminem desperdícios e entreguem os produtos e serviços no prazo (Shingh, 2020).

De acordo com Poswa et al. (2022), o Toyota Production System (TPS) é bastante conhecido por apresentar uma nova forma de fazer as coisas dentro da indústria automotiva, como ter um ambiente bastante sustentável apesar de ser competitivo, onde são utilizadas diferentes técnicas para eliminação dos desperdícios, ou seja, de tudo o que não agrega valor.

De acordo com Deshmukh (2022), o uso da abordagem *Lean* nas organizações permite uma maior otimização no uso de recursos e uma eliminação considerável dos desperdícios. Com a aplicação desta abordagem as organizações eliminam as atividades que não agregam valor, como o excesso de stocks de produção, transporte, movimento, espera, bem como falha no processo, defeito. Um dos principais objetivos da produção industrial *Lean* é de fornecer serviços com o menor custo, como um ritmo mais rápido exigido pelos consumidores, reduzindo o desperdício. A figura 1 ilustra de uma forma resumida a filosofia *lean*.

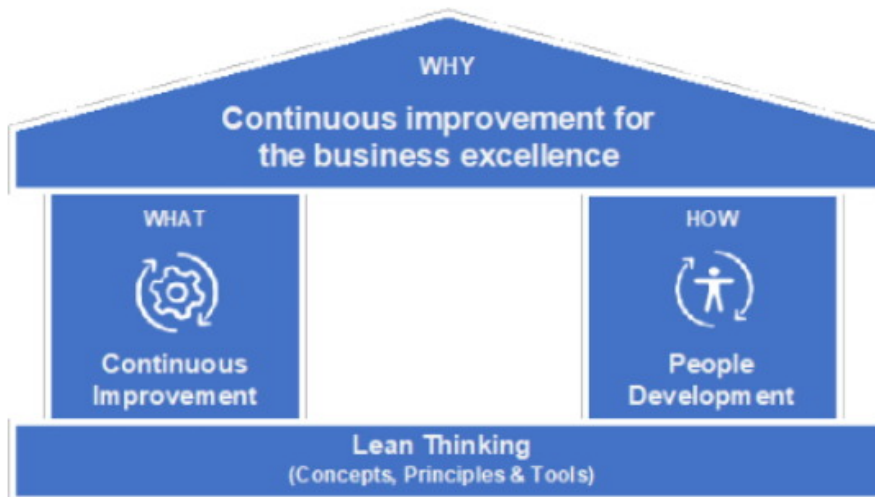


Figura 1 - House of Toyota (Deshmukh, 2022)

2.2.2. Propósitos do Lean

Tem existido uma forte preocupação por parte das organizações em reduzir os custos de fabricação sem comprometer a qualidade e no menor tempo possível. Para que os objetivos sejam alcançados é necessário que a implementação do *lean* reúna todas as condições necessárias, evitando assim a existência de desperdícios no chão de fábrica. O *lean* tem ajudado bastante os consumidores a compreender o valor dos produtos e serviços adquiridos (Habib et al, 2023).

Lean é uma filosofia de gestão que está centrada na melhoria contínua da produtividade dentro das organizações, e permite a redução ou eliminação de custos e tempos desnecessário, com vista a promover as atividades que realmente acrescentam valor para o cliente. A abordagem é aplicada em áreas como a indústria e alguns outros serviços públicos e privado, desde que seja de domínio coletivo (Melović et al, 2016). A abordagem tem como objetivo criar valor para as organizações e eliminar desperdícios (Neunsinger & Kuguerra, 2021).

Segundo Pinto (2014), os desperdícios são todas as atividades que não agregam valor dentro das organizações; por isso, é necessário que as empresas conheçam os tipos de desperdício que podem surgir para saber como eliminá-los (ou reduzi-los). Existem 8 tipos de desperdícios que serão descritos a seguir, e a figura a baixo ilustra todos os desperdícios da filosofia *lean* (Paiva et al, 2020).



Figura 2. Os 8 desperdícios da filosofia lean (Paiva et al, 2020).

Tempo de espera – pode ser definida como o tempo que os funcionários ficam a aguardar pelo equipamento que eles necessitam para finalizar um determinado trabalho ou quando esperam a finalização de uma atividade anterior para dar sequência a atividade que pretendem exercer, e como consequência as linhas de produção ficam paradas esperando por peças. Quando se implementam as ferramentas lean, o Kanban é uma das ferramentas bastante utilizadas para minimizar a perda por espera dentro das organizações (Rezenda et al, 2013).

Movimentação – quando existe a circulação desnecessária dos trabalhadores no chão de fábrica, originando assim perdas por movimentação. Isto acontece por falta de planejamento de trabalho que faz com que as tarefas sejam mal distribuídas e os recursos necessário para produzir; por isso, é necessário que seja feito um estudo de tempos para eliminar essas perdas e implementar ferramentas adequadas (Rieg et al, 2023).

Sobreprodução – Ocorre quando o planejamento da produção não existe ou é ineficaz, ou seja, quando são produzidos mais produtos que os necessários. Este tipo de produção faz com que haja bastante stock, originando desperdício de recursos e por consequência provocando um aumento dos transportes desnecessário (Cruz, 2013).

Stock – quando existe um excesso de matérias-primas ou produtos, fazendo com que o capital da empresa seja afetado, ou seja correspondendo a “dinheiro parado”. Muitas vezes isso ocorre porque os fornecedores não conseguem entregar no prazo acordado, ou o sistema de gestão de stock da empresa não responde às necessidades (Rezenda et al, 2013).

Defeitos – consiste em graves erros cometidos durante a produção, como erros na documentação, entregas em atraso, passar informações incorretas, ou deficiências na utilização de matérias-primas (Rooij, 2017).

Transporte – movimentação de cargas e matéria-prima desnecessária ou quando os mesmo se encontram distante do local de trabalho, dando origem a atividades que não agregam valor e mão de obra desnecessária. O ideal para se evitar o transporte desnecessário é a criação de fluxo contínuo e a utilização de comunicação visual (Rooij, 2017).

Processamento excessivo – isso acontece muito quando não há uma organização devida dentro da organização, provocando o atraso na entrega do produto final ao cliente. Para corrigir esse desperdício, é necessário estudar tanto os processos da empresa como saber o que o cliente espera do seu negócio; por isso, é necessário que se tenha foco no cliente para poder oferecer o serviço/produto desejado com mais eficiência e qualidade (Martínez, 2016).

Subaproveitamento da criatividade dos funcionários – esse desperdício é o mais recente e está relacionado com a utilização incorreta dos recursos humano: muito dos trabalhadores possuem boas ideias e habilidades que podem contribuir para melhorar um processamento dentro das organizações, mas muitas vezes não são ouvidos. Este oitavo desperdício não se encontra na muda original, mas é tão importante como os outros (Paiva et al, 2020).

O *Lean* é aplicado nas organizações em todos os setores com o propósito de aumentar a produtividade, eliminar os desperdícios, e ajudar na identificação de atividades que agregam valor em cada processo, sendo bastante importante que as organizações saibam limitar o *stock* de matéria-prima, diminuir a acumulação de produtos inacabados, e evitar a saída de produtos e/ou serviços não conformes. A implementação desta filosofia é para que as organizações aumentem a produtividade dos seus trabalhadores e facilitem a movimentação dos registos entre setores, pois a filosofia *lean* ajuda na separação dos processos entre aqueles que criam efetivamente valor e aqueles que originam desperdícios, bem como no controlo desses processos (Spiridonova et al, 2021). A abordagem *lean* é muitas vezes usada como estratégia operacional, para enfrentar os desafios que as organizações enfrentam, ajudando na melhoria da produção e no fornecimento de produtos e serviços em conformidade (Hasle & Maalouf, 2020).

De acordo com Barot et al. (2021), a abordagem *Lean Manufacturing* tem ajudado bastante as organizações a tornarem os seus processos eficientes, evitando atrasos e a

produzir somente o essencial, com capital investido. A abordagem está bastante focada na satisfação do cliente e por isso, muitas são as organizações que têm optado pela sua implementação. É necessário que as empresas tenham em mente que para uma determinada organização crescer, ela deve atender a três requisitos básicos do cliente, que são entrega no prazo, boa qualidade e preço reduzido e nisso, a abordagem *lean* tem mostrado poder ajudar.

Segundo Minshull et al. (2022), o *lean* é uma filosofia de gestão transformadora, que muitas organizações têm implementado, para ajudar a melhorar e otimizar os seus processos e operações, existindo 22 práticas, divididas em 4 dimensões:

- *Just in time* (JIT)
- Manutenção produtiva total (TPM)
- Gestão de recursos humanos (HRM)
- Gestão da qualidade total (TQM)

De acordo com Sousa (2020), o *Lean manufacturing* baseia-se em 5 princípios sintetizados na figura 3 e descritos a seguir:

- **Identificar o valor em todos os processos da cadeia de valor**

O princípio consiste em solucionar o problema identificado pelo cliente, ou seja, criar um produto que visa satisfazer as necessidades do cliente e que seja valorizado por este. As organizações têm o papel de saber identificar as necessidades dos clientes e satisfazê-las, mantendo um foco total no cliente (Womack & Jones, 1997).

- **Criar fluxo de valor**

O princípio foca-se em todas as pessoas e atividades desde o planeamento até a comercialização do produto/serviço final que se pretende entregar ao cliente, identificando assim as atividades que não acrescentam valor ao processo; ou seja, as organizações têm de garantir que os processos agregam valor (Thangarajoo & Smith, 2015).

- **Criar um fluxo contínuo de trabalho**

O princípio centra-se na ideia de um sistema sem interrupções, sem gargalos, até que o produto chegue ao cliente, permitindo que as empresas dependam menos de stocks, produzindo em pequenos lotes, de modo que as atividades possam agregar valor. A ideia

é procurar sincronizar toda a cadeia, ter prazos de entrega mais curtos e conseguir um fluxo contínuo de produção e informação (Kumar et al, 2020).

- **Estabelecer um sistema *pull* em que os clientes são o foco**

Este princípio busca a perfeição e está associado à convicção de que é sempre possível melhorar o estado atual, e procurar uma busca constante da melhor forma de criar valor. Este sistema *Pull* centra-se na ideia de que a produção é feita apenas quando o cliente precisa, permitindo a redução dos desperdícios, reduzindo stocks e minimizando sobrecargas, ou seja: produzir apenas quando há procura. O sistema *pull* procura responder diretamente às necessidades dos clientes, sendo a procura satisfeita duma forma rápida; neste sistema a produção só é executada quando o cliente fizer o pedido (Thangarajoo, & Smith, 2015).

- **Encorajar e manter uma cultura de melhoria continua**

Este último princípio da filosofia *lean* deve estar sempre presente no fluxo de valor de toda a organização; por estar focado no alcançar de perfeição, as organizações procuram sempre inovar na criação de novos serviços/produtos em processos bem definidos, e procurar de todas formas eliminar desperdícios e criar valor, e sempre aplicar o conceito de melhoria continua, que é conhecido por Kaizen (Cruz, 2013).



Figura 3. Os 5 princípios do *lean manufacturing* (Sousa, 2020).

Desde que o *lean*, os seus princípios e as suas ferramentas foram divulgados, muitas são as organizações que optam por seguir essa abordagem e os resultados são bastante visíveis (Ingelsson & Martenssom, 2014).

2.2.3. Ferramentas *Lean*

De acordo com Palange e Dhattrak, (2021), muito dos estudos feitos referem que a implementação das ferramentas *Lean* dentro das organizações permite melhorar a produtividade no sistema de produção, qualidade dos produtos e assegura a competitividade em relação aos concorrentes. As ferramentas *lean* foram desenvolvidas para ajudar a eliminar atividades que não acrescenta valor e permitem o aumento da produtividade, melhoram o ambiente de trabalho e garante também o bem-estar dos trabalhadores. Elas são usadas em vários setores desde engenharia à medicina. As ferramentas *lean* são eficazes quando são corretamente usadas e correspondem à função adequada (Palange et al., 2021; Naeemah et al., 2023).

No contexto da abordagem *lean manufacturing* desenvolveram-se muitas ferramentas que têm sido bastante utilizadas nas organizações em busca de um conjunto diverso de objetivos, sendo que algumas se destacaram mais que outras (Kumar et al, 2022). A seguir destacamos algumas dessas ferramentas, nomeadamente:

- **Single-Minute Exchange of Die (SMED):** essa ferramenta foi desenvolvida entre 1950 e 1960, por Shigeo Shingo, na lógica do TPS, consistindo na mudança rápida de equipamentos sem mudar muito o ritmo de produção, evitando assim *stock*, perda de tempo e esforço desnecessário, e aumentando a produtividade (Joseph et al., 2021).

- **5S:** baseada em palavras de origem japonesa, a ferramenta foi implementada pela primeira vez em 1980 e a sua metodologia resulta num sistema limpo e organizado. Esta ferramenta é bastante importante para as organizações por possuir o foco na melhoria do desempenho e redução de perdas, tendo-se destacado dentro das organizações, e é vista muitas das vezes como medida de prevenção por atuar com técnicas de manutenção, ajudando a evitar falhas e defeitos. Ao mesmo tempo, a ferramenta é responsável pela limpeza e por manter os equipamentos e ferramentas organizadas dentro das organizações para ser fácil a sua localização, sendo capaz de promover a melhoria contínua dentro das organizações, ajudando na diminuição dos desperdícios, ou seja, das atividades que não acrescentam valor. A implementação do 5S assenta no

trabalho em equipa, na capacitação, na habilidade, na diversificação e promove um ambiente de aprendizagem. Esta ferramenta é composta por 5S que serão explicados já a seguir (Paucar et al, 2020; Sundararajan et al., 2022; Tayal et al., 2021):

- SEIRI - Senso de utilização: consiste na separação de ferramentas e equipamentos necessárias das desnecessárias.
 - SEITON - Senso de Arrumação: consiste em organizar corretamente as ferramentas e assinalar para auxiliar no uso.
 - SEISO - Senso de Limpeza: consiste em deixar sempre o local de trabalho limpo, aprender a não sujar.
 - SEIKETSU - Senso de Saúde e Higiene: consiste em determinar padrões para os três primeiros S e com isso, criar práticas e rotinas para manter a organização e a limpeza.
 - SHITSUKE - Sensos de Auto-disciplina: consiste em seguir as regras dos outros Ss, fazer do 5S um hábito.
- **Just-in-time (JIT):** O JIT é uma abordagem que permite produzir simplesmente o necessário, permitindo saber quando produzir e o que produzir. Ou seja, o JIT baseia-se na lógica do sistema *pull* que implica produzir apenas o necessário e só quando necessário, garantindo assim a redução de tempos e de desperdícios (Kumar et al, 2022). Esta abordagem é implementada para melhorar a agilidade das organizações, minimizar perdas de tempo e tempos de espera numa linha de produção (Sivaraman et al, 2020).
- **Sistema Pull** (puxado): O Sistema Pull representa uma das principais ferramentas do Lean Production, considerado um conceito fundamental na manufatura enxuta e na produção Just-in-Time (JIT). Neste tipo de sistema a produção é baseada na procura real, em vez da procura prevista, os lotes a produzir são sempre de pequena quantidade, o fluxo produtivo tem de ser contínuo e o seu foco é sempre satisfazer as necessidades do cliente (Rocha et al, 2011);
- **Kanban:** O Kanban é uma ferramenta *lean* que foi desenvolvida pela Toyota, com objetivo de regular os fluxos de produção, utilizando para isso um

sistema de cartões para controlar e gerir os fluxos de produção e transporte; ou seja, o fornecedor só disponibiliza as matérias, peças, equipamentos quando o cliente faz o seu pedido. Esta ferramenta auxilia os sistemas *pull* ajudando a reduzir os custos indiretos e de stocks (Herrera et al, 2017).

- **Jidoka:** termo japonês (equivalente a “Automação com toque humano”) corresponde a uma ferramenta que permite a redução de funcionários no controle das máquinas: as máquinas param automaticamente quando é detetado um erro durante o processo; ou seja, no Jidoka, trabalhador e/ou equipamentos têm a capacidade de detetar anomalias e parar de imediato o trabalho em curso (Lima, 2022)

- **VSM (Value Stream Mapping ou Mapeamento do Fluxo de Valor):** Como ferramenta de melhoria, o VSM é um diagrama que permite visualizar o percurso de um produto/serviço ao longo de toda a sua cadeia de valor, ajudando a identificar desperdícios e oportunidades de melhoria, possibilitando uma frequente diminuição do *lead time* (Tiwari et al, 2022).

- **Poka Yoke:** Esta ferramenta lean corresponde a um dispositivo (ou procedimento) destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação. Quando esta ferramenta é implementada o pretendido é a obtenção de zero defeito e evitar que produtos de baixa qualidade chegam até ao cliente (Martinelli, 2022).

Capítulo 3 - Objetivos e procedimentos metodológicos

3.1. Objetivo do estudo

Este trabalho tem como objetivo, analisar a literatura que aborda a problemática da melhoria da produtividade em contexto *lean*, no sentido de perceber o papel da filosofia *lean* na melhoria da produtividade. Neste sentido, procedeu-se a uma revisão sistemática da literatura, desenvolvida no sentido de permitir uma compreensão do estado da arte da literatura existente sobre a temática em análise, procurando identificar lacunas e, com base nessas, propor algumas pistas para investigação futura que possam permitir desenvolver a investigação na área e incentivar as organizações à implementação das ferramentas *lean* para ajudar no aumento da produtividade. A revisão sistemática da literatura é uma metodologia usada para identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis e relevantes para uma questão de investigação específica, tópico ou fenómeno de interesse (Kichenham, 2007).

De acordo com Brizola e Fantin (2016), a revisão da literatura é um conjunto de informações ou ideias obtidas por diferentes autores sobre um determinado tema, conseguidas através de leituras, de pesquisas realizadas pelo pesquisador. A revisão da literatura é, neste sentido, um registo por escrito feito pelo pesquisador sobre o trabalho que se propõe desenvolver.

Segundo Matter (2015), uma boa revisão de literatura autônoma, considerada rigorosa, precisa ser sistemática e possuir um desempenho metodológico, ser bastante clara nas suas explicações sobre os procedimentos que foram seguidos para a realização do mesmo, abrangente na sua finalidade ao incluir todo o material relevante, e, portanto, reproduzível por outros que desejem seguir a mesma abordagem na revisão do tema.

3.2. Estratégia de pesquisa

A pesquisa bibliográfica para a realização deste trabalho foi feita no dia 09 de fevereiro de 2023, na base de dados da *Scopus*, da editora Elsevier, uma empresa editorial holandesa especializada em conteúdo científico, técnico e médico. A realização da pesquisa na base de dados abrangeu artigos publicados nos últimos 10 anos, desde 2014 até 2023, e foi restringida a artigos publicados em português, inglês ou espanhol.

Para se alcançar um maior número de artigos sobre a abordagem *lean* e a utilização das suas ferramentas para o aumento da produtividade dentro das organizações, recorreu-se à utilização das palavras-chaves, *lean* e *productivity*. Na base de dados os critérios para fazer a pesquisa foram os seguintes:

- No campo do título foi indicado “*lean*”
- No título-ABS-KEY foi indicado “*productivity*”

Com base nos critérios de inclusão/exclusão para a seleção dos artigos foram encontrados 1557 artigos, dos quais foi necessário fazer uma leitura e análise dos títulos e resumos. Desses, muitos foram excluídos porque não cumpriam os requisitos exigidos para a elaboração deste trabalho, nomeadamente porque se enquadravam no setor da saúde (*lean* associado ao conceito de magreza), ou porque, apesar de se enquadrarem no pensamento Lean, a abordagem à temática da produtividade era claramente insuficiente para retirar deles quaisquer ilações. Assim, apenas 189 artigos foram retidos para serem analisados mais aprofundadamente, através da leitura integral dos artigos. Desses, foram então selecionados 96 artigos que efetivamente se enquadrarem no contexto da abordagem Lean, e que efetivamente focavam total ou parcialmente o efeito do Lean na melhoria da produtividade.

Capítulo 4 - Resultados

4.1. Análise descritiva

A figura 4 mostra a evolução das publicações durante os últimos 10 anos, onde se pode observar que existe um número elevado nos últimos 4 anos, mostrando que houve mais interesse por parte dos autores em estudar a abordagem *lean* e a sua influência no aumento da produtividade dentro das organizações, tendo o ano 2021 centrado o maior destaque em termos do número de artigos.

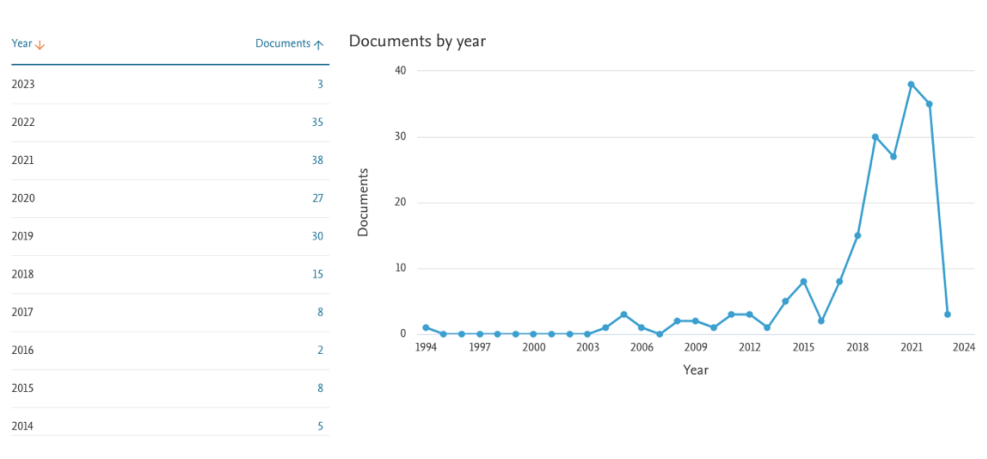


Figura 4. Evolução do nº de publicações por ano

Em relação às revistas que mais publicaram, conforme se pode observar na figura 5, pode-se observar que a *Materials Today: Proceedings*, uma revista bastante ligada à área da ciência dos materiais, foi a revista que mais publicou artigos sobre a temática sob análise, tendo publicado seis artigos, no ano de 2020, e três artigos em 2022. A segunda revista que mais se destacou pelo número de publicações de artigos é a *International Journal of Engineering Research In Africa*, que em 2017 publicou um artigo que falava sobre a produtividade, intitulado “*Production Time Loss Reduction in Sauce Production Line by Lean Six Sigma Approach*”. No ano seguinte, em 2018, publicou quatro artigos, em 2019, apenas um e no ano de 2020 foram publicados dois artigos.

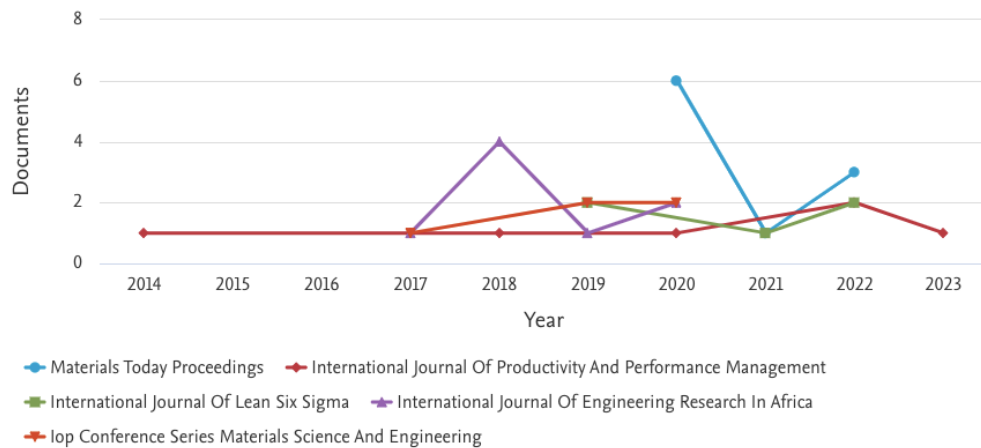


Figura 5. Revistas com mais publicações

Na figura 6 estão destacados os autores que mais publicaram artigos sobre a temática. Sivakumar Nallusamy, que publicou oito artigos, é professor na Universidade de Jadavpur no departamento de educação continuada, na Índia, sendo que a sua área de investigação abrange o *Lean Manufacturing*, a Engenharia da Qualidade, a Engenharia Mecânica, Técnicas de Otimização e Desenvolvimento Rural e Sustentável.

Em segundo lugar surge Carlos Raymundo que publicou cinco artigos. Raymundo é professor e investigador na Universidade Peruana de Ciências Aplicadas, possui aproximadamente duzentos e cinquenta artigos publicados na *Scopus* que, na sua maioria, abordam a temática do *lean*, e já liderou mais de 10 projetos de investigação com financiamento. Este autor obteve o título de Bacharel em Engenharia de Computação e Sistemas pela Universidade Privada Antenor Orrego (1993), é formado também em Engenharia Industrial pela universidade Nacional de Trujillo, e é mestre em Engenharia de Sistemas.

Documents by author

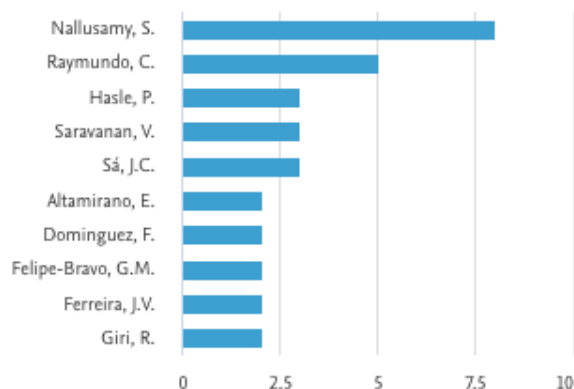


Figura 6. Autores que mais publicam

Relativamente às universidades onde mais se publica, a figura 7 mostra que, a Universidade Peruana de Ciências Aplicadas, localizada em Lima, Peru, destaca-se com dezassete artigos publicados, sendo que Carlos Raymundo, um dos autores com mais publicações, é investigador nesta mesma universidade. Com nove artigos publicados surge o *M. G. R Educational and Research Institute*, que se trata de uma faculdade privada de engenharia, na Índia, que foi fundada em 1988 e que só foi reconhecida como universidade em 2003.

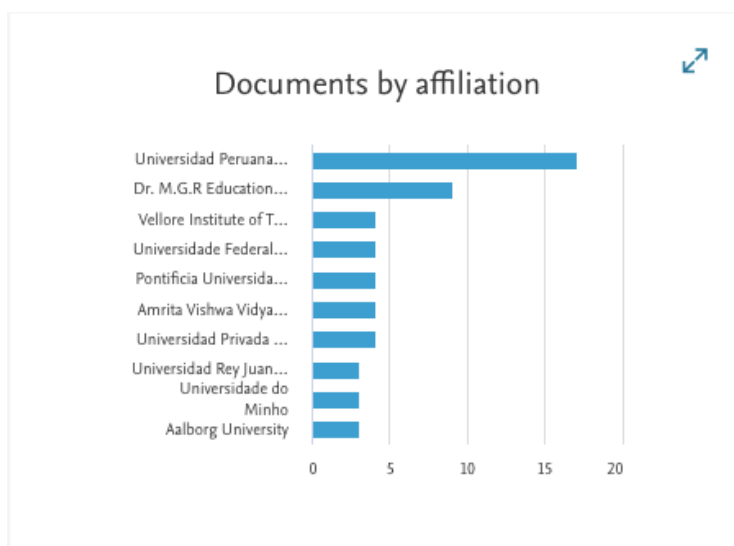


Figura 7. Origem dos artigos

Em termos geográficos, podemos observar, na figura 8, um número muito significativo de artigos que foram publicados na Índia, quarenta e nove. Como se observou na figura 6, o professor Sivakumar Nallusamy é o autor com mais publicações e é oriundo do país com mais destaque. Na segunda posição, também destacado, observamos o Peru, com vinte e nove artigos publicados, seguido do Brasil e Portugal que apresentam o mesmo número de artigos publicados.

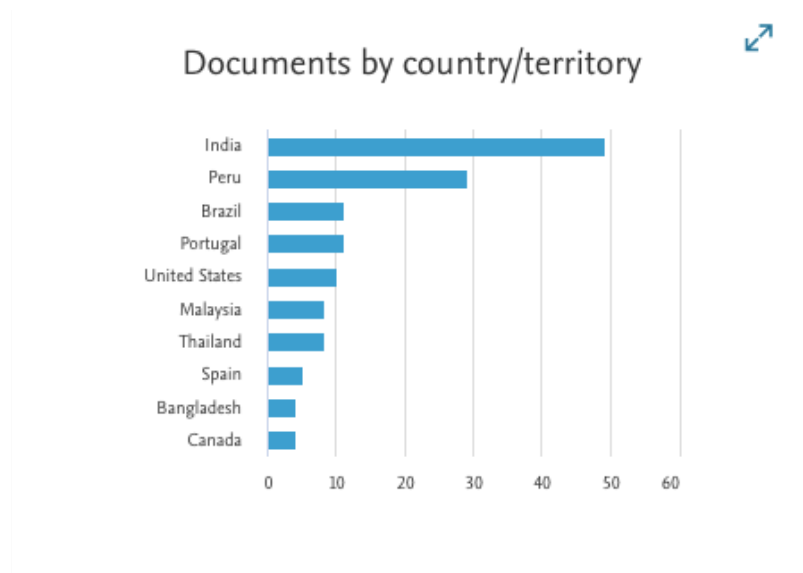


Figura 8. Países com mais artigos publicados

Finalmente, de acordo com a figura 9, os artigos mais encontrados foram da área da engenharia, com 36,1% e alguns da área de gestão com 13,8%. Muitos desses artigos encontrados abordavam o *lean* no contexto nas diversas indústrias nas áreas de engenharia e por isso é a área com maior destaque.

Documents by subject area

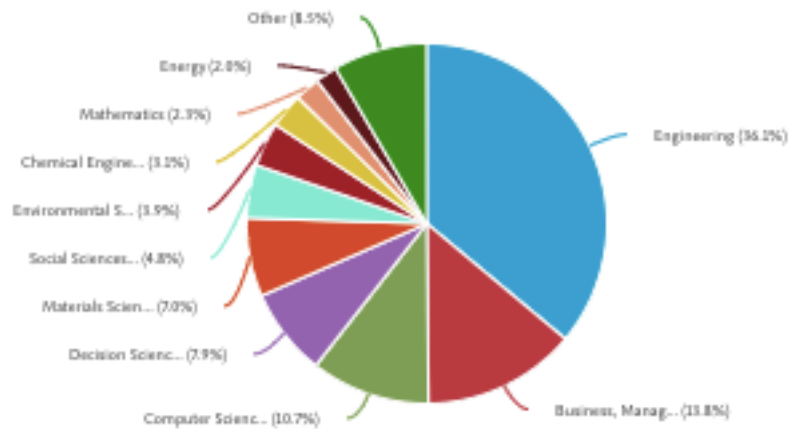


Figura 9 - Áreas com mais artigos publicados

Quanto à sua visibilidade, destacam-se 3 artigos por serem bastante citados:

- “*Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review*”, citado 143 vezes e publicado em 15 janeiro de 2019, na revista *Building and Environment* (Babalola et al, 2019);
- “*Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study*”, publicado em 2017 no *International Journal of Engineering Research in Africa* e citado 73 vezes (Nallusamy et al., 2017);
- “*Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles*”, desenvolvido pelos autores Choomlucksana, Onsaranakorn, e Suksabal (2015), publicado na revista *Procedia Manufacturing* e citado 65 vezes.

Na tabela 1 encontra-se descrito, de um ponto de vista resumido, as contribuições dos três artigos mais citados.

Autores	Ano	Metodologia	Contribuições
Babalola, Ibem, Ezema	2019	Quantitativa e qualitativa	Neste artigo os autores abordam a implementação dos princípios lean numa indústria de construção, e mostram a forma como estas ferramentas contribuíram positivamente no aumento da produtividade da mesma. Usaram uma técnica de mapeamento com atividades específicas de planeamento, projeto e construção de edifícios e infraestrutura
Nallusamy Ahamed	2017	Qualitativa	O artigo centra-se na utilização de ferramentas lean como o 5S, VSM, para eliminar atividades que não acrescentam valor dentro da organização
Juthamas Monsiri Phrompong	2015	Quantitativa	O artigo aborda a utilização de ferramentas lean numa indústria metalúrgica (concretamente num processo de estampagem) para identificar desperdícios e poder diminuí-los.

Tabela 1 - Artigos com mais citações

Ao longo da investigação, foram encontrados vários artigos que estudavam a abordagem *lean* e sua implementação em contextos específicos, desde o sector industrial (e.g. vestuário, automóvel) ao setor da saúde. Neste sentido, na tabela 2 são apresentados os principais sectores abrangidos.

Sectores	Fonte
Indústria automóvel	Tiware et al (2022), Poswa et al (2022), Kumar et al (2022), Gomez et al (2023), Giri e Mishra et al (2022), Al-Hosani et al (2023).
Indústria da construção civil	Abidin et al (2022), Ramani e KSD (2018), Nair e Olanrewaju (2023), Gillani et al (2023), Barô et al (2020)
Saúde	Rocha et al (2020), Luca et al (2021), Souza et al (2021)
Indústria do Vestuário	Habib et al (2023), Hamja et al (2022), Ukey et al (2023), Castilo-Castaneda (2023), Bukhsh et al (2023), Hoque et al (2019), Mulugeta (2020)
Indústria eletrônica	Venkat et al (2023)

Tabela 2 - Setores mais abrangidos na literatura

No sector da indústria automóvel, foram encontrados vários artigos que abordam a implementação das ferramentas *lean* e como tem melhorado a produtividade dentro deste sector. Tiware et al. (2022) desenvolveram um estudo empírico sobre a utilização de algumas ferramentas *lean* (VSM, 5S, *Kaizen*, *Just-in-time*, *poka-yoke* e *Kanban*) numa indústria automóvel, sendo que essas ferramentas foram implementadas numa linha de montagem de fabricação de componentes de automóveis, notando-se uma grande melhoria no tempo de ciclo em 20,28%, relativamente ao registado até então. Além disso, houve também um aumento da produção de 46,16%, o que faz com que os

resultados obtidos demonstrem que a produtividade aumentou através da eliminação de desperdícios.

No estudo de Poswa et al. (2022), desenvolvido na indústria de fabricação de caminhões, acerca de como melhorar a produtividade usando a ferramenta *lean value stream mapping* (VSM), os autores mostram que, perante o objetivo de fornecer produtos de boa qualidade com menor custo e maior eficiência, eliminando-se os tempos associados a valor não acrescentado, conseguiu-se melhorar a produtividade em 4 %, atingindo assim os 95%.

De acordo com Kumar et al. (2022), nos tempos atuais muitas indústrias têm enfrentado muita pressão para produzirem produtos de boa qualidade, e por existir um mercado bastante inovador provocado por uma rápida mudança de gostos dos clientes, as indústrias estão em constante competição e procuram melhorar as suas técnicas de produção e estar sempre no ativo. Nesse sentido, os autores perceberam que, numa fábrica de montagem de chave de nivelamento de faróis, o *kaizen* foi a ferramenta escolhida para se trabalhar na redução do tempo de ciclo e ajudar no aumento da produtividade, passando-se de 450 peças para 586 peças, somente num turno de 7,5 horas.

Numa indústria de construção (IBS), na Malásia, Abidin et al. (2022) realizarem um estudo de implementação de uma ferramenta *lean*, para analisarem a produtividade, sendo que a ferramenta escolhida foi o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM). Neste sentido, a ferramenta permitiu medir o desempenho da produção e a produtividade total, sendo que os resultados obtidos permitiram concluir que a empresa conseguiu melhorar o seu desempenho em cada departamento de produção em que se implementou esta ferramenta *lean*, em que o índice geral de desempenho da fábrica aumentou de 0,75 para 0,78, resultando num aumento de 4,00% na produtividade total dos fatores.

Como afirmado por Ukey et al (2021), o estudo sobre "Implementação de ferramentas Lean na indústria de vestuário para melhorar a produtividade" foi realizado na Pheonix International, uma fábrica localizada na Índia, Ludhiana. Todos os departamentos, incluindo o laboratório CAD, o departamento de corte e espalhamento, o departamento de costura, o departamento de acabamento e o departamento de embalagem, precisaram implementar ferramentas Lean como 5S, Kaizen, Poka-Yoke, Kanban e Andon. A aplicação de ferramentas lean neste setor aumentou a produtividade em aproximadamente 8%. As ferramentas lean reduziram o tempo de ciclo, facilitaram a gestão e reduziram os desperdícios na fabricação de roupas e, portanto, melhoraram a qualidade do mesmo, ao mesmo tempo, a empresa deve garantir que as ferramentas lean

funcionem para obter benefícios ao longo do tempo. Na figura a baixo mostra os resultados do antes e depois da implementação das ferramentas lean.

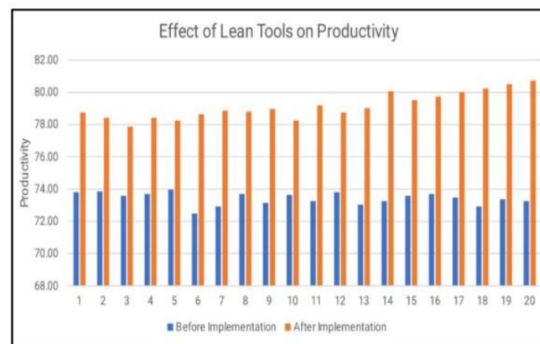


Figura 10. Resultado da produtividade após a utilização de ferramentas lean, Ukey et al (2021).

De acordo com a pesquisa efetuada por Souza et al. (2021), no sector da saúde, foram encontrados 3 estudos empíricos, um deles maioritariamente focado no Brasil, numa unidade hospitalar no departamento de emergência, onde os autores efetuaram uma revisão sistemática sobre aplicações *lean* neste mesmo departamento. Com isso, o departamento observou grandes benefícios como as reduções no tempo de espera, nos custos, no tempo de internação hospitalar, no fluxo de pacientes e tempos de procedimento; além disso, houve também melhorias na satisfação do paciente, na eficiência, nos índices de produtividade, na segurança, na qualidade e na economia de custos.

4.2. Principais áreas de investigação exploradas na literatura

No processo de identificação das principais áreas de investigação exploradas na literatura, recorreu-se à utilização do *software* VOSViewer, recurso este que permitiu chegar a uma rede baseada numa análise de ocorrências de palavras-chave. A rede apresentada na figura 10 destaca várias palavras-chave e as suas inter-relações, entre as quais: *lean production*, *productivity*, *agile manufacturing system*, *manufacturing tools*, *productivity improvements*, *process engineering*, entre outras.



Figura 11 - Rede de ocorrências de palavras-chaves

Os resultados da análise de ocorrências de palavras-chave e os resultados da análise efetuada ao conteúdo dos artigos permitiu destacar duas áreas de investigação: ferramentas *lean* tradicionais na melhoria da produtividade e o *Lean six sigma* na melhoria da produtividade. A tabela 3 apresenta os artigos encontrados nas principais áreas de estudo:

Áreas de investigação	Fonte
Ferramentas <i>lean</i> na melhoria da produtividade	Martinelli et al (2022), Minshull et al (2022), Kunkera et al (2022), Fernandes e Pinto (2022), Reda e Dvivedi (2022), Argiyantari et al (2022), Froman et al (2022), Chambi Quiroz et al (2022), Alfaro-Rosas et al (2022), Alfonso et al (2022), Deshmukh et al (2022), Tripathi et al (2022), Sundararajan e Terkar (2022), Kumar et al (2022), Gil-Vilda et al (2021), Dewi et al (2021), Ramani e KSD (2021), Arias-Castañeda et al (2021), Zarrar et al (2021), Johansen et al (2021), Gillani et al (2021), García e Montenegro (2021), Carlos e Polo (2021), Rodríguez e Álvarez (2021), Huaman et al (2021), Jimenez et al (2021), Ulloa et al (2021), Silva e Ferreira (2021), Bukhsh et al (2021),
<i>Lean six sigma</i> na melhoria da produtividade	Duc e Thu et al (2022), Sá et al (2022), Adeodu et al (2021), Palange e Dhattrak (2021), Chavez et al (2020), Dweiri e Ishaq (2020), Pacheco-Bonilla et al. (2020).

Tabela 3 – Artigos encontrados relativamente aos dois temas principais de investigação

4.2.1- Ferramentas *lean* na melhoria da produtividade

Muitos dos artigos encontrados mostram que as indústrias se têm preocupado bastante com a implementação de ferramentas *lean* para melhorar os seus serviços e conseguir

responder à procura, e esses estudos têm apresentado resultados positivos. Na tabela acima demonstra-se que vários foram os estudos encontrados sobre o efeito das ferramentas *lean na produtividade*; isso significa que muitas organizações estão preocupadas em aumentar a produtividade e fidelizar os seus clientes. O conceito *lean* dentro das organizações tem promovido bastantes melhorias e a implementação dessas ferramentas ajuda na diminuição de desperdícios, tempo, etapas, etc.

Com base nas pesquisas feitas, vários estudos demonstraram que a produtividade foi alcançada com a implementação das ferramentas lean. Os autores Fernandes e Pinto desenvolveram um estudo onde o objetivo principal é aperfeiçoar e estabelecer as fases necessárias para a elaboração da modelagem, simulações e otimizações para assim aumentar a produtividade de maneira apropriada, especificidades do balanceamento de linhas de abate num frigorífico de suínos de grande porte. O foco é a utilização de uma ferramenta lean que contribuí na redução do tempo desnecessário dos operadores nas estações de trabalho. Os autores recorreram a implementação da ferramenta VSM, por ser a ferramenta que possui o objetivo de identificar desperdícios no fluxo de valor e tomar medidas para eliminá-los. Neste estudo o custo da mão-de-obra representa 80% do custo total do processo; a redução conseguida mesmo durante o estudo de aplicação do projecto contribuiu para diminuir o custo total em quase 6%, e como o produto é uma *commodity* (fresco carne), essa redução torna-se um diferencial competitivo. É importante citar o resultado significativo no aumento da produtividade, que foi possível com a redução de 8% do tempo total trabalhado para produzir a mesma produção Fernandes e Pinto (2022).

No estudo feito pelo Minshull et al (2022), onde exploravam o impacto que as ferramentas lean apresentam após serem implementadas numa microempresa, os autores descreveram que foi feita uma implementação sequencial de ferramentas lean (5S, SMED, JIT e TPM) onde se observou que além de aumentar a eficiência, reduzir os custos e melhorar a satisfação dos clientes, notou-se que a produtividade melhorou, passando de 2,91 para 6,82 e que o lead time foi reduzido, principalmente quando foi implementado SMED e o TPM. Os funcionários passaram a produzir mais e com menos tempo de paragem. O estudo no geral documentou e demonstrou que a implementação do lean em sequência é bem mais eficaz do que uma implementação individual. Isso fez aumentar a produtividade, reduzir o tempo de espera e transformar o comportamento dos funcionários.

De acordo com os autores Kunkera, Tošanović e Stefanić num estudo feito em 2022 sobre a melhoria do Processo de Vendas de Construção Naval por meio de uma Ferramenta de Gestão Lean, onde destacaram que a indústria de construção naval europeia tem enfrentado uma batalha difícil para manter sua relevância global diante da crescente concorrência asiática, houve a necessidade de recorrer à aplicação de ferramentas lean. Os autores pesquisam a magnitude das melhorias no processo de vendas de construção naval alcançadas pela aplicação da ferramenta Lean “Value Stream Mapping” (VSM) e puderam observar que houve um aumento das vendas (output), provocando assim o aumento da produtividade, e por sua vez também houve um aumento de receitas. Foi necessário a adaptação de novas tecnologias para se obter os resultados esperados e continuar competitivos com mercado asiático (Kunkera et al., 2022).

A execução das ações de aprimoramento reduz consideravelmente a quantidade média de funcionários de vendas requeridos de 37 atualmente para 23 anualmente. Eventualmente, a melhoria no processo de vendas leva a um crescimento de 20% na receita média anual do estaleiro em relação à sua situação atual.

O fluxo de valor contribuiu da seguinte forma para a melhoria do processo de vendas na indústria naval: reduziu consideravelmente a quantidade média de funcionários de vendas requeridos, de 37 para 23 anualmente, reduziu o custo médio anual do processo de vendas em 38%, aumentou as vendas anuais em quase 30% e por fim aumentou a produtividade dos funcionários envolvidos no processo de vendas em 93% (Kunkera et al., 2022).

A ferramenta Poka Yoke é muito usada nas organizações para prevenir operações ou ocorrências não planejadas, sendo bastante focada na não obtenção de defeitos, ou seja, não permitindo que os produtos de baixa qualidade cheguem até os clientes. De acordo com Martinelli et al. (2022) esta ferramenta foi a escolhida para ser implementada numa linha de montagem de uma indústria de automóvel, em que a linha não se encontrava num bom estado e apresentava vários problemas, colocando em risco o propósito “*First Time Quality*”. Neste sentido, foi necessário fazer uma reengenharia com intuito de melhorar a qualidade e aumentar o desempenho dos trabalhos feitos na linha de montagem.

A reestruturação dentro da organização (*layout*) gerou bastante custo em equipamentos, mas com isso, os trabalhos ficaram mais organizados e os desperdícios e defeitos foram reduzidos. Foi necessária a implementação de tecnologias modernas baseadas em inteligência artificial diretamente no chão de fábrica, e a realização do processo de

reengenharia resultou num aumento de produtividade de 46% para 80% (Martinelli et al., 2022).

Sundararajan e Terkar (2022), fizeram um estudo numa indústria sobre “Melhorar a produtividade na fabricação de fixadores através da aplicação dos princípios *Lean-Kaizen*”, e nesta fábrica foram encontrados vários problemas que afetavam a sua produtividade, desde a organização, limpeza e desempenho dos operadores; ou seja, os sete desperdícios existiam muito presentemente dentro da organização. Uma das áreas afetadas foi o armazém. Os materiais eram guardados em péssimas condições, como mostra a figura abaixo (13). Por falta de locais para armazenar os produtos semiacabados eles eram mantidos em caixas e sem identificar corretamente, como demonstrado na figura 13.



Figura 12 - Armazenamento

Neste processo foi necessário, primeiramente, a implementação da ferramenta 5S para ajudar na organização e limpeza de todos os setores na empresa, o que facilitou a localização dos materiais e a movimentação dos trabalhadores, como é mostrada na figura abaixo (14), e com isso a produtividade teve um aumento significativo para 116% (Sundararajan et al. 2022).



Figura 13 - Armazém arrumado para fácil acessibilidade dos materiais

Neste caso específico, a ferramenta *Kaizen* ajudou na diminuição de custos e no aumento da satisfação dos clientes, um método que melhorou bastante a produtividade e que permitiu que todos os operadores estivessem envolvidos nas operações e contribuiu para a melhoria contínua da indústria, sendo que foi também implementado um sistema de controlo de qualidade rigoroso que incluísse as valiosas técnicas de organização e manutenção do local de trabalho (Sundararajan et al., 2022).

Outro exemplo paradigmático é o apresentado por Froman et al. (2022), que recorreu a um centro de vacinação na África do Sul, durante o surgimento da variante *Omicron*, em que apenas 30% da população tinha sido vacinada, para a implementação dos princípios *lean*, nomeadamente a ferramenta VSM, para melhorar a eficiência e a eficácia nesses centros de vacinação e, assim, conseguirem ser abrangidas mais pessoas. Os resultados foram notórios, tendo-se conseguido criar uma local com bastante eficiência e efetividade de vacinação contra a COVID-19, em que com 78 funcionários conseguiu-se alcançar um rendimento máximo de 5.024 inoculações em apenas 10 horas.

Também Alfonso et al. (2022), fizeram um estudo sobre a implementação de ferramentas *lean* para o aumento da produtividade numa empresa de sector gráfico (Gráfica Fénix S.R.L), em que foi utilizada uma abordagem quantitativa para a realização desse crescimento de produtividade. Assim, a ferramenta escolhida foi a 5S, tendo-se

conseguido melhorar o *layout* da planta através das arrumações e limpeza para facilitar a localização dos equipamentos, bem como reduzir as atividades que não geravam valor. As durações do tempo das atividades foram reduzidas de 38 minutos para 20 minutos, havendo um grande aumento na produtividade, pois a média da produtividade era de 0,55 e a produtividade pós-aplicação quedou-se nos 0,82, o que significa um aumento de produtividade de 27%. A tabela 15 mostra como era os dados da empresa antes da implementação das ferramentas lean e depois da implementação, e como a produtividade melhorou bastante depois da eliminação das atividades que não agregavam valor dentro da organização; essas atividades de reorganização dentro das instalações geraram um custo de 8.128,00 soles

FENIX		TECNICA		INTRUMENTO		FORMULA	
Observacion directa		Cronometro/Formato de registro		Eficiencia= $\frac{TU}{TT} \times 100$			
Observacion directa		Cronometro/Formato de registro		Eficacia= $\frac{TP}{TT} \times 100$			
Observacion directa		Cronometro/Formato de registro		Productividad= Eficiencia x Eficacia			
Mes	Tiempo total (hrs)	Tiempo Util	unidades programadas (millares)	unidades producidas (millares)	Eficiencia	Eficacia	Productividad actual
Ene-20	576	468	4032	3345.00	81%	83%	67%
Feb-20	480	324	3360	2947.00	68%	88%	59%
Mar-20	528	345	3696	2541.00	65%	69%	45%
Abr-20	528	357	3696	2845.00	68%	77%	52%
May-20	528	356	3696	2918.00	67%	79%	53%
Jun-20	528	364	3696	2986.00	69%	81%	56%
					70%	79%	55%

FENIX		TECNICA		INTRUMENTO		FORMULA	
Observacion directa		Cronometro/Formato de registro		Eficiencia= $\frac{TU}{TT} \times 100$			
Observacion directa		Cronometro/Formato de registro		Eficacia= $\frac{TP}{TT} \times 100$			
Observacion directa		Cronometro/Formato de registro		Productividad= Eficiencia x Eficacia			
Mes	Tiempo total (hrs)	Tiempo Util	unidades programadas (millares)	unidades producidas (millares)	Eficiencia	Eficacia	Productividad actual
Jul-20	576	558	4032	3745.00	97%	93%	90%
Ago-20	480	402	3360	3247.00	84%	97%	81%
Set-20	528	385	3696	3541.00	73%	96%	70%
Oct-20	528	480	3696	3545.00	91%	96%	87%
Nov-20	528	496	3696	3518.00	94%	95%	89%
Dic-20	528	450	3696	3386.00	85%	92%	78%
					87%	95%	83%

Figura 14. Valor da produtividade inicial vs Valor da produtividade final, Alfonso et al. (2022).

O estudo feito por Sundaarajan e Terkar (2022), numa unidade fabril, identificou várias áreas que precisavam de melhorias, o que faz com que o artigo descreva que foram utilizadas as técnicas de *lean Kaizen*, juntamente com as ferramentas de gestão de qualidade total, sendo que também foi necessária a utilização da ferramenta 5S para uma melhor arrumação de equipamentos e limpeza em alguns sectores dentro da fábrica. Essa técnica de melhoria continua contribuiu bastante para a eliminação de desperdício dentro da organização. Uma das áreas que foi bastante afetada era o armazém onde os equipamentos eram guardados; a falta de arrumação e a rotulagem de equipamentos faziam com que os trabalhadores atrasassem os seus trabalhos na busca de um equipamento que muitas das vezes não sabiam onde encontrar.

Com a implementação desses ferramentas, a fábrica passou a apresentar uma boa imagem, desde a limpeza à produção e isso fez com que a produtividade aumentasse bastante. Foi sugerido que a organização adotasse um sistema de controlo de qualidade

rigoroso junto com técnicas de organização e manutenção do local de trabalho, para a ajuda na construção de uma relação que dê sentido de propriedade e envolvimento dos trabalhadores nas suas tarefas, o que faria a produtividade aumentar aproximadamente 116% (Sundararajan et al., 2022).

4.2.2- Lean Six Sigma na melhoria da produtividade

O Lean Six Sigma consiste num conceito de gestão que conjuga as filosofias Lean e Six Sigma e tem por objetivo melhorar continuamente a qualidade e diminuir a variabilidade dos processos de uma organização. O conceito foi introduzido pela primeira vez em 2002, por Michael George, no seu livro “*Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*”, que ajudou a ultrapassar as críticas que ainda são dirigidas ao Lean e ao Six Sigma como filosofias autónomas. Enquanto o *lean* é criticado por não conseguir melhorar a qualidade dos produtos, o Six Sigma é criticado por não conseguir reduzir os custos e acelerar os processos (George, 2002).

Ao passo que a filosofia *lean* se centra mais na celeridade e na supressão dos desperdícios para um alcance de eficiência, a filosofia Six Sigma dá ênfase à eficiência mediante a melhoria dos procedimentos e a diminuição dos erros e das variações, o que faz com que o Lean Six Sigma se tenha tornado uma filosofia híbrida que combina os princípios *lean* e as medidas Six Sigma para melhorar a produtividades das empresas. O Lean Six Sigma é uma metodologia que é bastante utilizada nas organizações, combinando os princípios do *Lean Manufacturing* e do Six Sigma para melhorar a eficiência, eliminar desperdícios e reduzir defeitos nos processos de negócios (Inácio et al 2018).

De acordo com Boaden et al. (2008), tanto a metodologia Lean como o Six Sigma são usados na melhoria dos processos, e foram desenvolvidos em ambientes de fabricação; a utilização dessas metodologias em conjunto permite uma melhoria na eficácia nas organizações. As atuais tendências emergentes indicam que a integração dos melhores elementos de ambos metodologias poderiam ajudar os cuidados de saúde a atingir objetivos estratégicos e operacionais.

O Lean Six Sigma utiliza uma variedade de ferramentas e metodologias, incluindo mapeamento de processos, mapeamento de fluxo de valor, análise estatística, análise de causa raiz e princípios de fluxo contínuo, entre outros. A combinação das duas metodologias atrás mencionadas proporciona uma abordagem de melhoria abrangente

que incorpora ferramentas poderosas baseadas em dados para resolver problemas e criar soluções rápidas e melhorias transformacionais ao menor custo (Calohan, 2018).

O Lean Six sigma foi desenvolvido na Motorola Inc. pelo engenheiro Bill Smith, na década de 1980, é uma metodologia de gerenciamento de qualidade que visa na melhoria de processos produtivos e na redução de defeitos nos processos, o que significa garantir que as iniciativas de melhoria sejam bem planejadas, executadas e monitoradas para obter resultados sustentados, usando uma metodologia chamada DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) (Pepper, & Spedding, 2010).

O seu verdadeiro reconhecimento aconteceu através do trabalho desenvolvido por Jack Welch, CEO da General Electric, em 1995, que observou que a implementação do Six Sigma trouxe bastante sucesso na sua organização. A partir daí, passou a defender abordagem de Bill Smith e liderou intensamente a metodologia Six Sigma na General Electric (Black et al., 2006).

Segundo Bubevski (2016), o Six Sigma usa uma estrutura poderosa, o DMAIC, e ferramentas estatísticas para descobrir as causas raiz, compreender e reduzir a variação das mesmas, tratando de fazer as coisas certas sem defeitos. O objetivo final do Lean Six Sigma é aumentar a satisfação do cliente, aumentar a eficiência, reduzir o desperdício e impulsionar o sucesso geral do negócio através de uma cultura de melhoria contínua e tomada de decisões baseada em dados e é amplamente adotado em vários setores, incluindo manufatura, saúde, finanças e serviços.

Muitas são as indústrias que têm recorrido à utilização da estrutura DMAIC, por isso, é necessário compreender aquilo que é a sua definição, nomeadamente:

- Definir: Saber o problema e estabelecer oportunidade de melhoria, juntamente com as metas e objetivos do projeto;
- Medir: Recolher dados para assim se fazer a medição do desempenho do processo para estabelecer uma linha de base e identificar áreas para melhoria;
- Analisar: Fazer uma análise aos dados para identificar as causas raízes dos problemas e oportunidades de melhoria;
- Melhorar: Implementar soluções e mudanças de processos para resolver problemas identificados e melhorar o desempenho;

- Controlo: Estabelecer controlos e medidas para sustentar as melhorias e evitar as recorrências.

A imagem abaixo ilustra o funcionamento da estrutura DMAIC, sendo um sistema utilizado para as análises bastante complexas e muitas das vezes em conjunto com as ferramentas *lean*.

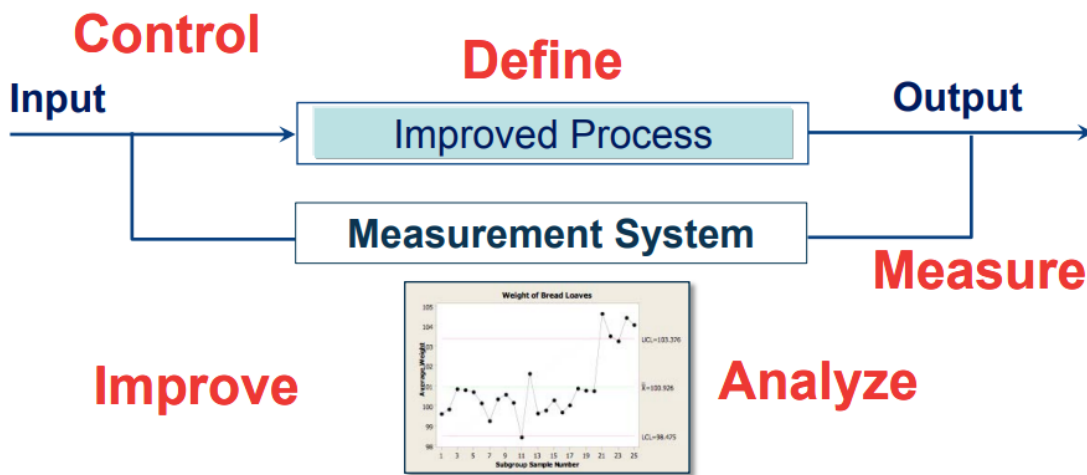


Figura 15 – Exemplo de Simple DMAIC, Bubevski (2016).

No decorrer dos anos, surgiram diversos setores em que o Lean Six Sigma demonstrou resultados muito positivos e Albliwi (2015) resalta dez principais vantagens dessa abordagem:

- Incremento dos lucros e melhoria da situação financeira;
- Maior satisfação do cliente;
- Diminuição dos custos;
- Diminuição dos tempos de ciclo;
- Melhoria dos indicadores-chave de desempenho (KPIs);
- Diminuição do número de erros;
- Diminuição do tempo de paragem do equipamento;
- Redução dos níveis de inventário;
- Maior qualidade do produto;
- Incremento da capacidade de produção;

Em matéria de produtividade, o método Lean Six Sigma é aplicado em consonância com a metodologia DMAIC, contribuindo para aquilo que se denomina como a efetividade do método, dado que melhora os processos produtivos de uma empresa. Assim, é

fundamental que as duas metodologias analisem concretamente falhas e lacunas, evitando assim que dentro de uma organização haja concentração de esforços, mas sim que ajude a resolver os problemas em vários sectores de trabalho (Antony et al., 2017; Hoerl & Gardner, 2010).

A produtividade influenciada pela ferramenta lean six sigma resulta das ações de uma matriz de prioridade, ou seja, a padronização dos procedimentos e tarefas dentro das organizações, pois é através da junção destes que se consegue originar a redução de tempos de paragens das máquinas e dos equipamentos, permitindo conceber um crescimento no total de artigos e produtos produzidos. Em paralelo, a produtividade é resultado da melhoria da eficiência e daquilo que é a disponibilidade dos equipamentos, mas também dos ganhos financeiros e do conhecimento que é adquirido, o que faz com que os trabalhadores implementem estratégias apoiadas em ferramentas de qualidade que possibilitem difundir as ideias e métodos a serem utilizados nas organizações (Arnheiter et al., 2005; Belhadi et al., 2018).

Foi realizado um estudo por Duc et al. (2022), na empresa americana KTC, sobre a análise das operações feitas na linha de usinagem de produtos mecânicos e de precisão e foi necessário recorrer as ferramentas de *Lean Six Sigma* para permitir uma análise de correlação Homem-Máquina. por meio de imagens coletadas da câmara. O objetivo desse estudo era melhorar a produtividade, qualidade, competitividade da empresa no mercado e criar uma boa imagem dos produtos para os seus clientes. O tempo de processamento diminuiu de 1,3 horas por dia para 0,36 horas por dia, uma redução de 0,94 horas por dia, como resultado da implementação do link de dados de medição no sistema e do processamento de dados online. Esta melhoria é poderosa porque elimina a dependência da manipulação e julgamento humano para manter os dados medidos na rede. A fase da usinagem passou a ser controlado de uma forma automática e fez com que a produtividade aumentasse de 115 produtos produzidos por dia para 155 produtos por dia gerando assim um aumento de 40 produtos e sempre garantindo a qualidade do produto de acordo com as demandas do cliente, foi necessário um aumento de input para que o projeto alavancasse, (Duc & Thu 2022).

De acordo com o estudo desenvolvido numa fábrica de papel por Adeodu et al (2021), o Lean Six Sigma proporciona ferramentas da qualidade que muitas empresas têm implementado para melhorar a produtividade. Neste trabalho, percebeu-se que uma linha montagem apresentava bastantes desperdícios. A aplicação do modelo pretendeu melhorar a produtividade e diminuir os desperdícios identificados nesta mesma linha, para assim reduzir a insatisfação dos clientes. Para a obtenção de dados foi necessário

observar o tempo de vida da máquina (tempo de início e fim), e foi também observado o manuseamento de materiais e mão-de-obra em todas as etapas do processo da linha de produção. As ferramentas 5S, Kaizen, VMS e Takttime foram usadas para otimizar o processo de produção. O uso da Lean Six Sigma revelou que o desempenho da produção atual era abaixo do padrão e que havia mais desperdícios na fabricação. A produtividade e os desperdícios da fabricação são relatados como baixa eficiência do ciclo do processo (23,4%), tempo de takt baixo (4,11 segundos), tempo de lead alto (43200 segundos), um grande número de produtos que não atendem aos valores six sigma, tempo de inatividade alto (32,64 por cento) e excesso de mão de obra. Após um certo período após a implementação das ferramentas lean six sigma, a linha de produção experimenta significativas melhorias em todos os parâmetros analisados.

Muitas organizações recorreram à implementação de ferramentas do Lean Six Sigma devido à forte concorrência que tem existido e à preocupação de entregar produtos de qualidade para os seus clientes. O estudo desenvolvido por Dweiri & Ishaq (2020) numa produzir e fornecer cabos, componentes e acessórios para cabos para vários projetos globais, mostra que o processo de melhoria no isolamento de cabos usando o Lean Six Sigma teve resultados bastante positivos. Para este efeito, foi usada a ferramenta DMAIC e o (FMEA) Failure Modes and Effects Analysis que é a ferramenta que é para identificar potenciais modos de falha em um processo, produto ou sistema e avaliar as consequências desses modos de falha. A empresa é considerada uma das melhores no seu ramo por fornecer barras e fios de cobre que incluem cabos de energia, cabos para automóveis, cabos elétricos, cabos de comunicação, entre outros. Os resultados mostram que o indicador de melhoria de produtividade que é o número de prioridade de risco (RPN), foi reduzido de 745 para 205, além disso, houve menos defeitos, o que resultou em uma melhoria na produtividade, sendo que os resultados mostram que 95% dos problemas foram resolvidos (Dweiri & Ishaq, 2020).

Capítulo 5 - Implicações para a gestão e agenda de investigação

5.1. Contribuições para a gestão

Este documento analisa o estado atual da literatura sobre as abordagens *lean* à gestão produtiva nas organizações e utiliza a revisão da literatura para identificar as perspectivas organizacionais e de gestão, as principais ferramentas *lean* e as principais abordagens integradas à gestão nas organizações. A maioria dos artigos centra-se na análise da aplicação de estratégias *lean* para melhorar a eficiência dos processos de produção e reduzir os custos, mas estes objetivos também devem ter em conta a melhoria da qualidade dos serviços para que haja o aumento da produtividade. Por conseguinte, são destacadas algumas questões-chave e implicações importantes:

- O *lean* ajuda as organizações a reduzir custos, aumentar a eficiência operacional e aumentar a produtividade ao se concentrar na eliminação desses desperdícios. As empresas podem usar os recursos com mais eficiência, fazendo mais com menos. O *lean* permite melhorar também a eficiência do trabalho dentro das organizações e evitar que haja interrupções e/ou gargalos (ou minimizá-los), permitindo assim que o trabalho flua continuamente.
- A abordagem *lean* defende a cultura de fazer bem à primeira vez, o que significa identificar e corrigir problemas imediatamente logo à primeira, em vez de permitir que os erros se desenvolvam ao longo do processo. Isso aumenta a confiabilidade dos produtos e serviços e reduz a necessidade de retrabalho, e melhora os processos de gestão dentro das organizações.
- A implementação das ferramentas *Lean* permite reduzir os custos com materiais e mão de obra desnecessária para corrigir problemas, e isso provoca a redução das perdas dentro do processo produtivo.
- Todas as organizações procuram responder à procura do mercado, e a implementação do *lean* permite que as empresas entreguem bens ou serviços mais rapidamente e melhorar o atendimento ao cliente, promovendo um aumento da sua competitividade no mercado.

- O lean ajuda a otimizar o uso dos recursos disponíveis dentro duma organização, sejam materiais, humanos ou financeiros, aumentando a sustentabilidade da organização eliminando desperdícios e melhorando os processos. A utilização do Kanban facilita a comunicação e a coordenação dentro das empresas; isso permite que dentro das organizações todos os trabalhadores entendam rapidamente o estado dos processos e que possam identificar problemas e tomar decisões inteligentes.
- De acordo com a literatura, os sistemas *lean* contribuí para uma melhoria contínua e ajuda as organizações a permanecerem vivas e adaptáveis e permite também que as empresas se adaptem rapidamente às mudanças no mercado, melhorando a qualidade de seus produtos ou serviços e aumentando a satisfação dos clientes.
- As organizações com uma cultura lean que fomenta a inovação contínua podem permanecer relevantes e competitivas enquanto se adaptam e evoluem continuamente.
- No que diz respeito aos aspetos organizacionais, de acordo com a literatura, a implementação de projetos *lean* na gestão da produção tem certas características, tais como a identificação de pessoas chave que são responsáveis e lideram as unidades funcionais envolvidas no projeto, o envolvimento de especialistas com diferentes formações (equipas interdisciplinares) em projetos com vários objetivos diferentes, a participação dos produtores em projetos de desenvolvimento específicos, reuniões de coordenação frequentes e organizadas em todas as fases da execução do projeto, equipas de execução dos projetos a tempo parcial, o importante envolvimento das equipas de melhoria da produtividade no início dos projetos de melhoria da produtividade e a necessidade de gerir cuidadosamente uma cultura de resistência à mudança.
- Do ponto de vista da governação, a literatura sugere que a implementação de projetos *lean* num contexto de gestão do desempenho tem certas características, incluindo Esforços de melhoria contínua, foco nas necessidades e expectativas do cliente (personalização x valor para o cliente),

compreensão do papel do cliente, a continuidade do serviço, processos de produção otimizados e económicos, a sustentabilidade económica (poupança x eficiência), a utilização eficiente dos recursos e gestão dos processos, criação de um ambiente de trabalho seguro, agradável e confortável para os trabalhadores, a criação de um clima de cooperação na empresa e o desenvolvimento de novos modelos de organização.

- A adoção dos princípios lean nas organizações pode ajudar a gestão de várias maneiras, como aumentar a eficiência operacional e criar uma cultura com foco no cliente e melhoria contínua. Essas contribuições aumentam a satisfação dos funcionários e dos clientes, e ao mesmo tempo ajudam as empresas a se tornarem mais competitivas, ágeis e sustentáveis, permitindo também alinhar todos os recursos e processos para maximizar o valor a ser entregue ao cliente enquanto procura minimiza os custos e o desperdício.

5.2. Lacunas da investigação e oportunidades para futuras linhas de investigação

O tema lean tem sido bastante implementado nas organizações. Ainda assim, inúmeras lacunas permanecem na literatura, que podem ser importantes para as investigações futuras.

Existem países que não possuem muitos conhecimentos sobre a abordagem lean e sobre a importância que pode ter a implementação das suas ferramentas, pois além de aumentar a produtividade também ajuda a diminuir os desperdícios durante o processo produtivo. Em trabalhos futuros, principalmente em investigações de natureza empíricas, sugere-se o desenvolvimento de estudo de caso orientados para esses países.

Ainda existe alguma resistência em pequenas empresas na implementação dessas ferramentas ou desconhecimento sobre qual a ferramenta que deve ser implementada para que se alavanque a produtividade. Nos artigos identificados pouco se falava em pequenas indústrias. Investigações focadas nesse tipo de empresa ajudaria ao progresso das mesmas.

Existem vários sectores nas organizações, com características e necessidades próprias, que necessitam de implementar ferramentas que melhoram a produtividade e aumentam o desempenho dos seus trabalhadores. Estudos focados em determinados sectores da

organização, assim como comparativos, poderiam permitir compreender que ferramentas podem ser implementada para otimizar as suas atividades.

Não existe conhecimento suficiente sobre a forma como as organizações podem responder à resistência dos trabalhadores à implementação das ferramentas lean. A literatura cita frequentemente a resistência dos trabalhadores como uma das principais dificuldades na implementação das ferramentas lean para o aumento da produtividade, mas não responde à questão das possíveis estratégias que podem ser desenvolvidas e implementadas em resposta à resistência dos trabalhadores. Por conseguinte, a questão de saber como uma organização pode responder à resistência dos trabalhadores quando implementam essas ferramentas deve ser abordada em investigação futura.

Capítulo 6 - Conclusões

O estudo presente teve como objetivo analisar o estado da arte da literatura que está centrada na abordagem lean no contexto de aumento da produtividade dentro das organizações. O foco desta revisão sistemática era encontrar estudos já feitos em vários sectores utilizando ferramentas lean para melhorar a produtividade.

Conclui-se que existem várias ferramentas que podem ser implementadas nas empresas para reduzir os custos de fabrico, o desperdício de materiais e a produção de produtos defeituosos no processo de fabrico, e estas ferramentas só precisam de ser introduzidas no momento certo e à escala certa para que os empregados estejam prontos a aprender novos métodos de produção e de resolução de problemas. Vários artigos foram encontrados e mostravam como alcançar resultados positivos, principalmente no que diz respeito a produtividade.

Os dados foram recolhidos a partir de uma base de dados de publicações para fornecer uma panorâmica global da importância da aprendizagem dos métodos *lean*. Com base nos dados recolhidos, verificou-se que a aprendizagem destes métodos tem aumentado ao longo do tempo e que o interesse pela aprendizagem tem aumentado tanto a nível mundial como nacional.

Este estudo contribui para uma melhor compreensão da importância dos métodos *lean* nas organizações. A utilização de ferramentas *lean* tem contribuído significativamente para a eliminação de desperdícios em vários processos nas organizações e isto permite-lhes melhorar a qualidade dos seus produtos e serviços, reduzir os custos e provocar um aumento gradual da produtividade.

As organizações estão empenhadas em melhorar a produtividade e muita investigação tem sido feita sobre como melhorar a produtividade. Uma análise sistemática desta literatura, centrada na medida em que as ferramentas *lean* contribuíram positivamente para melhorar a produtividade, revelou que muitas organizações adotaram ferramentas *lean* e obtiveram mais resultados do que os esperados em termos de ganhos de produtividade.

Os resultados indicam que as ferramentas lean geraram uma resposta positiva em termos de ganhos de produtividade e que a sua utilização nas organizações é altamente eficaz. O número de artigos baseados em estudos de casos específicos da indústria é ainda limitado, mas a maioria deles apresenta resultados muito positivos em termos de ganhos

de produtividade, e existe muita informação disponível, uma vez que foram efetuados vários estudos sobre este tema.

Referências bibliográficas

- Abidin, M. H. Z.; Leman, Z.; Yusof, Z. A. M. & Khalili, A. (2022). Lean Impact On Manufacturing Productivity: A Case Study Of Industrialized Building System (Ibs) Manufacturing Factory. *Jurnal Teknologi*, 84(4), 65-77.
- Albliwi, S. A.; Antony, J. & Lim, S. A. H. (2015). A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, 21(3), 665–691.
- Antony, J.; Snee, R. & Hoerl, R. (2017). Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(7), 1073–1093.
- Arnheiter, E. D. & Maleyeff, J. (2005). The integration of Lean Management and Six Sigma. *The TQM Magazine*, 17(1), 5-18.
- Babalola, O.; Ibem, E. O. & Ezema, I. C. (2019). Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review. *Building and Environment*, 148, 34-43.
- Barot, R. S.; Raval, K.; Beravala, H. & Patel, A. (2021). Implementation of lean practices in water heater manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 38, 2227-2234.
- Belhadi, A.; Sha'ri, Y. B. M.; Touriki, F. E. & El Fezazi, S. (2018). Lean production in SMEs: literature review and reflection on future challenges. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 35(6), 368–382.
- Black, K. & Revere, L. (2006). Six Sigma arises from the ashes of TQM with a twist. *Leadership in Health Services*, 19(2-3), 259-66.
- Boaden, R.; Harvey, G.; Moxham, C. & Proudlove, N. (2008). NHS Institute for Innovation and Improvement, consultado em 14 de abril de 2024. Disponível em: https://www.elft.nhs.uk/sites/default/files/import-news/quality_improvement-theory_and_practice_in_healthcare1.pdf.
- Brizola, J. & Fantin, N. (2016). Revisão Da Literatura E Revisão Sistemática Da Literatura. *Revista de Educação do Vale do Arinos*, 3(2), 23-39.
- Bubevski, V. (2016). A Six Sigma Security Software Quality Management. *Journal of Computer and Communications*, 4, 40-60.

Calohan, J. (2018). LEAN/Six Sigma – Concepts & Principles. *CURIS Consulting*, Consultado em 14 de abril de 2024. Disponível em: https://www.communitycareks.org/wp-content/uploads/2018/09/LEAN_Six-Sigma_KAMU.pdf.

Carvalho, L.B. & Motta, L. C. R. (2022). **Análise introdutória da evolução do conceito de engenharia da qualidade.** *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 7, 168-186.

Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal (CITEVE) (2012). *Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV*. Consultado em 14 de junho de 2024. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Desktop/2012-8-7-14-50-35-42_Lean%20Thinking.pdf.

Choomlucksana, J.; Onsaranakorn, M. & Suksabal, P. (2015). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102-107.

Cibrão, B. M. P. R. (2006). *Inovação e Produtividade: O Caso da Indústria Transformadora Portuguesa*. Mestrado em Economia da Empresa, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/1494>.

Cruz, N. M. P. (2013). *Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos*. Braga: Universidade do Minho.

Deshmukh, M.; Gangele, A.; Gope, D. K. & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1489-1495.

Duc, M. L. & Thu, M. N. (2022). Application of Lean Six Sigma for Improve Productivity at The Mechanical Plant. A Case Study. *Manufacturing Technology*, 22, 124-138.

Dweiri, F.; Ishaq, S. (2020). Cable insulation productivity improvement using Lean Six Sigma. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 30, 488 – 508.

Fernandes, C.; C.; J.; Pinto, T.; L. (2022). Productivity increase in a large size slaughterhouse: a simulation approach applying lean manufacturing. *International Journal of Six Sigma*, 13(4), 803-823.

- Ferreira, C.; Sá, J. C.; Ferreira, L. P.; Lopes, M. P.; Pereira, T. & Silva, F. J. G. (2019). iLean DMAIC- A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095- 1102.
- Filho, F. H. B., Pessoa, S. A., Veloso, F. A. (2010). Evolução da Produtividade Total dos Fatores na economia brasileira com Ênfase no Capital Humano – 1992-2007. *Revista Brasileira de Economia*, 64(2), 91–113.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma - Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*. McGraw-Hill.
- Gleeson, F.; Coughlan, P.; Goodman, L.; Newell, A. & Hargaden, V. (2019). Improving manufacturing productivity by combining cognitive engineering and lean-six sigma methods. *Procedia CIRP*, 81, 641-646.
- Habib, M. A. & Ahmed, R. R. S. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17, 1-14.
- Hasle, P.; Maalouf, M. M. & Hoque, I. (2020). Lean meeting buyer's expectations, enhanced supplier productivity and compliance capabilities in garment industry. *International Journal Of Productivity and Performance Management*, 69, 1475-1494.
- Hoerl, R. W. & Gardner, M. M. (2010). Lean six sigma, creativity, and innovation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1): 30-39.
- Joseph, R. E.; Kanya, N.; Bhaskar, K.; Xavier, J. F.; Sendilvelan, S.; Prabhahar, M.; Kanimozhi, N. & Geetha, S. (2021). Analysis on productivity improvement, using lean manufacturing concept. *Materials Today: Proceedings*, 45, 7176-7182.
- Ketoeva, N.; Soldatova, N. & Ilyashenko, S. (2019). Lean manufacturing as a tool for increasing labor productivity at the enterprise. *E3S Web of Conferences*, 124, 1-4.
- Kumar, A.; Giri, R.; Mishra, S. & Gupta, N. (2022). Productivity Improvement of HLLS Using Lean Technique in Assembly Line of an Automotive Industry. *EVERGREEN Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy*, 9(2), 356-366.
- Kumar, N.; Hasan, S. S.; Srivastava, K.; Akhtar, R.; Yadav, R. K. & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188-1192.

Kumar, R.; Kalra, P. & Kant, S. (2020). Productivity enhancement of assembly line by using Maynard operation sequence technique after identification of lean wastages. *International Journal of productivity and Quality Management*, 29(4), 463-482

Kunkera, Z.; Tošanović, N. & Stefanić, N. (2022). Improving the Shipbuilding Sales Process by Selected Lean Management Tool, *Machines*, 10(9), 766.

Lima, E. S. (2022). *Abordagem Lean aplicada à Transformação Digital na Administração Pública*. Escola Nacional de Administração Pública (Enap).

Marino, L. H. F. C. (2006). *Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial*. São Paulo: UNESP.

Martelli, L. L. & Dandaro, F. (2015). Planejamento e Controle de Estoque nas Organizações. *Revista Gestão Industrial*, 11, 170-185.

Martinelli, M.; Lippi, M. & Gamberini, R. (2022). Poka Yoke Meets Deep Learning: A Proof of Concept for an Assembly Line Application. *Applied Sciences*, 12, 1-26.

Martínez, R. M. (2016). Relación entre el Lean Manufacturing y la seguridad y salud ocupacional. *Salud de los Trabajadores*, 24, 1315-0138.

Massachusetts Institute of Technology (2012). *Six Sigma Basics V7.6*. Consultado em 14 de abril de 2024. Disponível em: https://ocw.mit.edu/courses/16-660j-introduction-to-lean-six-sigma-methods-january-iap-2012/37dbc58f0c1f92641a4550b1a9a70685_MIT16_660JIAP12_3-6.pdf.

Melovic, B.; Mitrovic, S.; Zhuravlev, A. & Braila, N. (2016). The role of the concept of Lean management in modern business. *Matec Web of Conferences*, 86, 1-4.

Meza, S. F.; Perales, J. L.; Munarriz, J. E.; RaymundoIbañez, C. & Perez, M. (2020). Lean Manufacturing Model for production management to increase SME productivity in the non-primary manufacturing sector. *Materials Science and Engineering*, 796, 1-9.

Minshull, L. K.; Dehe, B. & Kotcharin, S. (2022). Exploring the impact of a sequential lean implementation within a micro-firm – A socio-technical perspective. *Journal of Business Research*, 151, 156-169.

Monaco, F. F. & Mello, A. F. M. (2007). A Gestão da Qualidade Total e a reestruturação industrial e produtiva: um breve resgate histórico. *Race, Unoesc*, 6, 7-26.

- Murali, C. & Prabukarthi, A. (2020). Productivity improvement in furniture industry using lean tools and process simulation. *International Journal of Productivity and Management*, 30, 214-233.
- Naeemah, A. J. & Wong, K. Y. (2023). Sustainability metrics and a hybrid decision-making model for selecting lean manufacturing tools. *Resources, Environment and Sustainability*, 13, 2666-9161.
- Nallusamy, S. & Adil Ahamed, M. A. (2017). Implementation of lean in an automotive industry for productivity enhancement – A case study. *International Journal of Engineering Research in África*, 29, 175-185.
- Neunsinger, C. (2012). *Lean Systems – Na Introduction to Lean Management Systems and its Business*. Kouvola: South-Eastern Finland University.
- Oliveira, A. S.; Viana, B. C.; Roberto, J. C. A. & Souto, S. P. (2023). Aplicação da metodologia lean manufacturing a gestão da manutenção industrial. *Revista GeSec*, 14, 8997-9018.
- Paiva, D. M.; Papandrea, P. J.; Baisso, A. C.; Chagas, C. A. G. & Silva, R. G. (2020). Lean Manufacturing: Redução de Desperdícios e a Padronização do Processo. *Journal Of Open Research*, 1(1).
- Palange, A. & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729-736.
- Paucar, V.; Munive, S.; Nunez, V.; Marcelo, G. E.; Alvarez, J. C. & Nallusamy, S. (2020). Development of a lean manufacturing and SLP-based system for a footwear company. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1112-1116.
- Pepper, M. P. J. & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27, 138-155.
- Poswa, F.; Adenuga, O. T. & Mpofu, K. (2022). Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry. *Processes*, 10, 1-17.

- Poswa, F.; Adenuga, O. T.; Mpofu, K. (2022). Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry. *Processes*, 10, 1884.
- Rehman, A. U.; Usmani, Y. S.; Umer, U. & Alkahtani, M. (2020). Lean Approach to Enhance Manufacturing Productivity: A Case Study of Saudi Arabian Factory. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45, 2263-2280.
- Rezende, D. M.; Silva, J. F.; Miranda, S. M. & Barros, A. (2013). Lean Manufacturing: Redução De Desperdícios E A Padronização Do Processo. *Pesquisa e Ação*, 4(1): 9-20.
- Ribeiro, P.; Sá, J. C.; Ferreira, L. P.; Silva, F. J. G.; Pereira, M. T. & Santos, G. (2019). The Impact of the application of lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765- 775.
- Rieg, D. L.; Permigiani, A. M.; Baptista, E. P.; Famá, G. R.; Scramim, F. C. L. (2023). Aplicação do Diagrama de Espaguete para Rearranjo do Processo Produtivo e Minimização do Desperdício de Movimentação em uma Empresa Manufatureira, *Revista Foco*, 16, 01-19.
- Rocha, Gisela; Alves, A. C. "Implementação de um Sistema Pull numa Linha de Montagem de Componentes Electrónicos". Trabalho apresentado em 6º Congresso Lusó-Moçambicano de Engenharia (CLME2011), Maputo, 2011.
- Rosa, C. I. L. F.; Moribe, A.M.; Yamamoto, L.Y. & Sperandio, D. (2018) Pós-colheita e comercialização. *EDUEM*, 15, pp. 489-526.
- Rosas, J. L. A.; Huivin, E. K. B.; Silva, C. E. B.; Castillo, J. M. D.; Alcántara, E. E. P. & Jáuregui, M. E. V. (2022). Lean Manufacturing tools in the Productivity of a poultry processing company. *Proceedings of the LACCEI international Multi- conference for Engineering, Education and Technology*, pp. 18-22.
- Sivaraman, P.; Nithyanandhan, T.; Lakshminarasimhan, S.; Manikandan, S. & Saifudheen, M. (2020). Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques. *Materials Today: Proceedings*, 33, pp. 201-207.
- Sousa, A. M. G. P. (2020). *Lean Management? Revisão Bibliográfica 2017-2020*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

- Souza, D. L.; Korzenowski, A. L.; Alvarado, M. M.; Sperafico, J. H.; Ackermann, A. E. F.; Mareth, T.; Scavarda, A. J. (2021). Uma revisão sistemática sobre aplicações Lean em departamentos de emergência. *Healthcare (Switzerland)*, 9, 763.
- Spiridonova, E. V.; Ruzaeva, I. V. & Bosak, M. (2021). Lean management in a higher education institution: reserves of resource saving and labor productivity increase. *Web of Conferences*, 296, pp. 1-4.
- Sundararajan, N. & Terkar, R. (2022). Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles. *Materials Today: Proceedings*, 61, pp. 121-130.
- Tayal, A. & Kalsi, N. S. (2021). Review on effectiveness improvement by application of the lean tool in an industry. *Materials Today: Proceedings*, 43, pp. 1983-1991.
- Tiwari, K. V. & Sharma, S. K. (2022). The Impact of Productivity Improvement Approach Using Lean Tools in an Automotive Industry. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 2, pp. 1117–1131.
- Ukey, P.; Deshmukh, A. & Arora, A. (2021). Implementation of lean tools in apparel industry for improving productivity. *Proceedings on Engineering Sciences*, 3 (2), 241-246.
- Vasconcelos, D. C.; Viana, F. E. & Neto, J. P. B. (2019). Lean and green: the contribution of lean production and environmental management to the waste reduction. *Rev. Adm. UFSM*, 12(2): 365-383.
- Xavier, M. S. L. G. (2020). *Push vs Pull Production Strategy: Case Study in the Coffee Production Industry*. Lisboa: Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE). Departamento de Gestão. Mestrado em Gestão
- Yadav, S.; Mishra, T. & Jain, D. (2021). Productivity Improvement in Manufacturing Industry Using Industrial Engineering Technique. *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*, 9(4).

