



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

O VALUE STREAM MAPPING NO ÂMBITO DO LEAN MANUFACTURING E DA MELHORIA CONTÍNUA NA ÚLTIMA DÉCADA

Magda Isabel Pereira dos Santos Clemente

Dissertação

Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob orientação da

Professora Doutora Ângela Sofia Leal Neves

Fevereiro de 2025



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

O Value Stream Mapping no âmbito do Lean Manufacturing e da Melhoria Contínua na última década

Magda Isabel Pereira dos Santos Clemente

Dissertação

Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob orientação da

Professora Doutora Ângela Sofia Leal Neves

Fevereiro de 2025

“Você só pode melhorar, aquilo que pode identificar.”

(O Pensador, 2023)

Dedico este trabalho aos meus filhos.

AGRADECIMENTOS

Quero começar por agradecer à professora Doutora Ângela Sofia Leal Neves pela orientação neste trabalho, pela partilha de conhecimento, pela confiança que sempre depositou em mim, pela paciência e atenção que me foi dada ao longo deste percurso.

Agradeço ao grupo de docentes da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Curso de Mestrado de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial pela partilha de conhecimento, aos meus colegas de curso da época 2021 a 2023 pela forma como fui recebida.

Quero agradecer aos meus queridos pais, ao meu marido por ter tornado possível a concretização deste meu objetivo e aos meus filhos, a quem quero dar o melhor exemplo, pela paciência e pelo tempo em que não foi possível estar tão presente.

Enfim o meu agradecimento a todos os que acreditaram em mim e que de algum modo contribuíram para esta concretização pessoal.

RESUMO

A presente dissertação através da revisão da literatura pretendeu consolidar informação acerca da implementação da ferramenta *Value Stream Mapping* de modo a validar a sua importância no contexto do *Lean* e da Melhoria Contínua e promover a sua divulgação junto da comunidade académica, dos engenheiros, gestores e outros usuários. Este trabalho baseou-se na análise detalhada de 87 artigos de revisão da literatura, teóricos e de estudo de caso retirados da base de dados *B-on*. A versatilidade e abrangência do *Value Stream Mapping* fazem com que seja uma ferramenta essencial na implementação do *Lean Manufacturing* e da Melhoria Contínua, na busca incessante pela competitividade no mercado global. Concluiu-se que a implementação da ferramenta *Value Stream Mapping* torna possível a otimização geral de todos os processos ao longo da cadeia de valor, identificando o que acrescenta valor, o que não acrescenta valor, mas é necessário ao processo e o que não acrescenta valor e nem é necessário ao processo, deve ser eliminado. O ponto de partida será um mapa bem elaborado em todos os sentidos, visualmente e com dados fidedignos, simulando as alterações propostas para se conseguir a melhor proposta de melhoria, se necessário e de preferência recorrendo às novas tecnologias. O envolvimento de todos os intervenientes no processo considerou-se ser de suma importância. O tempo necessário, os recursos humanos envolvidos no processo e a falta de pessoas especializadas na implementação do *Value Stream Mapping* foram apresentados como desvantagem. De salientar que as desvantagens relatadas também foram contrapostas com a obtenção de resultados que rapidamente as sobrepuseram. O *Value Stream Mapping* deverá ser o primeiro passo para se implementarem as demais ferramentas e metodologias associadas ao *Lean* e à Melhoria Contínua, de acordo com o processo a melhorar. Em relação aos objetivos do presente trabalho foi possível recolher informação relativa às barreiras e fatores críticos de sucesso, aos resultados da implementação na manufatura, à integração com outras ferramentas e metodologias *Lean* e de Melhoria Contínua e também ao uso de novas tecnologias e softwares. A consolidação da informação proposta foi conseguida e espera-se desta forma contribuir para a validação e divulgação do *Value Stream Mapping* como uma ferramenta *Lean* e de Melhoria Contínua fundamental na conquista da competitividade.

Palavras-chave: *Value Stream Mapping*; Indústria; *Lean*; Melhoria Contínua

ABSTRACT

This dissertation, through a literature review, intended to consolidate information about the implementation of the Value Stream Mapping tool to validate its importance in the context of Lean and Continuous Improvement and promote its dissemination among the academic community, engineers, managers and other users. This work was based on the detailed analysis of 87 literature review, theoretical and case study articles taken from the B-on database. The versatility and scope of Value Stream Mapping make it an essential tool in the implementation of Lean Manufacturing and Continuous Improvement, in the incessant search for the competitiveness in the global market. It was concluded that the implementation of the Value Stream Mapping tool makes it possible to general optimize all processes along the value chain, identifying what adds value, what does not add value but is necessary to the process and what does not add value, and it is not even necessary to the process, should be eliminated. The starting point will be a well-designed map in every sense, visually and with reliable data, simulating the proposed changes to achieve the best improvement proposal, if necessary and preferably using new technologies. The involvement of all those involved in the process was of utmost importance. The time required, the human resources involved in the process and the lack of people specialized in implementing Value Stream Mapping were presented as disadvantages. It should be noted that the reported disadvantages were also offset by obtaining results that quickly overcame them. Value Stream Mapping should be the first step in implementing other tools and methodologies associated with Lean and Continuous Improvement, according to the process to be improved. In relation to the objectives of this work, it was possible to collect information regarding barriers and critical success factors, the results of implementation in manufacturing, integration with other Lean and Continuous Improvement tools and methodologies and the use of new technologies and software. The consolidation of the proposed information was achieved and this way it is expected to contribute to the validation and dissemination of Value Stream Mapping as a Lean and Continuous Improvement tool fundamental in achieving competitiveness.

Keywords: *Value Stream Mapping; Industry; Lean; Continuous Improvement*

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
LISTA DE SIGLAS / ABREVIATURAS	xiii
1.INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos da Investigação	2
1.3 Abordagem Metodológica.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2.REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Ferramentas e Metodologias <i>Lean</i> e de Melhoria Contínua	4
2.2 Artigos de Revisão e Teóricos.....	8
2.3 Artigos de Estudo de Caso	14
3.METODOLOGIA.....	43
4.CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS	46
4.1 Data de Publicação.....	46
4.2 Publicação e Editora	47
4.3 Manufatura e Atividade.....	48
4.4 Origem dos Artigos	49
5.ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	51
5.1 As Barreiras e os Fatores Críticos de Sucesso.....	51
5.2 A Importância do <i>Value Stream Mapping</i>	57
5.3 As Derivações do <i>Value Stream Mapping</i>	59
5.4 A Integração do <i>Value Stream Mapping</i> com Outras Ferramentas e Metodologias.....	62
5.5 O Uso de Tecnologia na Simulação e Construção dos Mapas.....	65
5.6 Resultados Alcançados.....	67
6.CONCLUSÃO.....	80
7.PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

APÊNDICES	i
APÊNDICE A	ii
Artigos de Revisão da Literatura.....	iii
APÊNDICE B.....	v
Artigos Teóricos	vi
APÊNDICE C.....	viii
Artigos de Estudo de Caso – Dados Bibliométricos.....	ix
APÊNDICE D	xv
Artigos de Estudo de Caso – Análise Qualitativa	xvi
ANEXOS	xxviii
ANEXO A.....	xxix
Símbolos de Processo nas Novas Extensões para o <i>Value Stream Mapping</i>	xxix
ANEXO B	xxx
Símbolos de Controlo de Fluxo nas Novas Extensões para o <i>Value Stream Mapping</i>	xxx
ANEXO C	xxx
Conjunto de 9 Questões de Redesenho para Apoiar a Criação de Mapas no Estado Futuro	xxx

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Derivações do VSM.....	60
Tabela 2: Número de Artigos em que Cada Ferramenta e Metodologia se Integra com o VSM.....	63
Tabela 3: Número de Vezes que se Repete a Conjugação das Várias Ferramentas e Metodologias.....	64
Tabela 4: Tecnologia ou Software Usados.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor ou VSM.....	4
Figura 2: Sequência da Metodologia Usada.....	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de Artigos Publicados por Ano.....	46
Gráfico 2: Número de Artigos por Publicação.....	47
Gráfico 3: Número de Artigos por Editora.....	48
Gráfico 4: Número de Artigos por Manufatura.....	49
Gráfico 5: Número de Artigos por País.....	50

LISTA DE SIGLAS / ABREVIATURAS

DOI – *Digital Object Identifier*

DES- *Discrete Event Simulation*

DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar

DT – *Digital Twin*

DVST - *Digital Value Stream Twin*

ECRS – Eliminar, Combinar, Reorganizar e Simplificar

EST - *External Configuration Time* (Tempo de Configuração Externo)

E-VSM - *Environmental - Value Stream Mapping*

Ergo-VSM – *Ergonomic- Value Stream Mapping*

ETO - *Engineer-to-Order*

FIFO – *First In First Out*

FSM - *Futur Stream Mapping*

F-VSM – *Futur – Value Stream Mapping*

GLSS - *Green Lean Six Sigma*

IMS-QES - *Integrated Management System-Quality, Environment, Safety* (Sistema de Gestão Integrado-Qualidade, Meio Ambiente, Segurança)

INR - Rupias Indianas

FMEA - *Failure Mode Effect Analysis Method* (Método de Análise de Efeito do Modo de Falha)

IVR – *Immersive Virtual Reality*

IST – *Internal System Time* (Tempo de Configuração Interno)

IT – Informação Tecnológica

IPS – *Internal Position System* (Sistemas de Posicionamento Interno)

JIT – *Just- in- Time*

LM – *Lean Manufacturing*

LOB – *Line of Balance*

LP – *Lean Production*

MC - *Melhoria Contínua*

MCDM - *Multicriteria Decision Making Method*

MRP - *Material Requirements Planning*

MTM-UAS – *Methods Time Measurement Universal Analysis System*

MUDA – *Conceito de Desperdício*

NFN - *Normal fuzzy number*

NVA – *Non-Added Value* (Valor Não Agregado)

NNVA – *Necessary Non-Added Value* (Valor Não Agregado Necessário)

OEE – *Overall Equipment Efficient*

OL – *Organizational Learning*

PCE - *Process Cycle Efficiency*

PDCA – *Planear, Definir, Controlar e Analisar*

PD-VSM - *Product Development – Value Stream Mapping*

PME – *Pequenas e Médias Empresas*

PPC - *Production Planning and Control* (Construção das Práticas *Lean*)

PPCP – *Planeamento, Programação e Controle de Produção*

QI - *Qualidade Intrínseca*

QFD - *Quality Function Deployment*

QVSM - *Quality Value Stream Mapping*

REBA - *Rapid Entire Body Assessment*

REFID – *Radio Frequency Identification Technologies*

RULA- *Rapid Upper Limb Assessment*

RVM - *Resource Value Mapping*

SI - *Strain Index*

SMED – *Single-Minute Exchange of Die*

SMC – *Supply Chain*

S–VSM - *Scrap Value Stream Mapping*

Sus-VSM – *Sustainability-Value Stream Mapping*

TFN - *Triangular fuzzy number*

TOC - *Theory of Constraints*

TPS - *Toyota Production System*

VA - *Added Value* (Valor Agregado)

VSD - *Value Stream Project* (Projeto de Fluxo de Valor)

VSM - *Value Stream Mapping*

VSM-LT – *Value Stream Mapping - Lean Thinking*

WCM - *World Class Manufacturing*

WIP- *Work in Process*

TPM - *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)

3SM - *Sustainable Configuration Flow Mapping* (Mapeamento de Fluxo de Configuração Sustentável)

4I – Intuir, Interpretar, Integrar e Institucional

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste numa dissertação, uma revisão sistemática da literatura realizada a partir da análise de artigos de revisão da literatura, artigos teóricos e principalmente de artigos de estudo de caso, no âmbito da temática do *Lean* e a da Melhoria Contínua (MC) e mais especificamente sobre uma ferramenta, o *Value Stream Mapping* (VSM).

1.1 Enquadramento

A partir do *Toyota Production System* (TPS) surgiu aquela que viria a denominar-se filosofia *Lean*, que se foca na redução de desperdícios, sem comprometer a qualidade do produto bem como a satisfação do cliente. Esta filosofia assenta em diversas metodologias e ferramentas reveladas numa vasta gama de trabalhos científicos, tanto de cariz académico, como estudos de caso realizados em ambiente industrial.

A competitividade entre as organizações aliada à globalização, promovem a necessidade de reduzir custos de forma a melhorar o desempenho das mesmas, tornando preponderante a utilização de ferramentas de MC para identificação de problemas e eliminação de qualquer tipo de desperdício. A busca da MC é algo que se prolonga no tempo, é um ciclo que nunca se fecha (Suzaky, 2017). A MC é uma poderosa ferramenta para aumentar a competitividade e sustentabilidade das organizações. “A Melhoria Contínua é muito provavelmente a dimensão mais importante da abordagem Toyota que foi capturada pelo modelo *Lean Thinking* num de seus princípios, e depende muito de cultura e aspetos humanos que terão de ser desenvolvidos nas organizações” (J. D. Carvalho, 2021).

A ferramenta VSM tem inúmeras vantagens, ela pode ser usada numa grande diversidade de indústrias, sendo cada vez mais estudada (Božić et al., 2022). É também das ferramentas mais usadas nas atividades *Lean* nas organizações (J. D. Carvalho, 2021; J. P. Pinto, 2014). É uma ferramenta abrangente que pode ser utilizada para responder aos princípios da filosofia *Lean* e da MC, sendo eles o foco no processo garantindo qualidade na fonte, manter um fluxo contínuo e puxado, criar valor e pensar de forma sistémica (J. D.

Carvalho, 2021). *Romero e Arce (2017)* referiram que o VSM tem todo o potencial para fazer face aos desafios de mercado, uma vez que é uma ferramenta versátil, que se adapta a diferentes ambientes de produção.

Pelo descrito anteriormente escolheu-se esta ferramenta, o VSM, dentro da panóplia de ferramentas existentes, para ser o foco principal do estudo. Constatou-se que não se encontram com frequência dissertações baseadas na revisão da literatura com a abordagem semelhante a esta, existindo sim na vertente de relatório de estágio ou projeto e também não se encontraram artigos de revisão da literatura com esta abordagem, assim achou-se pertinente e de certa forma inovador avançar com este trabalho. Pretendeu-se analisar a forma como está a ser usada, em que atividades da manufatura é usada, os resultados obtidos com a utilização da mesma, as possíveis combinações com outras ferramentas e metodologias *Lean* e de MC, o uso de novas tecnologias e softwares e barreiras e fatores críticos de sucesso na sua implementação. A compilação dos resultados da pesquisa permitirá aos utilizadores ter acesso à informação condensada num só documento, contribuindo assim para a validação e divulgação da ferramenta, o VSM.

1.2 Objetivos da Investigação

A presente dissertação através da compilação e análise qualitativa de artigos de revisão da literatura, artigos teóricos e de artigos de estudo de caso e pretendeu consolidar informação acerca da ferramenta VSM, em que atividades de manufatura se utiliza, resultados provenientes da sua utilização, integração com outras ferramentas, o uso de novas tecnologias e software e também as barreiras e fatores críticos de na sua implementação. Com os dados recolhidos e analisados, num só documento, pretendeu-se validar e facilitar a divulgação e consulta acerca do assunto em causa por parte de engenheiros, gestores e outros usuários. A relevância deste trabalho está patente em diversos artigos analisados, citando alguns, *U. Kumar e Shankar (2022)*; *Patil, Pisal e Suryavanshic (2021)*; *Rafique et al. (2019)*; *Romero e Arce (2017)*; *Andreadis et al. (2017)*, em que foi referido que este tipo de trabalho deve ser continuado de forma a fornecer conhecimento acerca da implementação desta metodologia e desta forma passar a ser utilizada nas mais diversas atividades da manufatura, outros setores de atividade e ao longo de toda a cadeia de valor.

1.3 Abordagem Metodológica

O presente estudo começou com uma pesquisa acerca do tema em livros recentes nomeadamente sobre o *Lean*, a MC e uma ferramenta o Mapa de Fluxo de Valor mais conhecida como VSM. Posteriormente foi feita uma pesquisa na base de dados *B-on* e as palavras-chave utilizadas para iniciar a pesquisa foram, *Value Stream Mapping*, *Industry*, *Lean* e *Continuous Improvement* e recorrendo a expansores de procura de texto integral e assuntos equivalentes obteve-se um resultado de 5819 artigos. Após se aplicarem alguns critérios de restrição, excluíram-se 5732 artigos e este trabalho partiu de uma análise aprofundada de 87 artigos, dos quais 72 artigos de estudo de caso, 8 artigos de revisão da literatura e 7 artigos teóricos.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente trabalho foi estruturado começando por uma introdução, que foca o enquadramento, objetivos traçados, metodologia utilizada e estrutura do trabalho. Num segundo ponto foi abordado o estado da arte ao nível das ferramentas e metodologias *Lean* e de MC, a partir de artigos de revisão e teóricos e nomeadamente através de artigos de casos de estudo. No ponto seguinte desenvolveu-se em pormenor a metodologia seguida. Num outro ponto caracterizaram-se os artigos, abordando, a quantidade por data de publicação, a publicação e editora, a manufatura e atividade e a origem dos artigos. Posteriormente realizou-se a análise e discussão de resultados onde se fez uma análise repartida em seis pontos. Um primeiro em que se abordaram as barreiras e fatores críticos de sucesso, um segundo abordou a importância do VSM. Num terceiro ponto abordou-se a derivação do VSM em novas ferramentas, seguiu-se a integração com outras ferramentas e metodologias *Lean* e de MC, num outro ponto fez-se referência ao uso de novas tecnologias e software e por fim foram abordados os resultados alcançados com a implementação do VSM. Após este capítulo surgiram as conclusões e por último as sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Ferramentas e Metodologias *Lean* e de Melhoria Contínua

O VSM é uma ferramenta estratégica, um mapeamento de processos, que considera o fluxo de trabalho de um produto desde o início, desde a chegada da matéria-prima até ao resultado final a entregar ao cliente. Esta ferramenta é uma representação gráfica dos fluxos e processos como podemos visualizar na figura 1, o exemplo de um mapa de fluxo de valor:

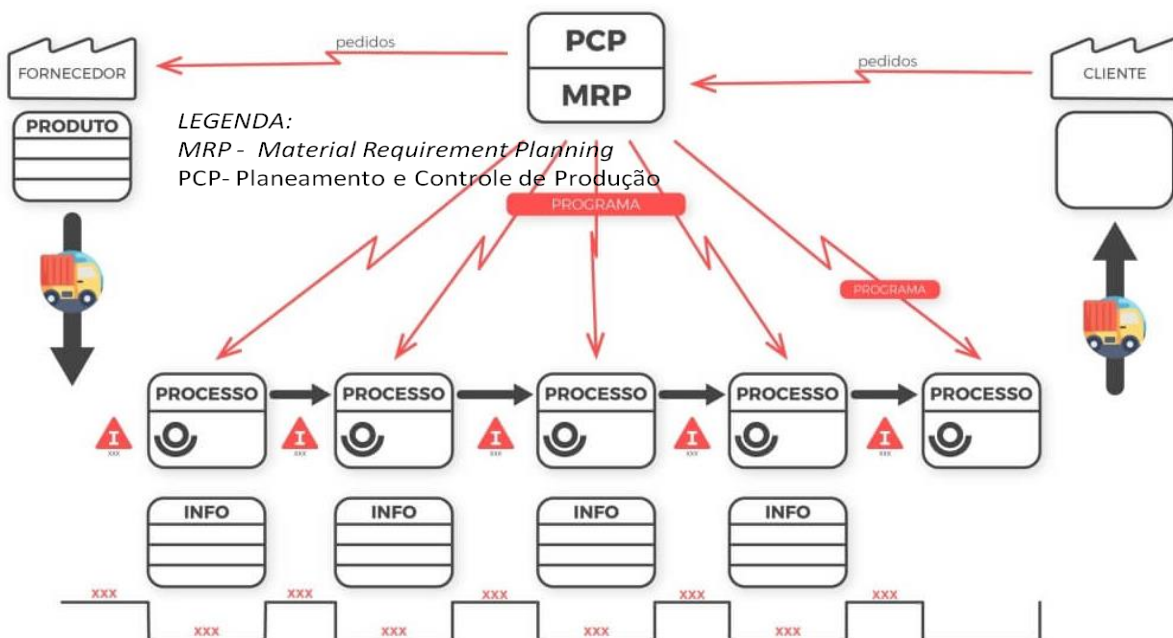


Figura 1: Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor ou VSM

Fonte: (Ecoprod, 2019)

Por vezes acontece tomar-se a decisão de investir numa nova tecnologia ou mudar drasticamente um processo sem que para tal se tenha feito um estudo prévio. O resultado, na maior parte das vezes, é ter as expectativas defraudadas, uma vez que a mudança pode não gerar lucro ou redução de tempo esperados. É fundamental mudar processos para se manter competitiva, mas, também é fundamental planear corretamente essas ações. De acordo com

Pinto (2014) os processos mapeados são classificados de três formas, os que efetivamente geram valor, os que não geram valor, mas são importantes para a manutenção da qualidade e os que não geram valor e nem servem de manutenção da qualidade, portanto devem ser evitados ou eliminados. As vantagens do VSM passam por permitir a visão de todo processo de um produto, quantidade de mão de obra utilizada, tempo de produção, tempo entre as tarefas, transporte de matéria-prima e do produto final, entre outras. Permite visualizar pontos de melhoria claros, que vão trazer valor ao cliente, como redução no tempo de produção e de entrega e melhoria na qualidade final, ficando também mais claro perceber onde é possível diminuir ou eliminar fontes de desperdícios (coisas que não agregam valor). Outra das vantagens do VSM reside no facto das mudanças serem realizadas sabendo de antemão o resultado esperado, sendo assim as mudanças serão assertivas e conseqüentemente mais lucrativas (Martin & Osterling, 2014). Evidentemente que as vantagens acontecem quando a metodologia é devidamente implementada, caso contrário os resultados não serão os esperados. A metodologia VSM começa com a elaboração gráfica do processo produtivo, podendo ser efetuada por observação visual e recorrendo a ferramentas informáticas ou manualmente em papel. Após a observação desse mapa avalia-se o processo, com o objetivo de eliminar desperdícios de qualquer tipo, definem-se os pontos de melhoria, quantificam-se metas em relação por exemplo a tempos de setup, tempo de ciclo, turnos, capacidade instalada e cria-se um novo mapa com as alterações sugeridas, o chamado mapa de fluxo futuro. Na elaboração de um mapa VSM parte-se do princípio que foi adotada uma filosofia de MC, como o *Kaizen* (Gutiérrez-Sánchez & Guillén-Guzmán, 2022; Martin & Osterling, 2014). Consoante a área onde se pretende atuar usam-se ferramentas complementares como o *Single Minute Exchange of Die* (SMED), o *Kanban*, o *Just-in-time* (JIT) entre outras ferramentas associadas à filosofia *Kaizen*.

A metodologia *Kaizen* é uma filosofia originária do Japão, visa a tomada de medidas que melhorem os processos, produtos e qualidade, em que toda a estrutura organizacional deve ser envolvida, garantindo a MC e ajudando também na redução de desperdícios. Pode ser implementada em diferentes setores de atividade (Lawrence, 2020).

A ferramenta SMED pretende reduzir os tempos de setup dos equipamentos. Através da análise detalhada de um processo separam-se as operações externas das internas. Sendo as operações internas as que só podem ser realizadas com o equipamento parado e as externas podem decorrer durante o funcionamento do mesmo. Desta forma as intervenções nos equipamentos podem ser realizadas de forma a causar um menor impacto no tempo gasto no

setup. Já o sistema *Kanban* permite de forma visual e simples controlar o fluxo de materiais para a produção ou transporte em ambiente industrial através de um conjunto avançado de princípios e práticas combinadas com artefactos. O conceito JIT traduz-se no facto de que a produção deve ser baseada nos pedidos do cliente, em vez da prática padrão de produzir certas quantidades de mercadorias e disponibiliza-las ao mercado (J. D. Carvalho, 2022).

O Diagrama de Pareto é um método que é não mais que a regra de Pareto 80/20, é uma ferramenta de análise que estabelece que 80% das consequências têm origem em apenas 20% das causas, sendo aplicada em várias áreas, esta técnica ajuda a determinar e priorizar as tarefas mais impactantes, aumentando a produtividade (Guzel & Asiabi, 2022).

A metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) está associada ao movimento Six Sigma. Este método mistura as características das metodologias A3 (Relatório numa folha de papel A3) e PDCA (Planear, Definir, Controlar e Analisar) embora de forma mais elaborada. A vantagem desta metodologia reside na forma como é feita a análise na fase de planeamento, o detalhe e decomposição do problema. Permite a resolução de problemas nos processos de forma mais detalhada através de cinco etapas principais, definir, medir, analisar, melhorar e controlar (J. D. Carvalho, 2021). Segundo Pinto (2014) a metodologia Six Sigma utiliza o ciclo DMAIC com o objetivo principal de obter um número de defeitos inferior a 3,4 por cada milhão de produtos. Esta metodologia com o uso das técnicas referidas pretende uniformizar processos, evitando que ocorram falhas. Ajuda na redução de desperdícios e custos, melhorando os resultados e a satisfação de clientes.

A ferramenta 5S é muito utilizada para que os locais de trabalho se tornem mais seguros e eficientes. Permite melhorar diversos pontos de uma empresa, como a organização, limpeza e padronização. As 5 fases passam pela ordenação, organização, limpeza, padronização e disciplina. Tudo isto para melhorar a produtividade, segurança, qualidade dos produtos produzidos, bem como o ambiente de trabalho. Elimina o desperdício associado à procura dos objetos ou materiais tornando o ambiente mais calmo, mais confortável para as pessoas e, conseqüentemente, permite que estas se foquem no que é importante (J. D. Carvalho, 2022). O *Visual Management* considera-se a base de várias ferramentas do *Lean*, como os 5S por exemplo. Permite que os trabalhadores possam gerir o seu próprio ambiente de trabalho, porque torna as informações mais objetivas, lógicas e intuitivas para todos os que têm acesso a elas. As instruções são transmitidas através de sinais visuais, como os painéis

informativos e as delimitações de espaço fáceis de serem compreendidas por todos (Bicheno & Holweg, 2016).

Algumas técnicas consideram-se fáceis de implementar, uma vez que não exigem muita formação. A técnica dos 5 Porquês serve para resolver pequenos problemas. Esta técnica consiste em perguntar 5 vezes seguidas de maneira a identificar a causa de determinado problema. Tem a particularidade de quando é utilizada por quem conhece bem o processo, torna-se mais fácil chegar à raiz de um problema. Uma outra metodologia o *Poka-Yoke*, não se traduz em mais do que evitar erros, defeitos, incidentes ou acidentes através de dispositivos simples, sobretudo com a ajuda de sistemas eletrónicos e de informação já bem presentes na indústria. Os Diagramas de Espinha de Peixe ou *Ishikawa* ajudam a esquematizar as causas possíveis para um problema. O método do Diagrama de Esparguete consiste em traçar linhas com os movimentos e deslocações de um posto de trabalho ou em determinada área, permitindo visualizar e analisar a quantidade de movimentos num determinado período de tempo (Guzel & Asiabi, 2022). Com ele torna-se possível melhorar a localização dos equipamentos, mudar procedimentos e definir as normas de trabalho de forma mais eficiente. Um outro método *Heijunka* passa pelo nivelamento da produção e fluidez da produção independentemente da sua variabilidade. Simplificando não é mais do que pegar num plano de produção e agrupar os pedidos, produzindo as quantidades totais de cada produto de cada vez, em lugar de produzir pequenas quantidades de cada um dos produtos pela ordem de pedidos e várias vezes em pouco tempo. Outro aspeto é que facilita também o abastecimento de materiais interna e externamente (J. D. Carvalho, 2022).

O *Gemba Walks* parte da liderança de topo, sejam gestores, supervisores, engenheiros, devem deslocar-se à zona de produção, observar e compreender todos os processos. Através destas deslocações frequentes, torna-se possível identificar as causas dos problemas, estabelecendo uma boa comunicação com os operários, questionando-os e podendo assim corrigir erros no momento (Liu et al., 2020).

O *Standard Work*, tem como foco eliminar as variações que existem nos processos. Serve também para diminuir o tempo de ciclo (Guzel & Asiabi, 2022). Padroniza documentos, a execução de tarefas e movimentações necessárias. O método *Standard Work* consiste essencialmente em normalizar tempos de ciclo, padronizar tarefas repetitivas. Também ajuda na competitividade uma vez que melhora o processo produtivo (M. B. Kumar et al., 2021).

2.2 Artigos de Revisão e Teóricos

Schulze e Dallasega (2023) através de uma revisão sistemática da literatura, pretenderam criar uma estrutura que listasse e categorizasse as barreiras na implementação *Lean*: organização, gestão, conhecimento, cultura, finanças, cliente entre outros. Os resultados deste artigo podem apoiar empresas ETO (*Engineer-to-Order*) a avaliar a implementação de certas metodologias *Lean*. As barreiras encontradas em relação à organização e cultura passaram pela falta de cultura organizacional no suporte à implementação *Lean* assim como a falta de envolvimento de todos os funcionários. O pouco conhecimento da matéria e a falta de treino na implementação da metodologia *Lean* foi apontado como uma barreira. Em termos financeiros, a falta de recursos e não existir a percepção dos benefícios da implementação *Lean*. Outra dificuldade apresentada diz respeito à falta de padronização e adaptabilidade da metodologia *Lean* perante diferentes ambientes de produção. Os autores ao proporem uma estrutura que identifica as barreiras assumiram que esta pode servir de ponto de partida ao desenvolvimento de diretrizes práticas para facilitar e avaliar a implementação de determinadas metodologias *Lean*. Também através de investigações empíricas se podem segundo os autores, validar as barreiras encontradas, criando um roteiro para uma implementação *Lean* bem-sucedida para empresas na indústria de ETO, definindo estratégias e práticas que permitam reduzir as barreiras de implementação *Lean* existentes, desenvolvendo novas ferramentas e metodologias para superar as barreiras de implementação e por último investigar como as novas tecnologias e conceitos da Indústria 4.0 podem contribuir para superar as barreiras.

Lucantoni et al. (2022) pretenderam analisar a combinação das práticas da Indústria 4.0 e da Produção *Lean* por meio de uma revisão sistemática da literatura sob a perspectiva da Automação *Lean*. Os resultados destacaram a Análise de *Big Data* e o VSM como as técnicas mais comuns, realçaram uma tendência crescente para novas publicações sobre o assunto, apesar desta tendência não se identificaram muitas aplicações práticas na literatura, destacando seis lacunas na correlação das práticas de automação *Lean*.

Urban e Tochwin (2022) realizaram um estudo em que visavam identificar os fatores mais importantes para determinar o sucesso da implementação *Lean* nas organizações. Toda a metodologia *Lean*, os métodos de gestão de qualidade total ou outros e utilizados em conjunto fazem parte de toda uma família de sistemas de melhoria contínua de processos, sendo os seus critérios de sucesso muito semelhantes. Foi elaborado um mapa da rede bibliométrico que identificou vários fatores críticos de sucesso na implementação do sistema *Lean*. O primeiro

foi o envolvimento do gestor em iniciativas *Lean*. O segundo passou por tratar o *Lean* como um componente estratégico. Terceiro a luta real pelo desempenho operacional. Um quarto foi a abordagem específica da indústria. Outro fator identificado foi a construção intencional da Cultura *Lean* dentro da organização. Um outro fator foi a introdução e colocação em prática a implementação das ferramentas *Lean*. O estudo deixou patente a importância da pesquisa específica da indústria para a implementação do *Lean*, os estudos focados na indústria de manufatura, que inicialmente criaram o conceito *Lean*, passaram a ser residuais. Na prática este estudo forneceu um guia prático sobre o que os gestores precisam de ter em conta ao liderar uma transformação *Lean* e considerar os fatores gerais e operacionais para a implementação das diversas ferramentas *Lean*. Este artigo refere também que a melhor prática na transformação *Lean* é começar por implementar o VSM para se conhecerem detalhadamente os processos em cada etapa, identificando os que são efetivamente importantes e necessários para entregar valor do início ao fim, bem como a partir do qual, se torna possível identificar eventuais desperdícios nos processos mapeados. Consideram que assim seja possível obter maior eficiência devido à visualização sistemática e análise de gargalos nos processos, permitindo que recursos materiais e humanos sejam usados eficientemente.

Lee et al. (2021) num artigo de revisão mais virado para a sustentabilidade referiram que esta ferramenta também pode ser muito útil quando direcionada para a sustentabilidade, havendo necessidade de novos indicadores para melhorar a compreensão do processo de seleção dos mesmos na implementação do VSM. Consideraram ser necessários mais estudos comparativos e de diversas áreas através de pesquisas e metodologias conceituais em prol do desenvolvimento sustentável do fluxo de valor. Em termos práticos os resultados demonstraram que as métricas aplicadas em estudos de ponta ajudam os profissionais a entender o processo de seleção de indicadores na implementação do VSM orientado para a sustentabilidade.

Luz et al. (2021) através de uma revisão sistemática da literatura, avaliaram o nível de integração dos métodos estocásticos na análise do fluxo de valor e identifica os que são mais amplamente utilizados para lidar com incertezas na análise do fluxo de valor. Os resultados indicaram que a aplicação dos métodos estocásticos existentes na análise do fluxo de valor ainda não está suficientemente desenvolvida, não é sistematicamente integrada e os poucos estudos que consideram a estocasticidade dos fluxos de valor não têm em conta o efeito que as fontes de incerteza provocam umas nas outras. Na implementação tradicional do fluxo de

valor, nem sempre se considera a variabilidade inerente dos processos, reforçando melhorias que podem não levar a resultados significativos. Nesse sentido, as incertezas associadas aos fluxos de valor tornam-se um problema que pode ser contornado com a integração de métodos estocásticos.

Kolos (2020) realizou uma pesquisa cujo objetivo passou por justificar a lista de fatores que influenciam o fluxo de valor no contexto da gestão *Lean* de uma empresa. O conjunto de componentes interligados do fluxo de valor é composto por fluxo de materiais, fluxo de caixa, fluxo humano e fluxo de informações. O fluxo humano considerou-se ser prioritário uma vez que proporciona a transformação do fluxo de materiais com a consequente geração de fluxo de caixa e ao mesmo tempo reforça as mudanças em todos os outros componentes através do fluxo de informações. Para a identificação da influência dos fluxos no valor agregado, não agregado e não agregado, mas necessário o autor utilizou Diagramas de *Ishikawa*, o *VSM*, os 5 Porquês, o *JIT*, *Heijunka*, o *Visual Management* e o *Kaizen*. O detalhe da influência no fluxo de valor irá permitir aos gestores melhorar a eficiência, distribuição e uso racional dos recursos bem como um sistema focado na criação de valor. A condição necessária para garantir o resultado desejado será usar a metodologia *Lean* na gestão e justificar os fatores de influência no fluxo de valor.

Fukuzawa (2020) estudou o principal papel e função do *VSM* na gestão de operações. Considerou que o uso de ferramentas facilmente compreensíveis como o *kanban*, são usadas como um atalho na implementação *Lean*, a contribuição do *VSM* foi lembrar a importância de olhar para o fluxo de valor, identificando os seus gargalos e resolvendo-os. Foi referido que os estudos realizados até à data validaram o *VSM* como uma ferramenta eficaz na redução de prazos de entrega, na melhoria dos tempos de agregação de valor, na redução de desperdícios nos diversos departamentos e em atividades específicas alterou a visão tradicional em que se aplicava por exemplo o *Kaizen* usando o *VSM* para melhorar determinada ineficiência mas deixava de fora atividades como as vendas, a logística, as compras ou mesmo o desenvolvimento do produto, demonstrando a importância do *VSM* na visão do fluxo de valor. Em suma o autor refere que o *VSM* na maior parte dos estudos anteriormente realizados foi utilizado como uma ferramenta de otimização parcial, mais usada na produção, considerando que o *VSM* permite que ao focar todos os fluxos ao longo da cadeia de valor se promova a otimização geral contribuindo assim para o valor final a entregar ao cliente. Foi sugerido que em pesquisas futuras haja uma visão abrangente das atividades de criação de

valor com recursos necessários e a colaboração de todos os departamentos e intervenientes para que através desta coordenação se alcance a otimização geral.

Santos et al. (2019) numa revisão de literatura avaliaram as principais barreiras e direções a seguir na implementação do VSM tendo em conta os aspetos ambientais. O trabalho foi desenvolvido com ajuda de especialistas em VSM e foram identificadas as barreiras mais importantes, por um lado a dificuldade em capturar todas as informações de diferentes produtos em um único VSM, por outro lado a dificuldade de comparação da metodologia Sus-VSM em diferentes sistemas de manufatura, em diferentes contextos e ainda a falta de algumas informações críticas relacionadas com aspetos ambientais (água, energia, resíduos sólidos entre outros). No que concerne às direções a ter em conta foram destacadas a importância de um método de trabalho bem definido e métodos de construção do mapa propriamente dito garantindo que a sua execução seja rápida para todos os intervenientes.

Rafique et al. (2019) numa revisão da literatura analisaram a implementação *Lean*. Pretenderam verificar se todas as abordagens de implementação *Lean* podem ser combinadas com tecnologias de identificação por radiofrequência e propuseram uma abordagem com metodologias, ferramentas e etapas. No que diz respeito ao VSM para a implementação *Lean* foi considerado ser uma ferramenta extremamente útil para efetuar um estudo aprofundado de todas as operações a decorrer e identificar os desperdícios. Ficou sublinhada a utilidade para académicos, engenheiros, gestores, especialistas e iniciantes das práticas *Lean* e tecnológicas. Ficou patente que o poder de ser visualizado a situação inicial versus a final e a simulação de resultados antes da implementação efetiva são um fator decisivo na tomada de decisões e investimentos perante as chefias. Este artigo deixa também o registo da necessidade de transformação de mentalidades, de conhecimento e compreensão das ferramentas por parte de quem as implementa, em que deve existir planeamento, bem como estratégias adequadas de implementação, considerando que a revisão da literatura na obtenção desse conhecimento seja fundamental.

Um dos artigos de revisão encontrado e amplamente citado pelos seus pares com uma abordagem sobre o VSM realizado por Romero e Arce (2017) comprovou que esta ferramenta, ajuda a reduzir todo o tipo de desperdícios e está em franco crescimento pelo mundo fora. A partilha dos resultados positivos da implementação desta ferramenta deve ser promovida para que possa ser adaptada a outros setores e ambientes nomeadamente onde os resultados possam ainda não ser evidentes. O VSM demonstrou ser capaz de melhorar a visibilidade do fluxo de valor e o desempenho dos fabricantes apesar de terem existido

trabalhos em que o VSM não foi utilizado adequadamente, por falta de preparação de quem a implementa. O estudo realizado revelou que na Europa era onde existiam mais pesquisas sobre o VSM, sendo que a Ásia foi a região que impulsionou o seu desenvolvimento no que diz respeito à evolução de métodos e simulação. Também ficou patente o desenvolvimento das variantes desta ferramenta para fazer face aos desafios de mercado, uma vez que é uma ferramenta versátil, que se adapta a diferentes ambientes de produção.

Shou et al. (2017) num artigo de revisão, também muito citado pelos pares, abordaram o desenvolvimento do VSM em cinco setores, incluindo manufatura, assistência médica, construção, desenvolvimento de produtos e setores de serviços. Para o presente trabalho foi tida em conta a abordagem que diz respeito à manufatura e em relação à qual os autores referem ser o setor em que a implementação do VSM estava mais desenvolvida. Os resultados apresentados frisaram que os processos analisados na manufatura foram dominados pela redução do *lead time* e sempre na perspetiva de aumentar a eficiência do processo em causa, fazendo passar a ideia de que o VSM é uma ferramenta apenas para visualizar o valor e o desperdício nos processos, em vez de uma filosofia de melhoria de todo o sistema mais abrangente. Foi referido que seriam necessários mais estudos focados na redução de defeitos dos produtos de forma a melhorarem a eficácia e melhorarem o processo no seu todo.

Andreadis, Garza-Reyes e Kumar (2017) investigaram os procedimentos para colocar em prática o VSM como parte da filosofia *Lean* e a relação com outras ferramentas. Os resultados deste estudo sugerem que as vantagens como a redução do *lead time*, aumento da produtividade, redução do tempo de ciclo e redução de stock podem ser alcançados apenas implementando o VSM. Segundo os autores este trabalho preenche uma lacuna de pesquisa e amplia o conhecimento ao explorar a ligação da implementação do VSM com a manufatura *Lean*, como sendo uma ferramenta essencial para identificar resíduos. Na medida em que se investigou a posição que o VSM normalmente assume na hierarquia de prazos da implementação *Lean*, ao ajudar a entender a complexidade da implementação do VSM em termos de facilidade e tempo gasto para treino, formação quando comparado a outras ferramentas *Lean* como TPM (*Total Productive Maintenance* – Manutenção Produtiva Total), JIT e *Jidoka*. Na definição dos fatores críticos de sucesso e barreiras para a implementação do VSM e ao fornecer uma estrutura conceitual que aumente a compreensão e apoie a implementação do VSM. Para os autores o seu contributo foi benéfico para os gestores de manufatura que visam implantar efetivamente o VSM nas suas organizações, incentivando-os com evidências, ainda que este trabalho se concentre nos aspetos de gestão, aconselham a que

se investigue e definam pontos de melhoria e que devam ser treinados para que o sucesso de implementação do VSM seja ainda mais bem-sucedido.

Netland (2016) investigou como as variáveis de contingência influenciam o que os profissionais veem como fatores críticos de sucesso na implementação do *Lean*. Resumidamente o sucesso na implementação *Lean* depende do grau de comprometimento e envolvimento dos gestores, liderando e promovendo conhecimento e formação de forma contínua a todos os funcionários, criando rotinas de implementação sistemáticas. O autor refere o VSM como uma ferramenta auxiliar importante na implementação *Lean*.

Belekoukias, Garza-Reyes e Kumar (2014) num artigo abordaram a investigação do impacto de cinco metodologias *Lean* essenciais, JIT, Automação, *Kaizen*, TPM e o VSM. No que diz respeito ao VSM o artigo reforçou a ideia de que se for feita uma análise VSM incorreta sob o ponto de vista dos processos e desperdícios, consequentemente as prioridades selecionadas bem como as ferramentas *Lean* a utilizar não serão as adequadas prejudicando a sustentabilidade da estratégia *Lean*. Neste estudo o VSM foi visto como uma ferramenta aplicada mais a nível operacional, físico e de processos que não têm em conta aspetos sócio-técnicos tornando difícil demonstrar a eficácia do mesmo perante os gestores. O artigo deixou patente de que a experiência prática dos autores e a literatura existente contraria o resultado do estudo por eles realizado, uma vez que estes acreditam na eficácia do VSM, pelo que sugeriram novos estudos para o comprovar.

Um artigo de Forno et al. (2014) teve como objetivo investigar as principais dificuldades e limitações encontradas durante a construção de mapas do estado atual, fazer a análise das causas associadas e apontar diretrizes para facilitar o uso do VSM para mapear processos. Este trabalho identificou oportunidades futuras para a implementação do VSM, nomeadamente ao nível do aumento da produtividade e confiabilidade desta ferramenta *Lean*. A maior dificuldade encontrada foi compreender e classificar os problemas identificados nos estudos pesquisados pelos autores, pois nem sempre foram apresentados de forma clara, falando uns na importância da ferramenta e outros apresentando seus resultados, porém poucos apresentavam as dificuldades na implementação do VSM. Com o desenvolvimento de novas tecnologias ao nível da medição de dados, da rastreabilidade de procedimentos de medição, de medição de distâncias em tempo real tornou-se mais fácil padronizar e normalizar a medição de dados permitindo a construção de mapas mais confiáveis, de forma mais célere e com decisões mais acertadas na definição dos mapas futuros. Em suma a facilitação do processo de medição de dados passou a permitir que a implementação VSM

possa ser feita frequentemente tornando esta ferramenta muito mais útil em processos de MC permitindo inclusive a adoção de métodos estatísticos para monitorizar o desempenho dos processos bem como os resultados dos mapas futuros.

2.3 Artigos de Estudo de Caso

Ebrahimi, Khakpour e Saghiri (2023) num artigo analisado recomendaram um método passo a passo, chamado de mapeamento de fluxo de configuração sustentável (3SM), para melhorar o tempo de configuração de produção e o impacto na sustentabilidade. Integra o VSM com o SMED originando uma nova ferramenta a 3SM. Apresentou uma nova ideia e ajustou o VSM para o usar no 3SM. Na abordagem VSM convencional, o tempo é dividido em valor agregado e sem valor agregado, onde as práticas *Lean* são usadas para eliminar o tempo sem valor agregado e otimizar o tempo com valor agregado. No 3SM, embora todo o tempo de configuração não agregue valor, ele é dividido em tempo de configuração interno (IST) e tempo de configuração externo (EST) para identificar estratégias de melhoria e assim converter IST em EST e simplificar ambos. O VSM nos níveis de atividade e tarefa da configuração ajuda a detetar outras oportunidades de melhoria, que não se observam utilizando o SMED isoladamente. O 3SM recomenda uma lista de critérios de sustentabilidade para avaliar os impactos de configuração, antes e depois das melhorias de configuração. O mapeamento dos processos de fabricação, feito pelo VSM, ajuda o 3SM a avaliar os impactos de sustentabilidade das operações de configuração noutros processos de fabricação relevantes e a fazer os ajustes, se necessário. Os resultados comprovaram que o método é praticável. Foram revelados detalhes de atividades ou tarefas de configuração e medições de critérios de sustentabilidade em termos de critérios ambientais, sociais e económicos. O estudo de caso relatou melhorias consideráveis em termos de tempo de configuração, bem como nos critérios de sustentabilidade. Essas melhorias traduziram-se numa redução de 85,7% no tempo de setup. A combinação de ferramentas reduziu o tempo total de setup (IST+EST) de 979 minutos para 661 minutos, sendo que 643 minutos deste (661 minutos) foram retirados e apenas 18 minutos permaneceram como tempo de setup interno. No que concerne a melhorias sustentáveis, reduziu-se em 20% o consumo de energia. Também houve redução de inventário, 506 peças, redução de desperdícios de 99% num determinado setup e foi conseguida uma poupança de 255 240 dólares no conjunto de 60 setups anuais. Também indicaram ter sido complexo alcançar uma melhoria adequada do tempo de configuração e critérios de sustentabilidade em toda a fábrica.

Kostiuk (2022) pretendeu determinar o impacto dos processos de qualidade no ambiente de produção no valor agregado do processo e valor agregado para os clientes. Criar um Mapa do Fluxo de Valor atual identificando as principais operações de produção, nas quais a qualidade mais contribui para a criação de valor agregado. Deu origem a uma outra ferramenta, o QVSM (*Quality Value Stream Mapping*). Para a elaboração do VSM foi utilizado o Software *LucidChart*. Em termos de resultados salientou uma diferença entre o valor agregado calculado e o valor calculado para o cliente ao usar o modelo VSM. A empresa analisada não deu muita ênfase às atividades relacionadas com a qualidade, o que confirmou o facto de que as PMEs subestimam a importância das mesmas em comparação com as grandes empresas de manufatura. Salientou que otimizar e inovar atividades qualitativas do processo de produção pode agregar valor a outras atividades ou a operações geradoras de valor, mas a operação de qualidade da Inspeção em si não gera valor agregado para o cliente. Em suma argumentou-se que as operações de qualidade no processo produtivo contribuíram indiretamente para a geração de valor agregado para o cliente dentro do processo. No que diz respeito a barreiras encontradas no estudo em causa passou pelo facto das empresas não divulgarem dados sobre problemas de qualidade ou processo produtivo defeituoso, pois os dados relacionados ao número de reclamações e má qualidade dos produtos fabricados podem afetar negativamente a reputação da empresa e em termos de concorrência a qualidade é um dos fatores decisivos na compra de bens ou serviços.

Frick e Metternich (2022) realizaram um estudo de caso que teve como objetivos fornecer uma estrutura para o *Digital Value Stream Twin* (DVST) e elaborar requisitos para a implementação de um DVST na prática, visando melhorar os processos, reduzir o desperdício e criar um fluxo de produto completo. Apesar de ter muitos benefícios, o VSM também apresenta desvantagens em relação aos ambientes dinâmicos de produção modernos. Não fornece as informações confiáveis para um Projeto de Fluxo de Valor (VSD) realista seguido por atividades de melhoria direcionadas. Como resultado, o VSM geralmente está sujeito a incertezas e depende de conhecimento especializado. A digitalização, por outro lado, levará a uma disponibilidade crescente de dados de produção. O uso de dados tem o potencial de apoiar o VSM na preparação de dados direcionados. Nesse sentido, o conceito de *Digital Twin* (DT) tem a capacidade de fornecer o banco de dados necessário, para coletar e condensar sistematicamente esses dados. Como resultado os requisitos para o DVST identificados forneceram uma base de aplicação geral baseada em artigos escritos sobre o uso de *Digital Twin* em ambientes de produção. Para verificar esses requisitos, deverão ser

consultados especialistas industriais, os quais devem integrar pesquisas futuras para criar um perfil de requisitos holístico para o DVST. Depois da estrutura finalizada por especialistas industriais, o DVST deverá ser implementado na prática industrial, continuamente aprimorado e validado.

Num estudo efetuado por *Matope, Chirinda e Sarema (2022)* pretendeu-se identificar o excesso de entrada de matéria-prima e atividades que não agregavam valor na linha de produção, determinar a capacidade atual da fábrica, determinar a utilização da capacidade da fábrica e implementar melhorias na linha de produção para aumentar a produtividade. Referiram que as empresas da indústria automóvel se encontram em forte competição por clientes devido à globalização e ao avanço tecnológico, tornando-se difícil produzir exatamente o que o cliente valoriza com o menor custo de produção. O estudo foi feito para que a empresa pudesse aumentar a eficiência do processo de produção. O resultado obtido foi o aumento de produtividade de 50% com a adição de mais uma estação de trabalho e mais um operador na estação de acabamento superficial. Passou de 8 para 12 unidades produzidas por turno. De modo a contornar a dificuldade de partir de um pressuposto fidedigno em termos de registo de dados, os operadores foram informados de que os estudos de tempo eram para o aprimoramento de seu trabalho e melhoria dos processos. Sendo que o mapeamento foi feito com recurso a vídeos, os operadores foram orientados a não ficarem nervosos, e a trabalhar normalmente, como fariam no desempenho de suas tarefas diárias. Sempre que fossem detetadas incongruências o processo de análise e registo era repetido.

Landeghem e Cottyn (2022) efetuaram um estudo onde pretenderam oferecer uma contribuição significativa aos profissionais sobre como usar o VSM sobretudo na construção do mapa futuro. Como adaptar os sistemas de planeamento de acordo com cada reconfiguração do fluxo de material. Este artigo utilizou a ferramenta VSM para acomodar o novo desenho da construção das práticas *Lean* (PPC), para a adaptar às mudanças no fluxo de material e à melhoria contínua. Adaptou o modelo hierárquico PPC para que a variedade dos métodos PPC do tipo PULL pudesse ser comparado aos métodos PUSH. Propuseram novas extensões ilustradas para a ferramenta VSM, novos símbolos de processo, novos símbolos de controlo de fluxo e um novo conjunto de 9 questões de redesenho para apoiar a criação de mapas futuros. No estudo foi tido em conta a integração do VSM com outras ferramentas ou metodologias como o *Kanban*, *Heijunka*, *Visual Management* e todos os sistemas de gestão *Lean* que fazem parte do Sistema Push e Pull como o MRP (*Material Requirements Planning*) e o FIFO (*First In First Out*).

Wang, Rahardjo e Rovira (2022) num estudo propuseram um modelo de melhoria baseado em DMAIC com VSM 4.0 para melhorar o design numa estação de separação com uma abordagem centrada no ser humano. Integraram também diferentes metodologias como os 5 Porquês e 5S. O resultado conseguido foi a taxa de rendimento ser melhorada de 98% para 100% e a economia direta do projeto foi de 3180 euros. Permitiu à empresa gerar espaço disponível nas linhas de montagem, aumentando a capacidade de montagem de mais unidades e, claro, a produtividade. As capacidades de planeamento e entrosamento dos funcionários foram aprimoradas, as reclamações de qualidade, custos e prazos de entrega foram reduzidas.

Um outro caso de estudo elaborado por Ahmad, Amin e Mustafá (2022) teve como objetivo identificar e avaliar a causa raiz do desperdício através de uma metodologia, o *VSM-Lean Thinking* (VSM-LT) ou seja pretendeu demonstrar uma versão melhorada do VSM. O *Lean Thinking* abarca metodologias como o JIT, SMED, *Kanban*, MUDA (Conceito de desperdício) e *Gemba Walks*. O modelo proposto foi considerado significativamente benéfico para os profissionais que fazem uso do VSM para melhorar a análise e avaliação do mapeamento no estado atual e para identificar soluções mais sustentáveis para seus problemas operacionais na indústria. A construção do mapeamento foi feita com uma abordagem lógica, onde se depende muito do grau de conhecimento e das experiências dos membros da equipe do projeto para mapear a relação dos problemas com a identificação das causas raiz. A integração do trabalho de simulação no processo de avaliação FSM (*Futur Stream Mapping*) foi considerada um elemento significativo para apoiar a avaliação da variedade de opções de solução. O processo de mapeamento correto dos problemas segundo os autores levará à identificação das causas raiz corretas, assim, com as estratégias de solução corretas podem eliminar múltiplos desperdícios.

Guzel e Asiabi (2022) num estudo procuraram aferir a possibilidade de incremento da produção, aplicando técnicas *Lean* numa empresa onde a instrução dos trabalhadores é reduzida. Generalizar a produção *Lean* em PMEs (Pequenas e Médias Empresas) e mostrar que ela não depende da escala e do trabalho realizado. Utilizaram como ferramentas e metodologias o Diagrama de *Pareto*, o *Kaizen*, o 5S e o *Standard Work* tendo por base o VSM. O resultado do estudo demonstrou a diminuição nos tempos do processo produtivo e no número de defeitos de qualidade, e ao final de um ano, observou-se uma redução de 29% na mão-de-obra total. Na etapa seguinte, o trabalho foi dividido em pequenos lotes para atingir o objetivo principal da produção *Lean*, e alcançou-se um fluxo de peça única e assim foi obtida uma melhoria de 65% nos tempos de espera. Em suma os resultados gerais, as práticas de

produção *Lean* foram implementadas e os tempos de mão-de-obra anuais foram melhorados em 29%. No que diz respeito a dificuldades encontradas, a coleta de dados corretos dos funcionários e oposição dos funcionários à mudança. Neste estudo, não foram utilizadas todas as técnicas de manufatura *Lean*. A aplicação de técnicas de produção *Lean* não tem sido aplicada em detalhe nas PMEs devido a restrições financeiras e de recursos humanos, os proprietários e diretores de empresas que não aplicam técnicas de produção *Lean* acham que esses métodos não são adequados para sua escala e trabalho, com este trabalho demonstraram precisamente o contrário.

Ramani e Lingan (2022) num estudo pretenderam discutir a aplicação das técnicas *Lean* usando o VSM para reduzir o custo e melhorar a produtividade. Concluíram que a partir da ferramenta VSM foi conseguida a eliminação de desperdícios na qual resultou uma economia de tempo de cerca de 30% na atividade geral. O que permitiu um processo com menores custos, mais qualidade e rapidez, respondendo às exigências do cliente em termos de custos, prazos e qualidade. Os autores referiram a necessidade de adicionar mais informações em termos de recursos, restrições no local de trabalho para se obterem melhores resultados no processo de produção *Lean*.

Num estudo *Poswa, Adenuga e Mpofu (2022)* utilizaram um simulador de VSM uma vez que este permite uma visualização mais dinâmica do processo. Referiram que para atividades mais dinâmicas e complexas é necessário o uso de simuladores, ferramentas informáticas de apoio, neste caso integrou-se uma ferramenta de apoio, o Gráfico *Yazumi* e os dados foram simulados usando *AnyLogic Discrete Event Simulation (DES)* e parâmetros VSM manuais. Foi demonstrada a necessidade de MC do processo para reduzir o tempo de ciclo para ser produtivo e competitivo. Com o simulador no VSM, onde foi realizado um teste imediato usando os mesmos parâmetros do VSM e assim o NVA (o que não acrescenta valor) imprevisto durante o estudo apareceu automaticamente ou foi identificado ao verificarem-se os atrasos nos processos. Resumindo, os tempos sem agregação de valor nos postos mais críticos foram eliminados pela simulação, o que resultou numa melhoria de produtividade de 4%, colocando a produtividade em 95% e a melhoria do tempo de ciclo total para 451 min (471 min antes) para unidades pequenas e 466 min (486 min antes) para unidades grandes. Foram sugeridas mais pesquisas sobre esta abordagem pelos autores.

Num outro caso de estudo de *Gebeyehu, Abebe e Gochel (2022)* utilizaram o VSM para alcançar o objetivo de melhorar o *lead time* de produção minimizando as atividades que

não agregam valor associadas a diversos recursos no processo. Foi integrado o Diagrama de Esparguete com o VSM e para a elaboração do VSM e foram utilizados programas de software como o *Quality Companion*, *SigmaXL* e *EdrawMax*. O *Quality Companion* foi usado para calcular o *lead time*, tempo de WIP (*Work In Process*), *takt time*, tempo de ciclo, tempo de ciclo com valor agregado, tempo de ciclo com valor não agregado e distâncias totais de viagem. As estações de trabalho foram agrupadas com base na relação de atividade desenvolvida com *EdrawMax*. Ao integrar o sistema de manufatura *Lean* e os indicadores de desempenho de produção, obteve-se uma redução do *lead time* de produção em 50 361 horas, o tempo de WIP foi reduzido de 196,83 para 146,46 horas e o tempo de espera também foi reduzido de 133,45 horas para 83,08 horas. Como resultado, a eficiência do ciclo do processo também melhorou em 8,6%. O processo também permitiu reduzir o número de operadores de 36 para 27 e num só turno. Além disso, a distância total percorrida foi reduzida de 1553 para 602 metros. Demonstraram que empregar a prática de manufatura *Lean* é vital para melhorar as métricas de desempenho.

Wurjaningrum e *Shafak* (2022) através da implementação do VSM pretendiam identificar os desperdícios e suas causas no processo produtivo bem como definir um plano de melhorias. Com a ajuda do VSM, identificaram o desperdício na forma de espera, defeitos e movimentações desnecessárias. Identificaram o tempo total do processo produtivo de 2080 minutos, e o tempo total da atividade de valor agregado de 1946 minutos (93,56%). Após a identificação dos desperdícios com a ajuda da ferramenta 5 Porquês identificaram as causas. Consequentemente elaboraram o plano de melhorias, tornando o processo produtivo mais eficaz e eficiente.

O objetivo de um outro estudo de caso realizado por *Božić* et al. (2022) foi a utilização do VSM para a exigência de redução de desperdícios no sistema produtivo tornando-o sustentável. Com o VSM integrou-se também o JIT e o *Six Sigma*. Na empresa analisada, foram observados problemas relacionados com a tecnologia de produção e os processos internos de transporte. Os problemas que afetaram o processo produtivo foram divididos em três categorias: danos ao produto, superaquecimento da máquina (má condição tecnológica) e baixa tensão de energia elétrica. Na execução das atividades logísticas no transporte, alguns dos problemas observados foram a queda de matéria-prima da paleta e a condição técnica insatisfatória da correia transportadora. O foco desta pesquisa foi calcular a duração total do processo de produção, o número de funcionários, o número de componentes residuais no processo de produção observado antes da montagem, o número de produtos acabados de

qualidade insatisfatória, o número de produtos acabados e o tempo médio de processamento por produto. Os resultados obtidos foram a redução de 7,87% no tempo total necessário para o processo de fabricação, a redução do número de colaboradores em 7%, antes da montagem do artigo x, o número de desperdícios de componentes no processo de fabricação foi reduzido em 57%, redução de 60% no número de produtos acabados de má qualidade, o tempo médio de processamento por produto reduziu 18% e um aumento de 10% no número de produtos acabados. Afirmaram que como o VSM tem inúmeras vantagens, ele pode ser usado em uma ampla gama de indústrias, e cada vez mais são feitas pesquisas acerca do mesmo. Além de todos os benefícios, apontaram algumas desvantagens do VSM. As desvantagens residiram no facto de não levar em consideração fatores ambientais e sociais. Também careceram de medidas económicas para definir valor (por exemplo, lucro, rendimento, custos operacionais e despesas de stock). A fim de superar as deficiências mencionadas, a aplicação de outras abordagens para resolver esse tipo de problema deve ser investigada, segundo os autores. O VSM pode ser combinado com sucesso com métodos MCDM (*Multicriteria Decision Making Method*). Este trabalho apresentou um tipo de abordagem metodológica que pode ser utilizada em todos os sistemas produtivos de empresas de diversas manufaturas. Referiram que a abordagem pode ser alterada para acomodar o tamanho e o setor da empresa. Como resultado, afirmaram que a abordagem apresentada oferece uma ferramenta útil, principalmente para identificar operações que não agregam valor ao sistema.

González Ruiz, Blanco e Gascons (2022) elaboraram um estudo integrando as ferramentas *Six Sigma*, DMAIC e VSM, visou reduzir o desperdício (tanto de material quanto de tempo) e variação, melhorando assim a qualidade dos produtos compostos de uso final e seus processos de fabricação comuns (corte, laminação e cura). Pretenderam identificar a causa raiz da taxa de rejeição, mas também identificar, entender, quantificar e minimizar o desperdício, para reduzir custos, melhorar o desempenho do processo e a satisfação do cliente. Referiram ter conseguido que o tempo sem valor agregado fosse reduzido em 23,6% devido à redução dos tempos de retrabalho (*waste time*) causados pelas melhorias de qualidade. Como resultado, a eficiência do ciclo do processo de produção aumentou em cerca de 15%. Os custos de material diminuiram 18,5% por via da eliminação de desperdício. No entanto, o PCE (*Process Cycle Efficiency*) não está próximo de 10%, portanto, a linha de produção geral ainda está longe de atingir seu desempenho ideal. A principal causa apontada foram as atividades que não agregam valor, mas são necessárias, foram mantidas e isso representou uma limitação do presente estudo.

Demonstrar como o *Lean VSM 4.0* contribui para o desenvolvimento sustentável integrando os três pilares, económico, ambiental e social, no processo de distribuição foi o objetivo de um estudo de caso. Referiram que as tecnologias 4.0 usadas foram o *Big Data*, *Cloud Computing*, IoT, *Cobots*, AM, *Drones*, AI, AR, VS, RFID, *Smart Pack*, *Bar Code*, *Power BI*, WMS, *Scan-3D*, ERP, ATLS, AGV/LGV e *Transtockeur*. Conseguiram melhorar o desempenho económico, social e ambiental. A integração das tecnologias 4.0 tornou a ferramenta VSM capaz de monitorizar fluxos de valor em tempo real para resolver possíveis desperdícios de forma rápida. Esta nova organização inteligente ofereceu um ambiente de logística totalmente integrado, onde os dados foram e podem ser transmitidos em tempo real entre os armazéns dos países em questão e os clientes. Frisaram que os resultados obtidos foram animadores e têm impacto no desempenho económico e social. A desvantagem passou pelo investimento significativo necessário em tecnologias 4.0 pese embora este ser rapidamente compensado pelas melhorias oferecidas (Kihel et al., 2022).

Num estudo de caso de *Gutiérrez-Sánchez e Guillén-Guzmán (2022)* numa linha de produção de chocolate foi utilizado o VSM com a finalidade de aferir a sua contribuição na otimização do processo. Concluiu-se que a ferramenta foi extremamente útil para a análise do processo, sobretudo sendo um processo produtivo considerado atípico, a melhoria alcançada foi um aumento da produtividade num processo de arrefecimento em cerca de 31,7% (de 42% para 73,7%) e evitou-se a superprodução com a ajuda de um evento *Kaizen*, conseguindo processar dois tipos de produtos na mesma linha de produção (barras de 85g e de 20g). Neste caso o evento *Kaizen* foi aplicado ao comportamento do pessoal, influenciando parâmetros analisados, as competências e o trabalho empático em equipa foi considerado de suma importância. Com o estudo também se comprovou a necessidade de implementar outras ferramentas de MC para uma maior eficácia, o JIT e o SMED. No que diz respeito à implementação do VSM as dificuldades apresentadas foram as condições ambientais e a falta de empenho do pessoal. A satisfação pelos resultados obtidos por parte da empresa foi motivo para avançar com o mesmo método para toda a sua variedade de produtos ao nível da otimização da linha de produção bem como numa área de armazenamento e na zona de embalagem.

Shabeen e Krishnan (2022) num estudo pretenderam reduzir o tempo de processamento e aumentar a produção, usando o VSM. Como resultado obtiveram uma redução do *lead time* de 1102 min para 739 min e um aumento de produção de 33 para 40 peças por dia. O VSM foi criado com a ajuda de um software *LucidChart*. A eficiência

melhorou 49% e a eficácia 21,1%, parâmetros que foram avaliados através de uma métrica de medição contínua de desempenho.

Num caso de estudo visaram aferir a utilidade da utilização do VSM numa operação *Lean*, efetuado numa empresa de lacticínios. Foi possível chegar a uma redução do *lead time* (tempo total de ciclo) de 34,79%. Concluíram que não se pode generalizar resultados, pois cada empresa tem processos e fluxos diferentes. Daí a importância da realização destes estudos de forma mais intensa e abrangente no universo de cada indústria. Foi recomendado que se façam pesquisas adicionais de ferramentas como o VSM em pequenas empresas e também foi sugerido que se criem formas de determinar as implicações financeiras para se contribuir para a viabilidade da implementação das técnicas *Lean* (U. Kumar & Shankar, 2022).

Num estudo realizado por *Schneider*, Carvalho e Taborda (2021) pretendeu-se analisar e estudar de maneira detalhada um processo de produção, através do mapeamento de processos, visando propor ações de melhorias, seguindo os preceitos do *Lean Manufacturing* (LN) e do VSM. Os resultados foram considerados positivos pese embora não terem sido quantificados. As sugestões de melhoria foram elaboradas a partir do VSM, pois permitiu conhecer amplamente o processo produtivo. Também integraram uma outra ferramenta os 5S. Como programa de auxílio à elaboração dos mapas utilizaram o *Microsoft Visio software*. O mapeamento permitiu visualizar oportunidades de melhoria e verificação de problemas. Para além de permitir a implementação de melhorias também tornou possível revelar problemas impercetíveis.

Patil, *Pisal* e *Suryavanshic* (2021) num estudo efetuado numa empresa de manufatura de aparelhos de teste para a indústria utilizaram o VSM com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir o *lead time*, revelaram ter tido sucesso, reduziram o tempo de ciclo em dois postos de trabalho, de 200,67 min para 120,14 min e de 187,65 min para 111,75 min respetivamente. Foi utilizado um software de simulação o *Flexsim 2019* para elaboração do VSM. Para a análise e resolução do problema foi utilizada uma ferramenta de apoio o gráfico de Pareto. O *lead time* da empresa passou de 4,6 dias para 3,3 dias. Anteriormente produzia uma a duas peças por dia passando a produzir cinco peças por dia. Considerado o sucesso alcançado a organização decidiu aplicar o método a outras empresas do grupo. Os autores do estudo sugerem pesquisas futuras com mais detalhe em cada etapa no que diz respeito à utilização de outras metodologias e ferramentas em cada fase do mapa.

Gholami et al. (2021) pretenderam acelerar o processo de mudança em direção ao GLSS (*Green Lean Six Sigma*), uma abordagem baseada em DMAIC para facilitar a implementação de uma ferramenta *Green Lean - VSM* ambiental (E-VSM) num ciclo de melhoria contínua, destinada a profissionais e pesquisadores. Os resultados revelaram a eficácia de uma abordagem baseada em DMAIC na sistematização do E-VSM e na melhoria da sua eficácia para alcançar a sustentabilidade ambiental. Revelaram ser possível reduzir significativamente o consumo de produtos químicos e de energia no sistema em 28% e 21%, respetivamente, o que representa uma grande redução de custos. Assim a abordagem baseada em DMAIC estruturada de forma lógica e clara permite aos fabricantes implementar as ferramentas E-VSM de maneira sistemática, implementando e validando para se tornar numa diretriz para líderes de operações que pretendam conduzir projetos de melhoria semelhantes e inspirar académicos e profissionais a realizar investigações avançadas tendo como base essa abordagem de melhoria.

Salwin et al. (2021) num estudo de caso definiram como objetivo utilizar o VSM para analisar e melhorar o processo de produção de tubos de aço de precisão de várias dimensões para móveis estofados. Reduzir o desperdício e, assim, aumentar a qualidade e a eficiência do processo produtivo. Foram integradas com o VSM diversas metodologias como o *Kaizen*, 5S, SMED e OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). A partir do estudo destacaram duas soluções, adotadas pela administração da fábrica no ano seguinte. Como resultado das melhorias sugeridas, as taxas de produtividade na linha de corte puderam melhorar em 17%, e a quantidade de resíduos de fita de polipropileno foi reduzida em 1,7 vezes em comparação com o estado atual. Reforçaram o facto de que o conforto e a segurança dos operadores serem significativamente melhorados ao adquirir uma peça de reposição para a linha de corte longitudinal. Além de visualizar todo o processo de produção através dos mapas do estado atual e futuro, também a mudança no índice de Disponibilidade foi afetada, que foi definida como a relação entre o tempo programado e o tempo de conclusão da tarefa, na linha de corte de 67% para 79%, o que não afetou diretamente a duração do ciclo de produção, mas atestou a transformação do tempo sem valor agregado em tempo necessário sem valor agregado dos operadores em uma determinada posição. Como possíveis desvantagens do uso do método VSM, ressaltaram a natureza estática, o que significa que o método pode capturar o estado do pavilhão de produção instantaneamente apenas num momento específico. Por exemplo, no dia do mapa VSM atual, a produção podia estar a funcionar sem problemas, mas no dia seguinte poderem existir avarias de máquinas ou atrasos nas entregas, então qualquer VSM seguinte

poderia variar significativamente. Para superar esse problema, tem sido sugerido no mundo da pesquisa, segundo os autores, o uso de modelos de simulação em conjunto com a ferramenta VSM para definir com mais eficácia o estado atual e futuro da organização. De acordo com estes o importante é a essência da aplicação do método VSM que passa pela necessidade de um olhar abrangente sobre o sistema de produção, uma vez que pequenas alterações no sistema podem alterar radicalmente os efeitos desses processos.

Ramsunder e Olanrewaju (2021) realizaram um estudo que através da implementação do VSM pretenderam auxiliar na redução dos impactos ambientais das empresas de manufatura. Comprovou-se que o E-VSM auxilia no desenvolvimento de um método que permite uma análise rápida e abrangente dos fluxos de energia e materiais. Isso permitiu a teoria de que o LM pode levar a benefícios ambientais. Os resultados deste estudo são importantes para profissionais e acadêmicos, pois forneceram uma extensão e demonstraram a capacidade das ferramentas de manufatura *Lean*. O mapa do fluxo de valor ambiental permitiu uma abertura para a obtenção de benefícios ambientais e manufatura sustentável através da manufatura *Lean*. Consideraram que pode auxiliar no processo de projeto das operações de manufatura, permitindo a visualização de cada efeito do processo que para além de poder incentivar a cultura ambiental, permitirá o design de fabricação sustentável.

Marconi et al. (2021) propuseram uma ferramenta de economia de recursos, denominada *Resource Value Mapping (RVM)*. No artigo foi apresentada uma ferramenta para apoiar a gestão interativa de energia e outros recursos no contexto de fábricas e processos inteligentes, de acordo com os princípios da manufatura *Lean*. A ferramenta permitiu, em conjunto, monitorizar como os recursos foram consumidos, se e onde ocorreram desperdícios, as causas das ineficiências do processo, em detalhe e através de uma modelagem hierárquica (de estações de produção únicas a plantas de produção inteiras) e, por fim, pretendeu estabelecer um plano de melhoria para minimizar o consumo de energia/recursos, impactos ambientais e custos operacionais. Uma condição necessária foi a colaboração entre as diferentes partes interessadas envolvidas na gestão da planta (gestor da empresa, gestor de energia, operadores das linhas de produção). O estudo demonstrou a utilidade da ferramenta em diferentes níveis hierárquicos. Os resultados obtidos comprovaram que monitorizar o consumo e aproveitamento de energia e recursos é um passo necessário para a melhoria da eficiência da planta sob diferentes pontos de vista: energético, ambiental e económico.

Foi realizado um estudo de caso por *Tran, Ruppert e Abonyi (2021)* com o objetivo de examinar como as informações fornecidas pelos sistemas de posicionamento interno (IPS) podem ser utilizadas na transformação digital da manufatura flexível. Mostrar como o método proposto pode ser utilizado para monitorizar e melhorar a eficiência da produção. O VSM foi integrado com o PDCA e o Diagrama de *Gantt* com o apoio de tecnologia da *Sunstone-RTLS*. O IPS proposto incorporou diferentes tipos de sensores para adquirir não apenas dados posicionais, mas também outros dados, como vibração, o que permitiu reconhecer movimentos e atividades de transporte. A precisão do resultado do sistema dependeu muito das características do hardware. O erro mais frequente ocorreu quando o sensor de localização não conseguiu reconhecer a área que se encontrava entre duas adjacentes. Devido à limitação da tecnologia que estava a ser usada, o espaço definido de estações de trabalho precisou ser separado com uma distância diferente. Referiram que com as ferramentas de mineração de processos, ruídos e erros sem sentido puderam ser excluídos. No entanto, os autores acreditam que esse problema podia ser amenizado, com avanços no novo sistema de hardware. Contudo os resultados permitiram afirmar que o método baseado em IPS proposto enriqueceu as fontes de informação do mapeamento do fluxo de valor e transformou os dados posicionais em indicadores-chave de desempenho usados na Manufatura *Lean*. Permitiu maior otimização do sistema, o que auxiliou os gestores a monitorizar todo o sistema sem esforço.

Kyrillos et al. (2021) realizaram um estudo com a finalidade de identificar conceitos para desenvolver e implementar o VSM. Verificar a possibilidade de obter ganhos de produtividade sem investimento em ativos. Os resultados demonstraram melhorias de produtividade, aumentando a proporção homem, hora, máquina (hhm) em 26,74%, redução de 21% no tempo de processamento (TP) e 31,5% no *lead time*. Concluiu-se que, com a aplicação da ferramenta VSM, foi obtida uma melhoria na gestão do planeamento, programação e controle de produção (PPCP), resultando em medidas que levaram ao ganho de produtividade. Este estudo contribuiu para demonstrar que a gestão da produção com base em dados reais estruturados em ferramentas matemáticas é tão relevante quanto a melhoria da infraestrutura produtiva da fábrica, conseguindo levar à redução efetiva de resíduos, melhorando a produtividade e aumentando a competitividade.

Syreyschikova et al. (2021) num estudo pretenderam através do VSM visualizar e entender como funciona o processo, onde existe valor agregado e onde surgem as perdas. Pretenderam estudar a gestão da produção *Lean*, focada em atender a procura de mercado e criar o máximo valor para o cliente com o uso de recursos ao menor custo possível.

Ferramentas como o *Kanban*, JIT, SMED e 5S e o *Poka-Yoke* foram integradas ao VSM. A ferramenta JIT garantiu um fluxo suave e rápido de materiais na produção, enquanto o SMED permitiu uma rápida reformulação do equipamento para a troca de um produto para outro. A análise do 5S mostrou como ordenar o local de trabalho. Por meio do VSM, os gargalos no fluxo tecnológico foram detetados de uma só vez e foram identificados todos os gastos e processos não produtivos. O *Poka-Yoke* forneceu a base para uma produção sem defeitos, enquanto o *Kanban* garantiu a organização de um fluxo contínuo de material, sem armazenamento. Assim o processo para a introdução do VSM foi implementado, descrito e mostrado de forma visual, bem como, a sua eficiência foi avaliada. Os custos totais de mão-de-obra foram reduzidos em 35%, os custos de transporte foram reduzidos em 100% e os custos dos serviços prestados pelas empresas parceiras foram reduzidos em 78%.

Zhong e Prayugo (2021) realizaram um estudo de produtividade recorrendo ao VSM verde com vista à redução de desperdício na indústria do calçado. A produtividade foi analisada com base em indicadores económicos e ambientais. Os autores comprovaram um aumento do rácio da produtividade verde de 1,12 para 1,81.

Busert e Fay (2021) realizaram um estudo para responder à questão de como aplicar um método que permita às empresas de manufatura, especialmente às PME, melhorar a coordenação e o controle de seus processos de produção considerando os requisitos de qualidade. O método introduzido, o VSM permitiu analisar sistematicamente os processos de produção, identificar e configurar métodos e mecanismos adequados para melhorar a coordenação e controle e harmonizar os fluxos de informação necessários. O método foi aplicado com sucesso em diversos projetos de melhoria, neste caso concreto o método foi apresentado para melhorar os processos de reabastecimento de material. Com a integração das TIC nos processos produtivos surgiram novas oportunidades, fornecendo mais informações do chão de fábrica. Para garantir um aumento de eficiência com base na informação fornecida, foi necessário organizar a informação necessária para que a qualidade fosse respeitada de acordo com os requisitos dos processos produtivos e dos métodos de coordenação e controlo. Consideraram ter sido desafiante definir os parâmetros das diferentes dimensões do QI (Qualidade Intrínseca), pelo facto dessas tarefas exigirem um profundo entendimento do processo e um esforço significativo devido à necessidade de registos repetitivos de dados e análise do processo. Para a construção de cenários dentro da aplicação industrial, foi útil entrevistar funcionários do chão de fábrica e envolvê-los em workshops,

pois geralmente eles têm o melhor conhecimento do processo e conhecem os cenários críticos do seu trabalho diário.

Num estudo definiram como objetivo identificar os desperdícios por meio de observação e uso de VSM. Tendo por base o VSM o estudo integrou outras ferramentas e metodologias como o PDCA, o TPM, 5S, *Standard Work* e o *Kaizen*. Para a elaboração dos mapas recorreram ao *Microsoft Visio software*. Os desperdícios identificados foram defeitos, sobras de materiais, excesso de tempo de preparação, avarias de máquinas e baixa produtividade. Uma comparação do VSM do estado presente e futuro indicou reduções significativas nos resíduos, como incrustação (50%), falha nos rolamentos (72,7%), variação de tamanho (61,9%) e corrosão (100%). A longo prazo esperam melhorias no tempo de setup, redução de avarias e defeitos. No que diz respeito às barreiras identificadas ficou patente a necessidade de um melhor entendimento do fluxo do processo existente e identificação do VA (Valor Agregado) e NVA. Outro desafio foi a conversão de funções necessárias em instruções de trabalho compreensíveis pois transmitir aos trabalhadores técnicas básicas e a importância da implementação das práticas *Lean* consideraram ser essencial. Ficou claro que o sucesso da implementação acaba por ser altamente dependente do conhecimento e especialização dos participantes (M. B. Kumar et al., 2021).

Sudhakara et al. (2020) pretenderam estudar o fluxo de processo de uma família de peças numa indústria siderúrgica usando o VSM para eliminar o NVA no processo com o objetivo de reduzir o *lead time* e aumentar o lucro da organização. Com a implementação do VSM fazendo algumas alterações de processo e de layout foi possível a redução total do *lead time* para cada peça (variou entre 14,55% a 33,41%), o que é uma redução significativa, correspondendo a uma redução total de 24,613%. Consequentemente obtiveram mais lucro e maior capacidade de processar pedidos dos clientes.

Kenge e Khan (2020) propuseram modelos consolidados de excelência fabril para solução dos riscos operacionais e pós-implantação dos mesmos tendo por base o VSM. O trabalho foi desenvolvido com base no SMC 4.0 (*Supply Chain 4.0*) que consiste em implementar tecnologias e métodos de produção e de gestão de stock. Após a implantação desses dois modelos na fabricação do produto selecionado, obtiveram ganhos no caso da procura diária de 25, o *lead time* total foi reduzido de 14,6 para 7,82 dias, ou seja, 46,44% para fabricação própria do produto e no caso da procura diária de 40, o *lead time* total foi

reduzido de 26,18 para 15,18 dias, ou seja, 42,01%. O *lead time* total em ambos os casos, foi reduzido em mais de 40%, o que ajudou na produção do produto.

O estudo realizado por *Liu, Yang e Xin* (2020) teve como objetivo demonstrar a aplicação da ferramenta VSM para efetuar o balanceamento de uma linha de produção numa área da indústria com menos estudos de aplicação das ferramentas *Lean*. Com o VSM integrou-se também a metodologia *Gemba Walks*. Concluíram que a implementação não requer nova tecnologia nem suporte de decisão complexo. Segundo os autores os resultados deste estudo direcionam as empresas corretamente ao usar o diagnóstico para avaliar um plano de ação enxuto e cultivar uma cultura *Lean*. Contribuindo assim para a compreensão teórica e prática da implementação das ferramentas e para o entendimento dos sistemas de produção *Lean*. O objetivo de balancear a linha de produção foi cumprido e foi possível melhorar o fluxo produtivo.

Zasadzień (2020) no seu estudo visou aferir a eficácia da implementação dos princípios *Lean Manufacturing* com a ajuda do VSM e dos 5 Porquês. Com a ajuda do VSM, foi diagnosticado o problema mais importante no processo de produção, e usando a ferramenta 5 Porquês, identificaram as causas raiz dos problemas. A análise do VSM permitiu a identificação e reconhecimento dos principais requisitos do cliente, as necessidades diárias e a frequência das entregas aos clientes. O resultado da implementação do plano de melhoria traçado traduziu-se na redução de stock passando de 138 062 unidades para 25 000 unidades, o que permitiu reduzir custos e ainda reduzir desperdícios, bem como reduzir o prazo de entrega de cerca de 56,96 para 9,67 dias. Consequentemente levou ao aumento da eficiência de produção, com o *lead time* a passar de 22,5 h para 19,5 h e para 4250 peças, assim como permitiu também equilibrar a produção e o planeamento da mesma visto que conseguiram eliminar erros nos planos de produção. As barreiras transmitidas referem-se à resistência dos gestores no que toca à limitação da realização de pesquisas, neste caso os resultados da pesquisa confirmaram a eficácia da introdução de apenas soluções da filosofia *Lean*, tornando isso particularmente importante se a empresa não puder implementar de forma abrangente o conceito de *Lean Manufacturing* devido a razões organizacionais ou financeiras.

A ferramenta VSM foi aplicada num estudo de caso realizado por *Schoeman, Oberholster e Somerset* (2020) na indústria siderúrgica para identificar, demonstrar e avaliar os resíduos industriais. No primeiro ano de implementação, o desperdício foi reduzido em 28% e o custo de remoção de resíduos foi reduzido em 45%. A implementação do método

VSM demonstrou economia de custos e redução do fluxo de resíduos. A meta inicial de redução de resíduos de 5% ao ano foi superada. A aplicação do método VSM provou ser um método prático para a indústria siderúrgica visualizar e analisar os fluxos de resíduos, identificar oportunidades e desafios nas operações de gestão de resíduos, reduzir o desperdício, promover a produção *Lean* e alcançar um ambiente de desperdício zero ambientalmente responsável. Para os autores, pesquisas futuras devem considerar a aplicação do VSM em diferentes instalações fabris e industriais, com foco em alcançar o desperdício zero e promover o movimento em direção à economia circular.

Abisourour et al. (2020) referiram que o objetivo do seu estudo, foi superar a falta de alinhamento entre os objetivos do IMS-QES (Sistema de Gestão Integrado – Qualidade, Meio Ambiente, Segurança) e a gestão estratégica da empresa (política do IMS-QES) e também a inadequação entre os processos de melhoria e o custo de perdas. Este estudo realizou-se através da integração de conceitos do IMS-QES, da abordagem VSM com outras ferramentas derivadas do WCM (*World Class Manufacturing*) e da Produção *Lean*. Com este estudo foi possível identificar e classificar problemas em sistemas operacionais e de produção com base em dados de tempo precisos e confiáveis, priorizar as perdas a eliminar, categorizar as diferentes alternativas de melhoria, modificações a efetuar e prever o seu impacto no desempenho futuro do sistema. As desvantagens e dificuldades da abordagem analisada passaram pela complexidade de se poder alinhar o desempenho estratégico (política/objetivos IMS-QES) e o operacional, uma vez que é uma tarefa demorada e é difícil definir uma estimativa de melhorias para indicadores de desempenho exequíveis.

Um estudo de *Suhardi et al.* (2020) visou eliminar os desperdícios na linha de produção e atrasos nas entregas aos clientes. As causas do desperdício encontradas foram excesso de arranjos, layout e métodos de trabalho inconsistentes nos diversos postos de trabalho. O objetivo foi alcançado pois o processo de produção passou de 34,38 min para 31,38 min. Pelo que se concluiu que a implementação do VSM no processo de produção do modelo em causa reduziu o desperdício, como evidenciado pela diminuição do tempo de produção. A eficiência passou de 61,30% para 67,47%. Para os autores também contribuiu para que no futuro se melhore de forma integrada a padronização do trabalho e a melhoria do layout com vista a superar os desperdícios causados pela movimentação.

Liu e Yang (2020) pretenderam num estudo ilustrar a aplicação do *fuzzy* VSM de duas formas, respetivamente, para incorporar a variabilidade na análise do fluxo de valor. Segundo

os autores provou-se de facto ser possível lidar com a variabilidade e a incerteza de cada etapa do processo, bem como de todo o fluxo de valor. Porém a otimização *fuzzy* VSM proposta dependeu muito das estimativas dos decisores. Pelo que, examinar um VSM *fuzzy* por meio de abordagens simuladas pode ser outra forma interessante para melhorar a precisão da análise VSM. Foram adotados para representar intervalos de tempo, dois tipos de números difusos, TFN (*triangular fuzzy number*) e NFN (*normal fuzzy number*), stocks e outras variáveis operacionais num fluxo de valor. Através de uma aplicação industrial foi demonstrada a praticabilidade e a eficácia do VSM difuso proposto para ambas as formas TFN e NFN para incorporar a variabilidade na análise VSM. Além disso, VSMs *fuzzy* triangulares e normais segundo os autores podem ser facilmente executados e aplicados, pois são necessárias apenas operações algébricas básicas no processo de análise e otimização para garantir a implementação direta em casos industriais.

Demirci e Gündüz (2020) estudaram a aplicação do VSM com o intuito de diminuir o *lead time* na produção e demonstrar como os métodos de VSM e MTM-UAS (*Methods Time Measurement Universal Analysis System*) são aplicados juntos nesta indústria. Para além da integração do VSM com MTM-UAS também fizeram uso da metodologia *Kaizen*. Consegiu-se uma redução de 56% do *lead time* de produção. Ao mesmo tempo, observou-se uma melhoria de 57% na duração das atividades de valor agregado. Enquanto os resultados das ferramentas VSM apareceram como análises macro, os resultados do método MTM-UAS apareceram como análises micro. O *lead time* de produção foi reduzido pela implementação de atividades *Kaizen*, o sistema PUSH manteve o sistema de produção, cortando assim o fluxo contínuo. As medições MTM-UAS e os movimentos do corpo humano foram padronizados como resultado da melhoria realizada e foi possível observar que os trabalhadores da linha combinada Estação 1-2 trabalharam em condições ergonómicas garantindo a saúde e segurança ocupacional.

Um artigo de *Jamil et al. (2020)* propôs uma abordagem metodológica, baseada no ciclo de melhoria DMAIC, para implementar e conduzir sistematicamente estudos Sus-VSM (*Sustainability-Value Stream Mapping*). Para além do DMAIC também se integrou o método dos 5 Porquês e o Diagrama de Pareto com o VSM. Os resultados da pesquisa revelaram que uma abordagem baseada em DMAIC pode ser efetivamente aplicada para sistematizar o Sus-VSM em direção à produção sustentável.

Maalouf e Zaduminska (2019) efetuaram um estudo na indústria de processamento de pescado acerca da utilização do VSM em conjunto com o SMED, área em que o uso de ferramentas *Lean* não é prática corrente pela sazonalidade e vida útil curta dos produtos. O estudo comprovou a redução de desperdícios relacionados ao tempo de setup em 34% e aumentou a capacidade de produção de uma linha de produção em 11% com a utilização das duas ferramentas. As melhorias efetuadas permitiram ainda à empresa atingir as metas de produção, ampliando a jornada de trabalho de um turno (de 8 para 10 horas no período de pico) e evitando o uso de trabalhadores temporários nos meses de pico, reduzindo o tempo total de ciclo e problemas de qualidade. Em relação às barreiras apontadas foram a maquinaria pesada e inflexível, o longo tempo de configuração e complexidade de recursos. Estes limitaram a implementação e o impacto das práticas *Lean* nas indústrias de processo em geral.

Do estudo de caso de *Bianco et al.* (2019) na fabricação de produtos alimentares para animais com utilização do VSM conclui-se ter sido possível implementar melhorias sugeridas a partir desta ferramenta (VSM) e observar ganhos no processo. Conseguiram reduzir o número de operadores necessários ao processo produtivo de 17 para 12, reduziram o *lead time* de 13,8 dias para 6,13 dias. Foi encontrada uma dificuldade, a falta de consenso acerca das opiniões sobre o processo e os pontos de melhoria para a realização do mapa futuro. Apesar de terem alcançado o objetivo que era identificarem desperdícios para proporem melhorias, realçaram o facto de não terem abordado a viabilidade económica das melhorias, nem comprovação com ajuda de ferramentas de simulação. A salientar que a partir do mapa VSM também foram utilizadas outras ferramentas como o *Kanban* para efetuar melhorias sugeridas no processo analisado. Como indicação para novos trabalhos foi sugerido a análise da viabilidade económica das melhorias e a utilização de outra ferramenta, o SMED.

Foi estudada por *Guo et al.* (2019) a integração de duas ferramentas o VSM e o DMAIC numa linha de montagem, considerando ser um novo modelo *Lean-Kaizen*. O VSM foi usado para identificar os problemas de produção revelando os desperdícios e o DMAIC para estruturar a resolução dos problemas identificados. Consideraram ter beneficiado das vantagens de ambas as ferramentas e evitando as suas desvantagens pois foi obtido um lucro de quase 800 000 RBM (*renmimbi* é a moeda oficial da República Popular da China) por mês (cerca de 103 000 euros), melhorando o balanceamento da linha, o WIP e atraso nos fornecimentos. Os autores referem ser necessário estudar mais casos para aferirem o seu desempenho.

Um outro artigo elaborado por *Dhingra, Kumar e Singh (2019)* visou implementar o conceito *Lean-Kaizen* com o mapa de fluxo de valor para identificar e resolver problemas de qualidade e, portanto, alcançar a melhoria da qualidade. Para a elaboração dos mapas usaram ferramentas informáticas como CNC e o *Autocad*. Constatou-se que a implementação integrada do *Kaizen* com o VSM resultou na eliminação de desperdícios e variações dentro do processo, alcançou a satisfação do cliente, um nível zero de defeitos e redução do tempo de ciclo do produto. Com a implementação *Kaizen* reduziu-se o custo de rejeição de 1250/- INR (Rupias Indianas) por dia (aproximadamente 0,45 milhões de INR por ano). O estudo concluiu que o *Lean-Kaizen* é uma técnica eficaz e eficiente no sentido de reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos e processos. No entanto, a barreira encontrada foi a dificuldade em convencer as pessoas a partilhar as suas experiências, as suas habilidades e conhecimentos que poderiam melhorar o nível de desempenho da organização, mas nada como formação *on-job* adequados no chão de fábrica.

Suhardi, Anisa e Laksono (2019) realizaram um estudo com o objetivo de implementar a manufatura *Lean* numa empresa de móveis para minimizar o desperdício no chão de fábrica. Com o VSM e a integração dos 5 Porquês e todos os princípios ECRS (eliminar, combinar, reorganizar e simplificar) o *lead time* diminuiu cerca de 4,79% e conseguiu equilibrar a carga de trabalho recebida pelo operador. A empresa aproveitou o tempo restante para concluir outros pedidos sem contratar mais trabalhadores porque a empresa poderia entregar no prazo pretendido, implementando essa melhoria. Conseguiu aumentar a eficiência e eficácia da linha de produção com a criação e modificação dos respetivos processos. Os autores do estudo sugerem que para além de se obter a redução de desperdícios também é importante obter a redução de custo decorrente da redução de desperdícios, assim como se devem identificar as causas potenciais de desperdício do processo usando para tal o método de análise de efeito do modo de falha (FMEA - *Failure Mode Effect Analysis Method*).

Busert e Fay (2019) pretenderam melhorar os processos através da aplicação de métodos de controlo adequados, baseados em fluxos de informação harmonizados, integrando o VSM e o *Kanban* e recorrendo a *IT systems* (Sistemas de Informação Tecnológicos). Apresentaram uma extensão do método VSM para modelar e implementar potenciais de melhoria considerando a qualidade do fluxo de informações. Durante a aplicação, o modelo provou ser bem-sucedido. Foi possível explicar aos funcionários no chão de fábrica a necessidade de adquirir e inserir dados nos diferentes sistemas de IT de forma holística, assim como lhes transmitiram possíveis consequências no caso de inserirem dados com baixa

qualidade – por exemplo, muito tarde ou muito cedo. Este método permitiu uma identificação simples de interfaces entre sistemas de IT e também originou soluções de trabalho para a implementação.

Um dos artigos estudados realizado por *Jing et al. (2019)* visou otimizar o processo de desenvolvimento de produto de uma empresa de manufatura com base no tradicional VSM. Para os autores as empresas precisam, tanto quanto possível, prever e resolver os problemas técnicos a jusante com base na análise do caso. O desenvolvimento do produto precisa fazer o planeamento multifuncional e o plano detalhado da função, encurtando o ciclo de gestão pela engenharia, implementando com precisão o plano e eliminando os desvios. O método PD-VSM (*Product Development – Value Stream Mapping*) efetivamente resolveu o problema de otimização do processo de desenvolvimento de produto fornecendo a nova ideia e método para o conseguir. Os processos de desenvolvimento de produto podem passar a ser vistos de forma clara, a relação entre logística, o fluxo de informações e o tempo fluxo, ajudando a identificar o desperdício e a fonte do mesmo rapidamente. Conseguiram encontrar as atividades sem valor agregado no processo de desenvolvimento de produtos para inovação tecnológica, reduzir o desperdício de tempo para entregar as informações e materiais da maneira mais eficiente.

Foi realizado um estudo de caso em que visavam apresentar os resultados obtidos pela aplicação do VSM combinado com o *Kanban* e a nova abordagem de contas para medir a eficácia da redução de custos no stock de produtos acabados. O VSM mostrou as oportunidades de redução de desperdício principalmente no stock de produtos finais. Em pouco tempo, aumentaram a movimentação de stock, tendo impacto na rentabilidade da operação. Com a combinação de ambas as ferramentas o novo stock de produtos acabados diminuiu, com a mesma quantidade de ativos, a empresa conseguiu mais liquidez, uma vez que o stock era menor e o lucro maior. O stock baixo também significou mais espaço livre, aumentando assim as oportunidades de negócios dado a empresa ter ganho espaço para adicionar novas máquinas ou expandir a produção (C. P. Carvalho et al., 2019).

Parv et al. (2019) escreveram um artigo que teve como objetivo aumentar a capacidade de produção de forma a responder ao aumento da procura do cliente, através da simulação com recurso ao software *AnyLogic* e usando o VSM. As informações do Mapeamento do Fluxo de Valor e a possibilidade de escolher o melhor entre os cenários possíveis com o simulador permitiu gerarem importantes reduções de tempo e custos sem

desperdício adicional de recursos. O uso de simulação dinâmica na análise de processos ajudou a aumentar a taxa de resposta do sistema à procura do cliente. Foi referido que a simulação no ambiente *AnyLogic* permite uma implementação de forma fácil em qualquer situação em que seja utilizado como metodologia de otimização o VSM. O simulador permitiu a análise da taxa de carga de cada posto de trabalho assim como comparar postos de trabalho, permitiu a análise da reação dos sistemas perante as variações e a validação da solução de melhoria proposta.

Alzubi et al. (2019) efetuaram um estudo numa empresa com *lead time* de fabricação elevado e uma linha de produção desequilibrada. Propuseram identificar as fontes de desperdício e atrasos, com ajuda do VSM e um modelo de simulação de eventos discretos, usando a metodologia *Theory of Constraints (TOC)*, *ABC analyses* e também a ferramenta OEE. Os gargalos foram identificados de forma eficiente com métodos de deteção de gargalos (TOC) nas linhas de produção. Os mapas permitiram a visualização de cada processo como um todo e serviram de base à criação dos modelos de simulação das mudanças dinâmicas do sistema produtivo, permitindo avaliar a eficácia. O OEE foi calculado para identificar a área onde as melhorias seriam mais necessárias. Em termos de resultados foi possível neutralizar o efeito de um dos principais gargalos e minimizar o efeito do outro. A taxa de ocupação aumentou 15,8% para os principais recursos do gargalo, seguida de 2,4% para o segundo. No entanto, foi difícil convencer a administração desta fábrica a adotar uma abordagem de manufatura *Lean* revolucionária, cara e com riscos associados. As melhorias adicionais nos processos no mapa futuro (F-VSM), mostrou que a combinação das ferramentas mencionadas resultou em 6% de melhoria na produção.

Yüksel e Uzunovic (2019) no seu estudo pretenderam examinar uma das ferramentas fundamentais na metodologia de produção *Lean*, o VSM integrando também as ferramentas 5S e SMED. Com a implementação das metodologias referidas foi demonstrado claramente o desperdício dentro dos sistemas, bem como as possibilidades de melhoria. A implementação tornou possível baixar preços e aumentar margens, reduzir o *lead time* diante de uma procura que não aceita um *lead time* longo. A metodologia VSM considerou-se ser uma etapa inicial na resolução de todos estes problemas. No que diz respeito a barreiras, durante a implementação do projeto, os autores encontraram resistência por parte quer da administração quer dos operacionais em acreditar na possibilidade de quaisquer melhorias necessárias, devido à vantagem do baixo custo de mão-de-obra no caso concreto. Por outro lado, a falta de praticantes da filosofia *Lean* com formação também foi considerado um fator limitante. Como

foi referido pelos autores sem se apresentarem adequadamente os principais conceitos e objetivos do *Lean* aos funcionários, não há esperança de uma implementação bem-sucedida de qualquer projeto.

Dadashnejad e Valmohammadi (2019) pretenderam examinar o efeito das melhorias identificadas por meio do VSM na métrica do OEE. A ferramenta VSM foi implementada com recurso a *smart-PLS* software. A pesquisa relacionou os conceitos VSM e OEE para colher os benefícios das oportunidades de melhoria identificadas por meio do VSM e seus efeitos na métrica OEE. Com o VSM identificaram-se os gargalos bem como ajudou na seleção de outras metodologias ou ferramentas para selecionar oportunidades de melhoria, garantindo efetivamente que essas melhorias são as necessárias. No que concerne a resultados o desempenho (86%) ficou em primeiro lugar, seguido pelas medidas de qualidade (80%) e em terceiro lugar a disponibilidade (68%). Com o VSM foi possível aumentar a taxa de disponibilidade da máquina, desempenho e qualidade do produto. Ficou patente que as ferramentas conjugadas e devidamente implementadas, uma vez que o seu foco reside na qualidade e na redução de desperdícios, levarão inevitavelmente a uma redução do custo do produto. Os autores falaram na necessidade de eliminar as barreiras operacionais e aplicar a coordenação necessária entre os intervenientes para que a LP (*Lean Production*) possa desempenhar um papel fundamental na obtenção de mais qualidade e menor custo o que acabará por levar à redução do custo do produto acabado.

Nagaraj et al. (2019) num estudo sobre a integração de fatores humanos e ergonomia na implementação *Lean* através da abordagem do mapa de fluxo de valor ergonómico (Ergo-VSM) na indústria têxtil pretenderam melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e o desempenho operacional. No estudo foi referido que as práticas *Lean* não contribuem para a qualidade de vida dos trabalhadores e não têm em linha de conta as questões ergonómicas. Assim ao implementarem o VSM adaptaram-no para incorporaram os fatores ergonómicos, localizando atividades ergonómicas críticas no sistema e avaliando fatores humanos com parâmetros enxutos. Assim os objetivos foram atingidos segundo os autores, concluindo que uma abordagem integrante melhora a qualidade de vida dos trabalhadores e o desempenho operacional.

Num estudo *Brito et al. (2018)* pretenderam enumerar os benefícios da utilização de uma abordagem de gestão integrada de operações para melhorar a produtividade e os aspetos ergonómicos. A ferramenta escolhida para essa abordagem foi o VSM e com o qual

integraram o SMED, o *Poka-Yoke*, o *Gemba Walk* e os 5S. Para a simulação, construção VSM foi utilizado o Arena Software. Para avaliar a situação ergonômica utilizaram métodos como o *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), o *Strain Index* (SI) e o *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Todas estas ferramentas *Lean* e ergonômicas foram usadas para analisar os sistemas e aumentar a produtividade eliminando vários desperdícios. Comprovaram ser possível conciliar os interesses ergonômicos e o desempenho da produção durante a implementação de melhorias. Eliminaram vários desperdícios, desenharam novo layout celular, redesenharam os postos de trabalho, implementaram os 5S, automatizaram algumas das tarefas, efetuaram estudos antropométricos e expandiram algumas das tarefas. Além dos benefícios operacionais também com a simulação ficou demonstrada a análise de ganhos. Em termos de barreira segundo os autores esta ferramenta por requerer tempo e dedicação só poderá ser utilizada em sistemas produtivos completos e quando não existe urgência segundo os autores. Ainda assim afirmam ser necessário ter em conta que os distúrbios músculo esqueléticos, aumentam o absentismo e reduzem a produtividade como tal será fundamental considerar medidas de produtividade e indicadores de desempenho ao implementar melhorias no chão de fábrica.

Zahrotun e *Taufiq* (2018) através do uso do VSM visaram identificar e eliminar desperdícios com a finalidade de melhorar a performance da empresa face à concorrência. Durante a implementação fizeram uso também da ferramenta Diagrama de Espinha de Peixe. Com a implementação do VSM foram identificados os desperdícios na forma de defeitos, espera e excesso de stock. Criada a matriz perceberam que as atividades de VA totalizavam 82,92%, NNVA (Valor Não Agregado Necessário) totalizavam 14,62% e NVA totalizavam 2,46%. O *lead time* foi reduzido de 773 minutos para NVA 3,10% para 693 minutos com NVA 1,01%. Para além disso, verificou-se a redução de resíduos, nomeadamente a superprodução e o transporte, com impacto direto na redução das emissões de carbono.

Foi realizado um estudo no qual pretenderam examinar empiricamente a aplicação combinada de VSM, layout da planta, *fuzzy* QFD (*Quality Function Deployment*) (é uma ferramenta usada para satisfazer a voz do cliente é o desdobramento da função qualidade) e *fuzzy* FMEA (é uma metodologia organizada para determinar os modos de falha potenciais, a sua frequência de ocorrência e riscos associados para avaliar sua criticidade). Colocaram em prática um modelo híbrido que usa *fuzzy* QFD para dar primazia aos recursos críticos em relação aos desperdícios identificados, economizando tempo e *fuzzy* FMEA para avaliar o risco associado a cada elemento dando-lhe a confiança para a implementação *Lean*. Para a

identificação de resíduos, foram considerados o layout da planta e o VSM. Apesar de ser uma técnica amplamente aceite segundo os autores a barreira encontrada tem que ver com a avaliação dos modos de falha, estes basearam-se na opinião e no conhecimento dos especialistas disponíveis na organização, caso não exista uma pessoa capacitada não será fácil reunir todas as informações necessárias para a implementação de planos de melhoria (M. B. Kumar & Parameshwaran, 2018).

Gunduz e Naser (2017) pretenderam demonstrar como o VSM integrado com o LOB (técnica de balanceamento de linha) pode ser utilizado para reduzir custos e implementar melhorias. De facto, esta integração proporcionou que os recursos fossem adequadamente utilizados e controlados para aumentar o valor agregado e diminuir o tempo total de entrega. Conseguiram que o *lead time* total fosse reduzido em 30,7% e a mão-de-obra necessária reduzida em 12,5%. O custo foi reduzido em 20,8% na comparação entre dois estados VSM (atual e futuro). A maior contribuição foi otimizar a utilização de recursos e reduzir o *lead time* total.

Carmignani (2017) apresentou uma metodologia inovadora, *Scrap Value Stream Mapping* (S-VSM) para melhorar o processo de gestão da cadeia de suprimentos baseado no VSM. Referiu que o VSM produz bons resultados se aplicado a processos produtivos, mas pode ser ineficaz para processos de gestão da cadeia de suprimentos. O objetivo definido como principal neste trabalho foi superar essa limitação. Este estudo integrou conceitos de VSM e outras ferramentas de LP e WCM, utilizou também o Diagrama de Pareto e o Diagrama de Esparguete. A ferramenta S-VSM foi estruturada para permitir uma visão geral de como a perda gerada pela cadeia de suprimentos influencia os custos de transformação, para propor soluções com o propósito de melhorar o fluxo passível de ser contabilizado e o fluxo físico da cadeia de suprimentos otimizando-os e para propor melhorias a implementar. A ferramenta promoveu uma metodologia de monitorização para manter os custos que são afetados pela gestão da cadeia de suprimentos, como os custos de armazenamento e os custos de risco de inventário baixos e eliminando os desperdícios na cadeia de abastecimento que mais influenciam os referidos custos.

Foi elaborado um estudo que abordou a aplicação das ferramentas DMAIC, no contexto do *Six Sigma* e VSM, sob a perspetiva da filosofia *Lean* para assim identificar o desperdício e possíveis melhorias. Com a integração das diversas ferramentas conseguiram uma redução do desperdício, a partir da centralização do stock da empresa. O VSM foi

referido como indispensável ao sucesso da implementação de melhorias na organização em estudo, através da comparação dos mapas atual e futuro. A empresa onde foi realizado o estudo de caso ganhou uma cultura organizacional em que a visão de agregação de valor poderá ser cada vez mais difundida, aumentando assim a competitividade, eliminando desperdícios, reduzindo custos, aumentando a eficiência dos processos e melhorando o relacionamento com o cliente (J. S. Pinto et al., 2017).

Num estudo realizado sobre a implementação VSM para redução dos tempos de ciclo foi definido como objetivo demonstrar como, com algumas aproximações e simplificações na aplicação do VSM, o *Lean* pode ser alcançado com sucesso em ambientes de produção complexos. Começaram por segregar as atividades NVA e VA de todo o processo produtivo. Com o método do *Gemba Walks*, questionando sistematicamente, coletaram os dados para a construção do mapa. Foram identificadas as etapas críticas do processo produtivo e identificados os desperdícios com vista à redução do tempo de ciclo. O estudo referiu que os resultados obtidos a partir dos VSM são idênticos tratando-se de um ambiente de produção simples ou complexo, apesar das sugestões de melhoria e micro-conceitos não conformes emanados do VSM sejam a sua principal dificuldade de implementação em atividades complexas (Seth et al., 2017).

Sunk et al. (2017) num artigo utilizaram o VSM tradicional tendo em vista aumentar a produtividade, reduzir o *lead time* e criar uma abordagem de competências e métodos para melhorar os indicadores de sustentabilidade dos fluxos de valor para pesquisadores e profissionais. Os autores consideraram ter sido dada a contribuição científica para desenvolver ainda mais o VSM tradicional, usado neste artigo para aprimorar a Competência de Sistema e a Competência de Métodos de organizações e indivíduos, com a finalidade de avaliar os processos de melhoria e sustentar a sua implementação orientada para os objetivos assim como foram fornecidas abordagens para aumentar a produtividade e reduzir o *lead time*. O planeamento sistemático e metódico orientado para o objetivo, a melhoria sustentável dos processos e dos fluxos de valor foi facilitada pela abordagem proposta levando a que a aplicação do VSM aconteça cada vez mais na fase inicial do desenvolvimento do produto.

Alaya (2016) pretendeu demonstrar a capacidade de diagnóstico e planeamento do VSM na implementação da metodologia *Lean*. Comprovou-se com o estudo que o VSM tem a capacidade de diagnosticar um sistema de manufatura com uma perspetiva *Lean* e identificar as oportunidades para vários projetos e ferramentas *Lean*. Este estudo revelou ser um incentivo para que os praticantes da filosofia *Lean* desenvolvam a sua abordagem a partir do

VSM padrão e a integrá-lo com outras ferramentas *Lean*. O autor refere que ainda não existiam à época trabalhos empíricos disponíveis em número suficiente para incentivar a implementação do VSM como ferramenta de diagnóstico e planeamento apesar de existirem inúmeros pesquisadores e académicos a referirem que as iniciativas para a produção *Lean* são sempre mais eficazes se for implementado o VSM.

Andrade, Pereira e *Del Conte* (2016) num estudo pretenderam aplicar os conceitos VSM para diminuir os desperdícios e melhorar a produtividade. Integraram as ferramentas *Heijunka* e *Kanban* com o VSM e recorreram à ajuda do *ProModel* software para a elaboração dos mapas. Em termos de resultados ficou demonstrada a redução do *lead time* que passou de 60,5 dias para 4,14 dias, a redução de 7% no tempo total de produção e o aumento de 10% na ocupação de postos de trabalho. Afirmaram que o VSM combinado com a simulação é uma boa alternativa na tomada de decisão para mudanças no processo produtivo.

Um estudo de *Lacerda, Xambre e Alvelos* (2016) visou a redução de desperdícios para aumentar tanto a qualidade quanto a eficiência de um processo produtivo. O estudo integrou a implementação do VSM com o *Kaizen*, o SMED e o *Poka-Yoke*. Foram identificados os desperdícios e propostas catorze soluções para os eliminar, das quais onze foram implementadas. O resultado conseguido passou pela redução do tempo de ciclo no sub-processo de montagem de 370 seg. para 140 seg., redução do número de operadores de quatro para três e o nível de stock do produto inacabado reduzido em 25%. Um dos principais gargalos foi eliminado ao conseguirem mudar uma operação de 95 seg. para 1 seg.. A análise financeira obtida com a ajuda da implementação do VSM foi essencial para o processo de tomada de decisão e proporcionou resultados melhores do que o esperado pelos tomadores de decisão uma vez que ao implementar o plano de ação, o sistema de produção daí resultante demonstrou ser mais funcional e eficaz. Além das melhorias referidas, também foi registada uma mudança de mentalidade nos operadores envolvidos na produção analisada, por terem sido frequentemente ouvidos no local e participarem em eventos *Kaizen*, passaram a sentir-se parte ativa da solução tornando-se mais empenhados nas tarefas. Em suma o potencial do VSM foi evidente na medida em que foi fundamental para a redução de desperdícios e aumento de produtividade do processo estudado.

Jarebrant et al. (2016) num artigo de estudo de caso pretenderam reduzir o *lead time* com a aplicação do VSM tendo em conta os fatores ergonómicos e verificar a sua aplicabilidade. Da implementação do VSM retiraram propostas para fluxos de valor que

tinham em linha de conta a ergonomia bem como a redução de desperdício. O uso do Ergo-VSM exigiu um pouco mais de tempo de análise e implementação do que um VSM tradicional para se encontrar uma solução para um estado futuro do fluxo de valor com melhorias ergonómicas estimadas sem comprometer o desempenho estimado da produção. Os autores referiram a necessidade de se realizarem mais estudos para validar a efetividade do Ergo-VSM e que estas intervenções ergonómicas na organização de linhas, no planeamento e na produção sejam postas em prática por especialistas em ergonomia.

Helleno et al. (2015) num outro artigo analisado, aplicaram o VSM e a simulação de eventos como ferramentas de tomada de decisão para orientar a gestão a escolher a melhor opção dentre os cenários disponíveis gerados pelo sistema de simulação utilizado na empresa, o *Plant Simulation* software. Como resultado foi obtida uma tabela com dados para os cenários atuais e futuros em que foi demonstrado o cálculo da produção, o custo unitário de cada peça produzida, custo de investimento, produtividade total e o melhor layout. Daí foi extraída a melhor decisão para ajustar a produção a um novo aumento da procura, que passou de 2137 peças para 4000 peças por dia (87,2%), sendo que a decisão final dependeu de aspetos técnicos e de fatores humanos.

Tyagi e Vadrevu (2015) num estudo de caso utilizaram o VSM integrado com ferramentas de realidade virtual (IVR - *Immersive Virtual Reality*) com a finalidade de reduzir o *takttime*, o uso de espaço da fábrica e a mão-de-obra. Com a abordagem IVR foi possível visualizar e interagir com a imagem de modelos reais num ambiente de computação gráfica. O resultado conseguido com a implementação do VSM foi uma redução de mais de 40% no prazo de entrega, de 41% de uso do espaço físico e de 47% na mão-de-obra após um período de 3 meses. No que concerne a barreiras as maiores dificuldades surgiram ao avaliar a passagem do estado atual para um estado futuro mais enxuto. O método de tentativa e erro foi frequentemente usado para a melhoria contínua para atingir o nível desejado do estado futuro com inúmeras tentativas e uso impróprio e excessivo de recursos, o que tornou o processo caro e ineficiente. A conjugação do VSM e a simulação segundo os autores facilita uma vez que elimina essas tentativas pois as melhorias são implementadas com a solução do problema otimizada.

Parthanadee e Buddhakulsomsiri (2014) num estudo de caso pretenderam aferir o uso do VSM em conjunto com a técnica de simulação por computador para melhorar a eficiência da produção. A ferramenta usada foi a *OptQuest* no programa de simulação *Arena*. Como resultado da simulação efetuada com a implementação do VSM as tarefas de alguns

trabalhadores foram alteradas, libertaram trabalhadores para anular gargalos existentes em tarefas específicas, permitiu o uso partilhado de alguns recursos levando ao objetivo de melhorar a eficiência da produção. Também através da simulação foi demonstrada a viabilidade financeira do uso de uma máquina ou invés de operadores, apesar do investimento necessário. Resumindo foi possível apresentar as possibilidades de melhoria mais eficazes com ou sem investimento necessário associado.

Foi realizado um estudo por *Dotoli et al. (2014)* utilizando o VSM e recorrendo aos softwares AHP e UML com a finalidade de demonstrar ser possível melhorar sistematicamente a logística interna de sistemas complexos de produção, avaliando a dinâmica do sistema e as correspondentes melhorias de desempenho. A principal característica da técnica utilizada foi o uso de várias ferramentas de otimização de processos produtivos em simultâneo criando uma técnica que tira partido das vantagens de cada uma das ferramentas usadas. As vantagens apresentadas passam pela possibilidade de se aplicar em sistemas produtivos complexos detalhando atividades do processo enquanto descreve o fluxo de valor geral, pela verificação quantitativa das melhorias propostas, pela identificação dos pontos críticos e respostas possíveis em função da sua viabilidade ou do seu custo. A combinação das diferentes técnicas de representação virtual com o VSM permitiu identificar e avaliar os pontos críticos da logística interna do sistema produtivo, levando a avaliar o desempenho do sistema redesenhado para obter a melhoria desejada.

Sobral, Sousa e *Chiappetta (2013)* num estudo de caso através da implementação do VSM visaram demonstrar como a adoção de práticas de manufatura *Lean* pode trazer benefícios ambientais. Com o VSM integraram ferramentas como o JIT e a Gestão Visual. Assim foi possível verificar ao adotar práticas de produção *Lean*, melhorando os processos produtivos também se conseguem benefícios ambientais. Essa demonstração ficou clara para os colaboradores no caso da aplicação de cola em que ao fazerem essa aplicação de determinado modo foi possível eliminar trabalho em limpeza de peças, reduzir consumo de água e cola. A barreira referida pelos autores residiu no facto de a sinergia entre *Lean* e *Green* não ser bem compreendida pelos gestores, isto é a manufatura *Lean* não se integrar totalmente com a gestão ambiental nas atividades diárias da empresa.

Tabanlı e Ertay (2013) num artigo aplicaram o VSM e a análise de custo-benefício para aferir o valor de um projeto piloto de investimento em RFID (identificação por radiofrequência na implantação de um *Kanban* eletrónico) integrado a um sistema de controlo de produção manual. No sistema *Kanban* manual existente na empresa foi implementada a

tecnologia RFID numa área piloto e usaram o VSM para demonstrar os requisitos obrigatórios do processo conseguindo desta forma contabilizar o valor agregado do tempo no processo produtivo.

A. *Schulze* et al. (2013) pretenderam analisar a abordagem do VSM e sua implementação em quatro estudos de caso comparativos longitudinais na indústria de fornecedores automóveis, com a ajuda da estrutura 4I (intuir, interpretar, integrar e institucionalizar) para capturar os efeitos do VSM nas várias dimensões OL (*Organisational learning*). Demonstraram que ao ser potencializado o OL no desenvolvimento dos produtos melhora a eficiência do processo. O VSM serviu de apoio na tomada de decisão em processos que exigiram mais flexibilidade e transmitiu uma visão geral dos processos fácil de seguir por parte dos colaboradores e todos os intervenientes dos vários departamentos e da ligação entre os mesmos. Atestaram a premissa da estrutura 4I de que os quatro processos de aprendizagem vinculam cada indivíduo, o grupo de trabalho envolvido e todos os níveis organizacionais. O VSM e todas as análises de desperdícios daí originadas nos quatro estudos de caso desencadearam mudança e desenvolvimento comportamental individual e organizacional, serviu de chamada de atenção pois os responsáveis pela melhoria contínua, antes de usarem o VSM tinham dificuldade para explicar as situações especialmente para a administração.

3. METODOLOGIA

Este trabalho começou pela pesquisa em livros recentes acerca da temática, para melhor se compreender alguns conceitos. Posteriormente iniciou-se a pesquisa de artigos científicos, que foi realizada na base de dados da Biblioteca de Conhecimento Online (*B-on*). Foi a base de dados escolhida porque esta "...disponibiliza o acesso ilimitado e permanente às instituições de investigação e do ensino superior aos textos integrais de milhares periódicos científicos e e_books online de alguns dos mais importantes fornecedores de conteúdos, através de assinaturas negociadas a nível nacional. Entrou em funcionamento em março de 2004 dando acesso a milhares de publicações científicas e é hoje uma referência no acesso à informação científica internacional. Reúne instituições de tipologias diversas: ensino superior, investigação científica e desenvolvimento tecnológico,..." (B-on, 2023).

A data-limite de integração de artigos sob o escrutínio dos critérios de restrição e expansão foi 11 de abril de 2023. As palavras-chave utilizadas para iniciar a pesquisa foram: "*Value Stream Mapping*" and "*Industry*" and "*Lean*" and "*Continuous Improvement*" e com expansores de procura de texto integral e assuntos equivalentes obteve-se um resultado de 5819 artigos. Após restringir a artigos analisados pelos pares restaram 2621 artigos, destes apenas 1754 se encontravam disponíveis na *Library Collection* na B-on. Tendo em conta o período definido para a investigação selecionaram-se os publicados entre 2013 e 2023, 1454 artigos. Destes restringiu-se os que foram publicados em revistas académicas 1349 artigos, aplicou-se ainda a restrição a artigos publicados em inglês, pelo que se ficou com 1314 artigos como ponto de partida para esta investigação. Numa análise um a um a estes 1314 artigos foram excluídos os que não tinham DOI (*Digital Object Identification*), os que não estavam disponibilizados integralmente na base de dados *B-on* e que depois de procurados com o DOI no Google académico ou nas bases de dados de origem não se encontrassem disponíveis (muitos deles nas bases de dados de origem são disponibilizados mediante pagamento). Foram excluídos artigos que o assunto não se relacionava com atividades de manufatura de acordo com a classificação do *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* (ISIC), *Revision 4* (United Nations, 2008).

As atividades consideradas de manufatura segundo esta classificação foram as seguintes:

- Borracha e Plásticos
- Computadores, Produtos Electrónicos e Ópticos
- Couros e Afins
- Equipamentos Eléctricos
- Maquinaria e Equipamento
- Metais Básicos
- Mobiliário
- Outros Equipamentos de Transporte
- Outras Manufaturas
- Produtos Alimentares
- Produtos Minerais não Metálicos
- Produtos Têxteis
- Químicos e seus Derivados
- Veículos a Motor, Reboques e Semirreboques

A escolha da área da manufatura para esta dissertação foi feita com base na importância económica que esta representa para o nosso país, segundo dados do Banco de Portugal, o setor da indústria transformadora em 2021 existiam 43 230 empresas com volume de negócios na ordem dos 102 298 milhões de euros e empregava 694 251 pessoas (Banco de Portugal, 2022).

Foram ainda eliminados artigos repetidos na base de dados, ou repetidos por terem mais que uma versão nas diversas bases de dados originárias. Excluíram-se os artigos cuja abordagem incidia muito especificamente sobre outra metodologia sem referirem o VSM assim como se excluíram artigos que não tinham interesse por serem generalistas em termos de *Lean* e não fazerem referência à metodologia em estudo. Após os passos referidos anteriormente ficou-se com um leque de 87 artigos para servir de base a esta dissertação, sendo que destes, 8 são artigos de revisão da literatura, 7 são artigos teóricos e 72 artigos são de estudo de caso, os quais foram analisados aprofundadamente. Na figura 2 apresenta-se a sequência da metodologia usada.

1	Pesquisa em livros recentes para análise de conceitos.
2	Pesquisa na base de dados <i>B-on</i> com as palavras-chave " <i>Value Stream Mapping</i> " e " <i>Industry</i> " e " <i>Lean</i> " e " <i>Continuous Improvement</i> " e com expansores de procura de texto integral e assuntos equivalentes obteve-se um resultado de 5819 artigos.
3	Após a aplicação de critérios de busca como artigos analisados pelos pares, revistas académicas e da especialidade no período compreendido entre 2013 e 2023 e disponíveis em inglês pesquisa obtiveram-se 1314 artigos.
4	Dos 1314 artigos selecionados, numa análise um a um excluíram-se os que não tinham DOI. Os que não estavam disponibilizados na íntegra na <i>B-on</i> foram-se procurar nas bases de dados da origem ou no Google académico. Foram excluídos os que não se relacionavam com atividades de manufatura, os repetidos na base de dados, e os que não tinham interesse por serem generalistas em termos de <i>Lean</i> e não mencionarem a metodologia em estudo.
5	Para esta dissertação foram utilizados 87 artigos (8 artigos de revisão da literatura, 7 teóricos e 72 artigos de estudo de caso) os quais foram analisados aprofundadamente.

Figura 2: Sequência da Metodologia Usada

4. CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS

4.1 Data de Publicação

Em termos de artigos publicados por data excetuando o presente ano de 2023, uma vez que a recolha de dados foi no início do ano, pode-se afirmar que nos últimos anos o número de artigos publicados relativo ao assunto deste trabalho cresceu muito. Desde 2019 fez-se notar esse acréscimo de publicações, dos 87 artigos, 62 foram publicados a partir dessa data. No gráfico 1 em baixo pode-se observar essa distribuição por ano, entre 2013 e 2023.

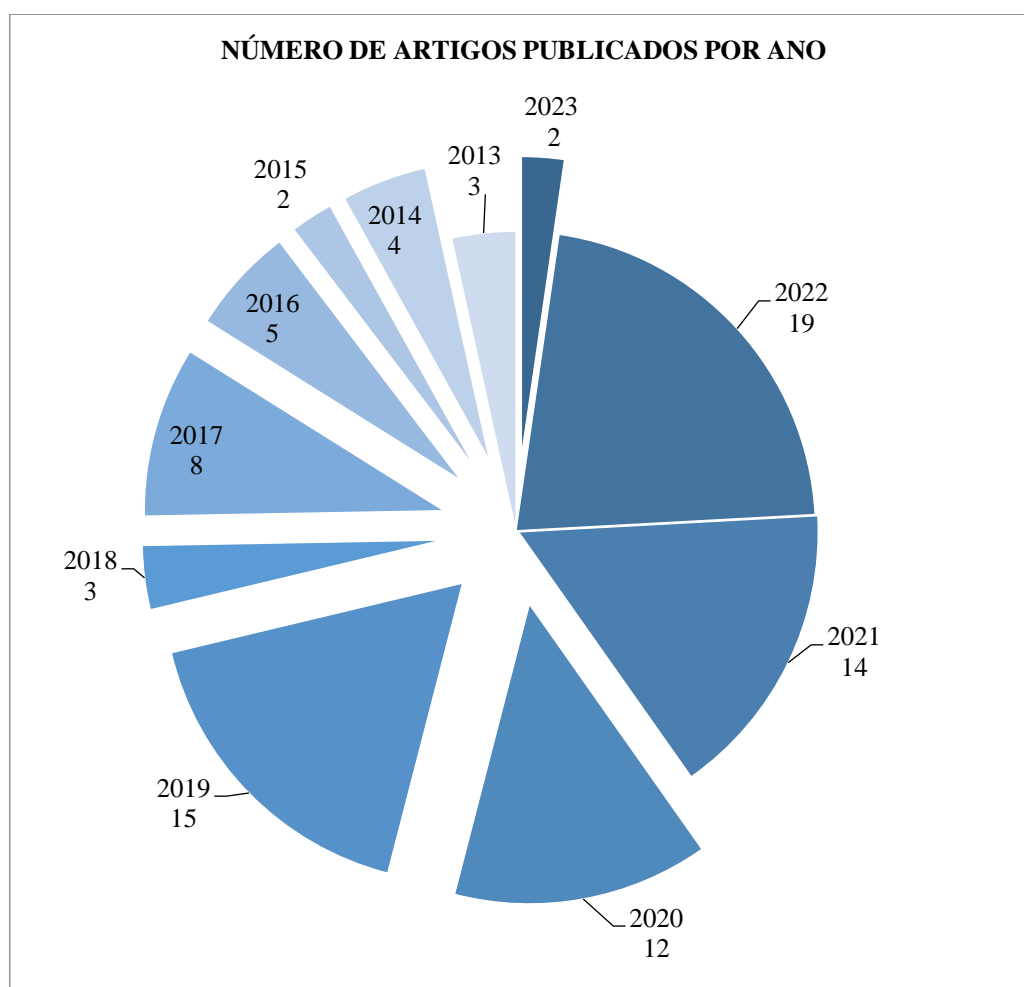


Gráfico 1: Número de Artigos Publicados por Ano

4.2 Publicação e Editora

As publicações com mais artigos utilizados neste trabalho foram o *International Journal of Production Research* a par da *Production Planning & Control*. Seguiram-se as publicações *International Journal of Production Management and Engineering*, *Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *Cogent Engineering*, *Processes*, *Sustainability*, *Management & Production Engineering Review (MPER)* e por fim a *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. Podemos observar no gráfico 2 a distribuição, a sublinhar que as outras publicações contribuíram apenas com um artigo cada, por isso foram englobadas dessa forma.

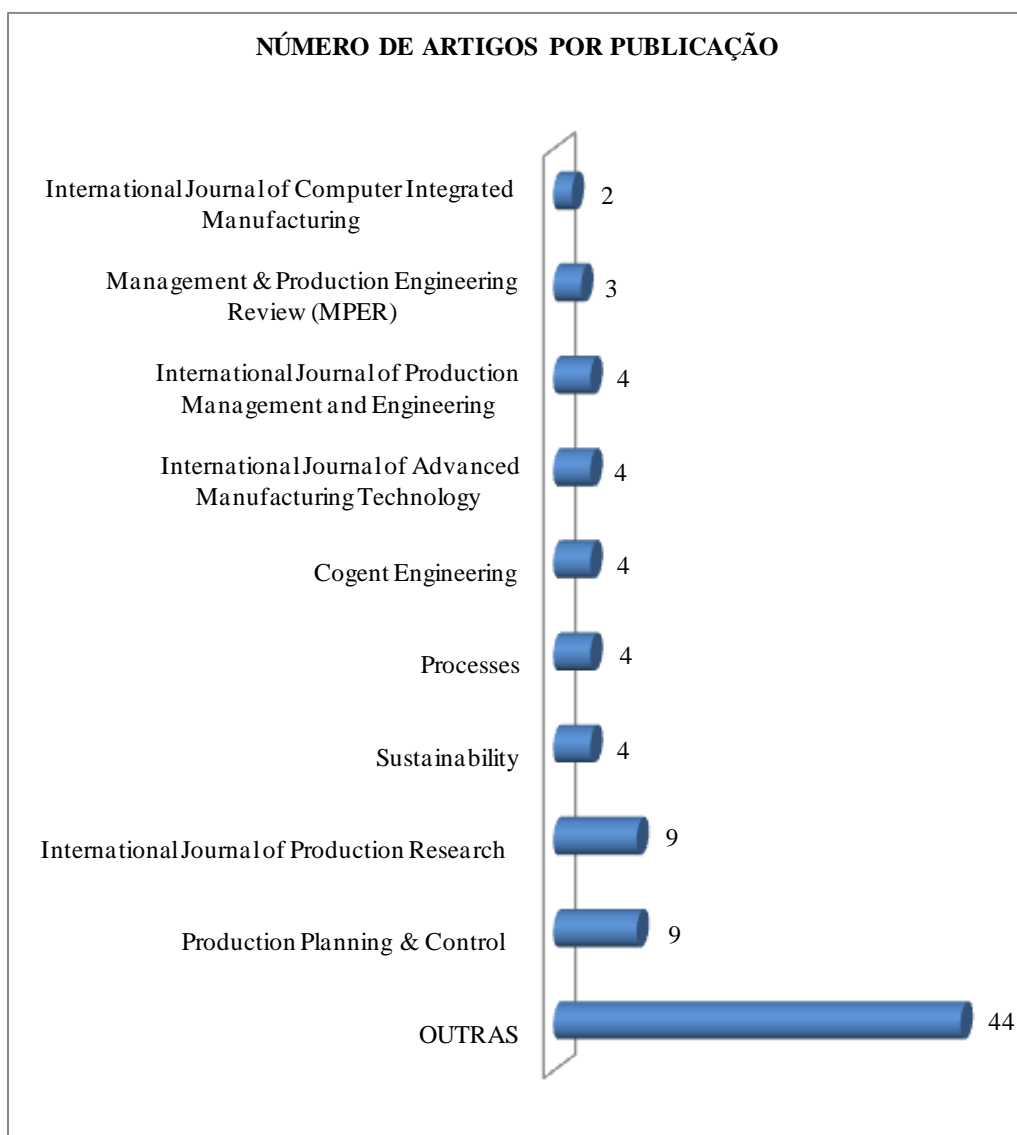


Gráfico 2: Número de Artigos por Publicação

A editora que de longe contribuiu com mais artigos para este trabalho foi a *Taylor & Francis*, seguida da MDPI, da *Springer*, *John Wiley & Sons*, *Polish Academy of Sciences*, *IEEE Xplore*, *Elsevier* e *Sage Publications*, *PoliPapers-Universidade de Valência*, *ABEPRO- Associação Brasileira de Engenheiros de Produção* entre outras mais reconhecidas nos seus países de origem, nomeadamente algumas universidades. O gráfico 3 apresenta a distribuição do número de artigos por editora, sendo que as outras editoras contribuíram apenas com um artigo cada.

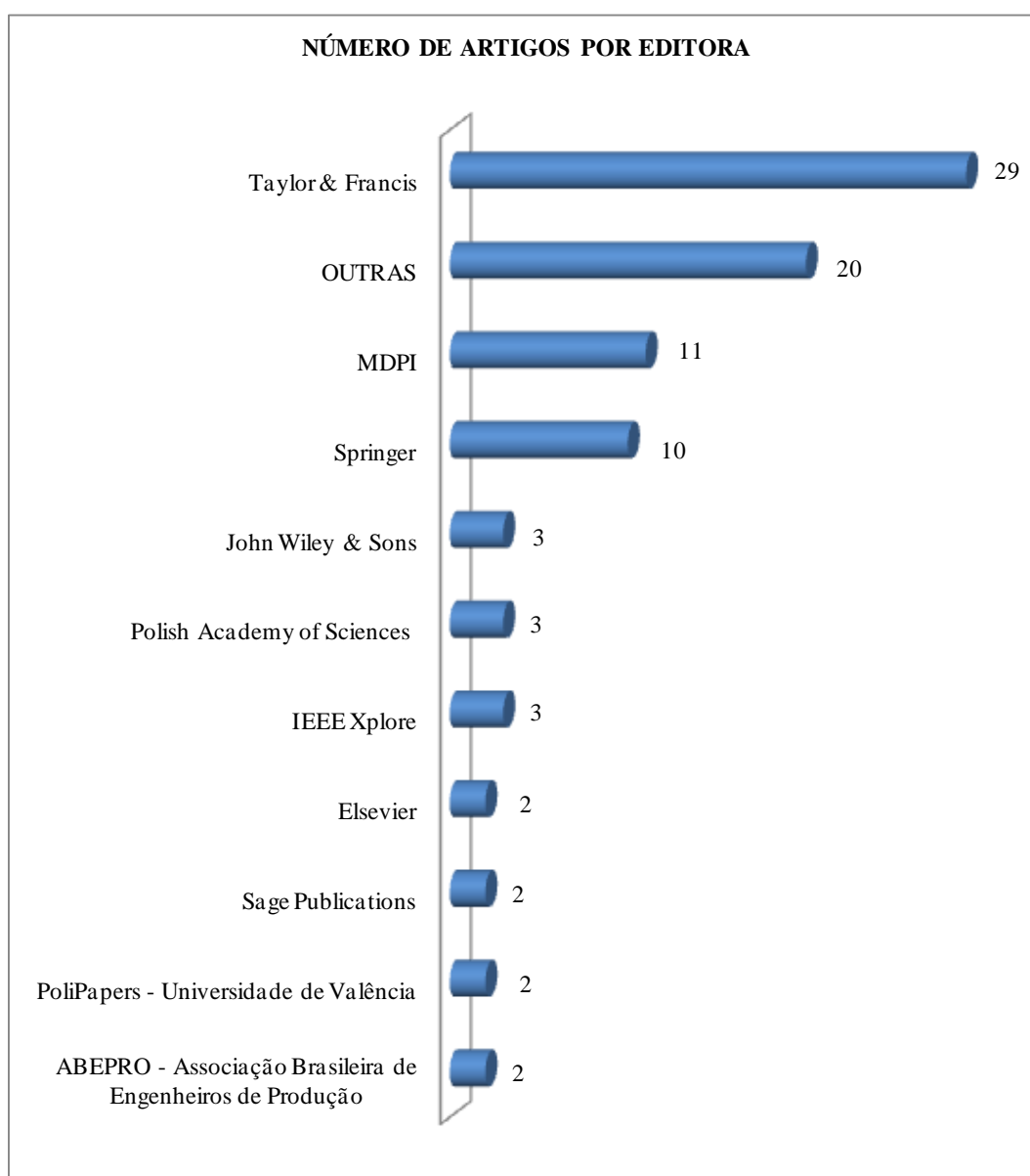


Gráfico 3: Número de Artigos por Editora

4.3 Manufatura e Atividade

Maioritariamente os artigos estudados eram relativos à manufatura em geral (em que a atividade não é especificada no artigo) (cerca de 28%) e estudos da manufatura ligada aos veículos a motor, reboques e semirreboques (23%), sendo a atividade do ramo automóvel a mais presente. Em segundo lugar a manufatura de produtos alimentares com atividades diversificadas, seguida da manufatura de metais básicos com atividades metalúrgicas. A manufatura de produtos têxteis também esteve representada assim como a manufatura de maquinaria e equipamentos entre outras. Em relação às outras agrupou-se uma série de atividades que apareceram uma ou duas vezes. Podemos visualizar a distribuição de artigos por tipo de manufatura no gráfico 4.

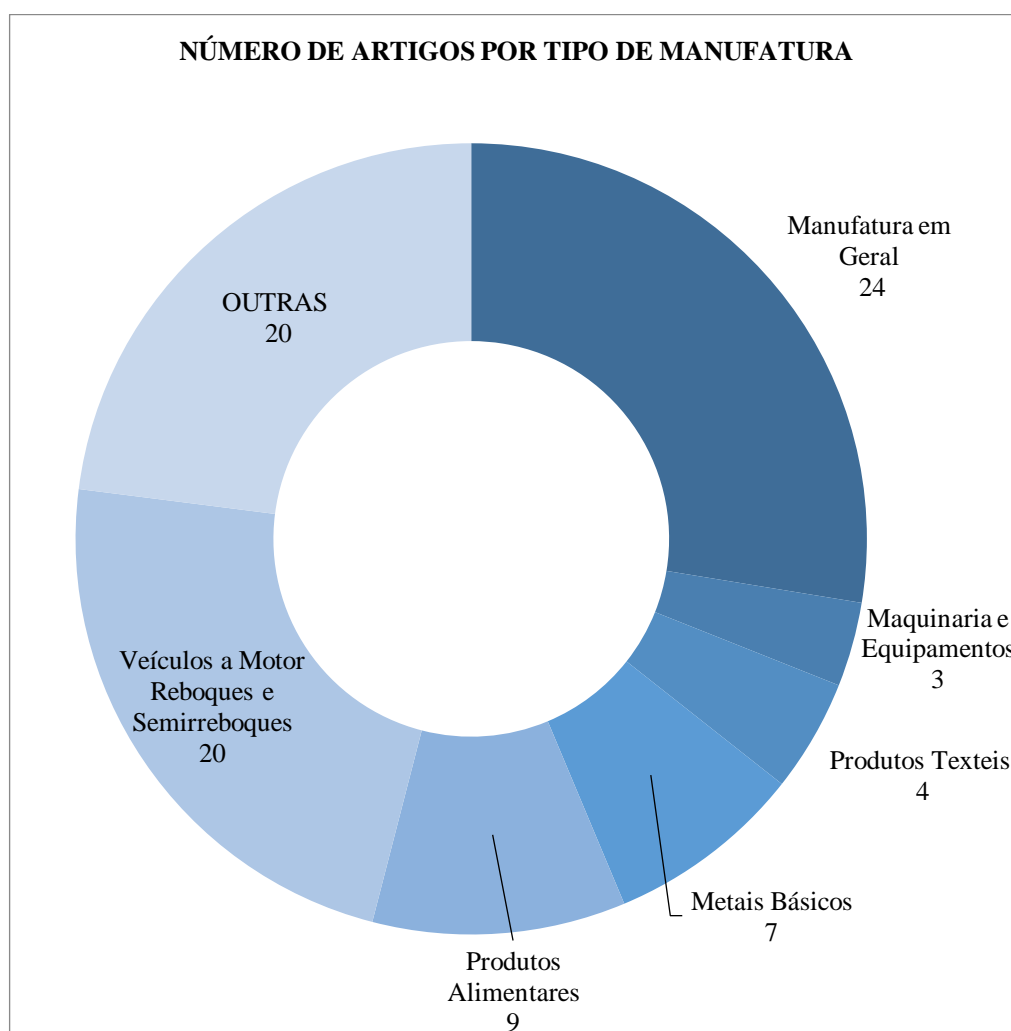


Gráfico 4: Número de Artigos por Tipo de Manufatura

4.4 Origem dos Artigos

A origem dos estudos de caso foi bastante diversificada, 30 países diferentes, num número significativo de artigos (21 artigos) a origem não foi revelada. A Índia foi dos países, no qual mais estudos se fizeram, seguida do Brasil, China, Indonésia, Malásia, Itália, Portugal, Espanha, entre outros. Pode-se visualizar essa distribuição no gráfico 5.

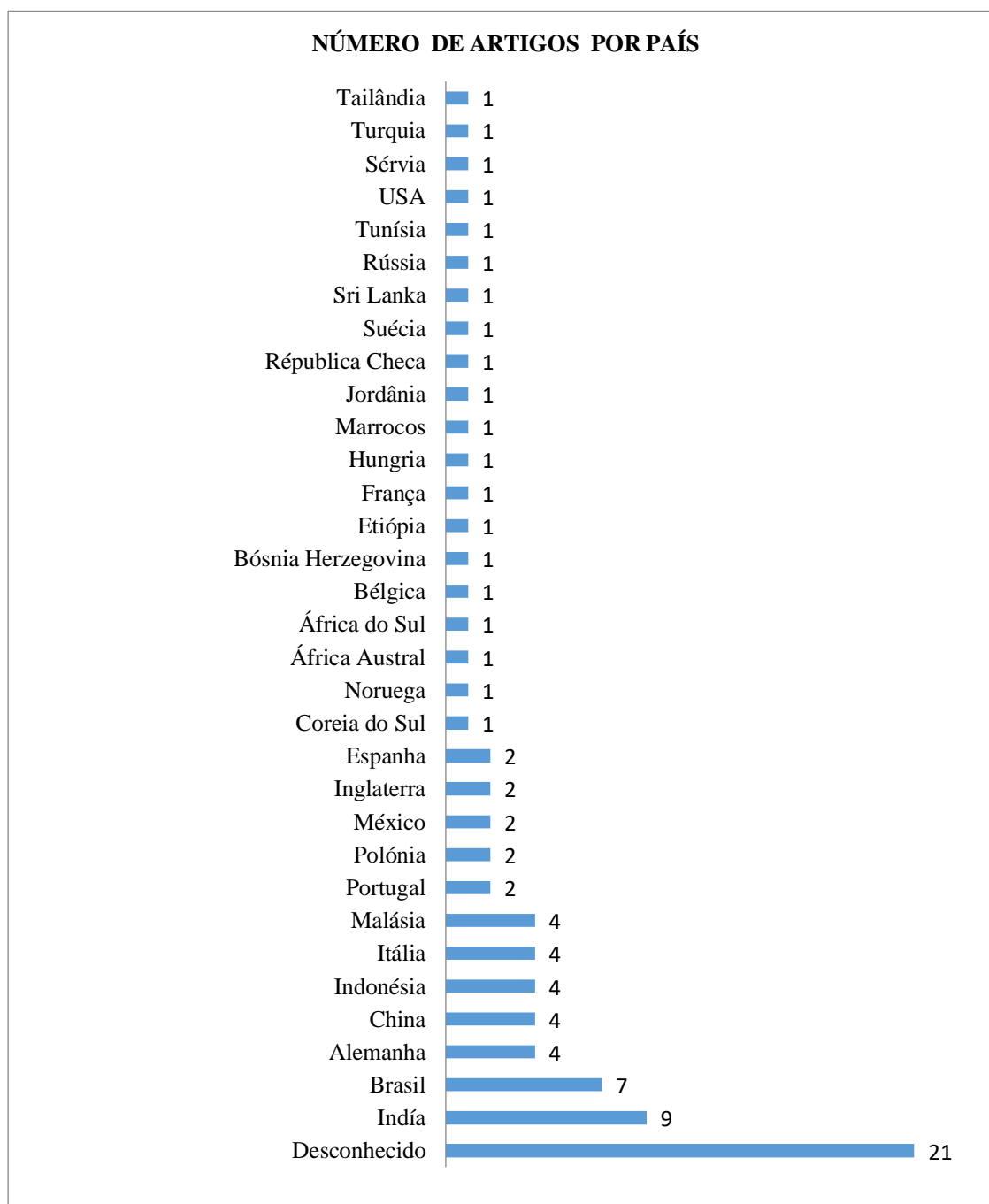


Gráfico 5: Número de Artigos por País

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 As Barreiras e os Fatores Críticos de Sucesso

Segundo *Schulze e Dallasega (2023)* as barreiras encontradas na implementação *Lean* no geral passaram pela organização e cultura na falta de cultura organizacional no suporte à implementação *Lean* assim como a falta de envolvimento de todos os funcionários. A barreira relativa ao conhecimento, passou pelo pouco conhecimento da matéria e a falta de treino na implementação da metodologia *Lean*. Em termos financeiros, a falta de recursos e não existir a percepção dos benefícios da implementação *Lean*. Outra dificuldade apresentada diz respeito à falta de padronização e adaptabilidade da metodologia *Lean* a ambientes diferentes de produção. Os autores assumiram que esta identificação das barreiras pode servir de ponto de partida ao desenvolvimento de diretrizes práticas para facilitar e avaliar a implementação de determinadas metodologias *Lean*.

Para *Lucantoni et al. (2022)* a combinação de práticas mais comuns na indústria 4.0 foram a Análise de *Big Data* e o VSM, realçaram uma tendência crescente para novas publicações sobre o assunto, pois apesar desta tendência, não identificaram muitas aplicações práticas na literatura, sendo importante que tal aconteça para contribuir para o desenvolvimento desta ferramenta.

Urban e Tochwin (2022) pretenderam identificar os fatores mais importantes para determinar o sucesso da implementação *Lean* nas organizações, afirmando que seja qual for o método utilizado por si só ou em conjunto com outros, esses fatores são semelhantes. Definiram como fatores críticos de sucesso, em primeiro lugar o envolvimento do gestor em iniciativas *Lean*, o segundo passou por tratar o *Lean* como um componente estratégico. Terceiro a luta real pelo desempenho operacional. Um quarto foi a abordagem específica da indústria. Outro fator identificado foi a construção intencional da Cultura *Lean* dentro da organização. E ainda um outro fator foi a introdução e colocação em prática efetivamente das ferramentas *Lean*.

Segundo *Kostiuk* (2022) uma das barreiras encontradas passou pelo facto das empresas não divulgarem dados sobre problemas de qualidade ou processo produtivo defeituoso, pois os dados relacionados com o número de reclamações e má qualidade dos produtos fabricados podem afetar negativamente a reputação da empresa e em termos de concorrência, a qualidade é um dos fatores decisivos na compra de bens ou serviços.

Para *Matope, Chirinda e Sarema* (2022) foi considerado difícil partir de um pressuposto fidedigno em termos de registo de dados, uma vez que os operadores foram informados acerca dos estudos de tempo e para o que iriam servir, para a melhoria do seu trabalho e processo. Sendo que o mapeamento foi feito com recurso a vídeos, os operadores foram orientados a não ficarem nervosos, e a trabalhar normalmente, como fariam no desempenho de suas tarefas diárias. Sempre que fossem observadas incongruências o processo de análise e registo teria de ser repetido.

Guzel e Asiabi (2022) também manifestaram a dificuldade na recolha de dados corretos dos funcionários para além da oposição dos funcionários à mudança. Outras barreiras apontadas pelos autores foram as restrições financeiras e de recursos humanos.

Ramani e Lingan (2022) referiram a necessidade de adicionar mais informações em termos de recursos e restrições no local de trabalho para se obterem melhores resultados no processo de produção *Lean*.

O investimento significativo necessário em tecnologias 4.0 que ajudem a uma implementação mais eficaz do VSM, foi considerada uma barreira, pese embora este ser rapidamente compensado pelas melhorias oferecidas (*Kihel et al., 2022*).

Para *Gutiérrez-Sánchez e Guillén-Guzmán* (2022) as barreiras na implementação do VSM foram as condições ambientais e a falta de empenho do pessoal.

A realização de estudos de forma mais intensa e abrangente no universo de cada indústria e a necessidade de se criarem formas de determinar as implicações financeiras, foram consideradas como fatores críticos de sucesso na viabilidade da implementação do VSM (*U. Kumar & Shankar, 2022*).

Luz et al. (2021) relataram que aplicação dos métodos estocásticos existentes na análise do fluxo de valor ainda não se encontra suficientemente desenvolvida e não se integra sistematicamente, para além do que os poucos estudos que consideram a estocasticidade dos fluxos de valor não têm em conta o efeito que as fontes de incerteza provocam umas nas

outras. Na implementação tradicional do fluxo de valor, nem sempre se considera a variabilidade inerente dos processos, reforçando melhorias que podem não levar a resultados significativos. Nesse sentido, as incertezas associadas aos fluxos de valor tornam-se um problema que pode ser contornado com a integração de métodos estocásticos.

Salwin et al. (2021) apontaram como desvantagem do VSM a sua natureza estática, por exemplo, no dia do mapa VSM atual, a produção pode estar a funcionar sem problemas, mas no dia seguinte pode haver avarias de máquinas ou atrasos nas entregas, então qualquer VSM seguinte pode variar significativamente. Para superar essa desvantagem foi apontado o uso de modelos de simulação em conjunto com a ferramenta VSM para definir com mais eficácia o estado atual e futuro da organização. Mas salientaram a necessidade de um olhar abrangente sobre o sistema de produção, uma vez que pequenas alterações no sistema podem alterar radicalmente os efeitos desses processos.

Marconi et al. (2021) salientaram ser de suma importância a colaboração entre as diferentes partes interessadas envolvidas (gestores, chefes de departamento, operadores das linhas de produção).

Busert e Fay (2021) afirmaram que para a construção dos diversos cenários, foi útil entrevistar funcionários do chão de fábrica e envolvê-los nos workshops, pois geralmente, segundo os autores, eles são a melhor fonte de conhecimento do processo e dos cenários críticos do seu trabalho diário.

A necessidade de um melhor entendimento do fluxo do processo existente e identificação do VA e NVA foram apontadas como barreiras. Outro desafio encontrado foi a conversão de funções necessárias em instruções de trabalho compreensíveis uma vez que é essencial transmitir aos trabalhadores técnicas básicas e a importância da implementação das práticas *Lean*. Ficou claro que o sucesso da implementação acaba por ser altamente dependente do conhecimento e especialização dos participantes (M. B. Kumar et al., 2021).

Segundo *Zasadzień (2020)* as barreiras prendem-se com a resistência dos gestores no que toca à limitação da realização de pesquisas. Neste caso os resultados da pesquisa confirmaram a eficácia da introdução de soluções da filosofia *Lean*, tornando isso particularmente importante, caso a empresa não possa implementar de forma abrangente o conceito de *Lean Manufacturing*, devido a razões organizacionais ou financeiras.

Para Santos et al. (2019) as barreiras mais importantes encontradas foram por um lado a dificuldade em capturar todas as informações de diferentes produtos em um único VSM, por outro lado a dificuldade de comparação da metodologia Sus-VSM em diferentes sistemas de manufatura, em diferentes contextos e ainda a falta de algumas informações críticas relacionadas aos aspetos ambientais (água, energia, resíduos sólidos entre outros). No que concerne às direções a ter em conta foram destacadas a importância de um método de trabalho bem definido e métodos de realização do mapa propriamente dito garantindo que a sua execução seja rápida para todos os intervenientes.

Rafique et al. (2019) deixaram o registo da necessidade de transformação de mentalidades, de conhecimento e compreensão das ferramentas por parte de quem as implementa. Consideraram ter de existir planeamento, bem como estratégias adequadas de implementação. Para eles a revisão da literatura na obtenção de conhecimento foi considerada fundamental.

Maalouf e Zaduminska (2019) apontaram como barreiras a maquinaria pesada e inflexível, o longo tempo de configuração e complexidade de recursos. Estes limitaram a implementação e o impacto das práticas *Lean* nas indústrias de processo em geral.

Segundo *Dhingra, Kumar e Singh (2019)* a barreira encontrada foi a dificuldade em convencer as pessoas a partilhar as suas experiências, as suas habilidades e conhecimentos que mudam o nível de desempenho da organização, mas nada supera a formação adequada e feita diretamente nos postos de trabalho no chão de fábrica.

Busert e Fay (2019) referem ter sido fundamental para o sucesso da implementação terem tido a possibilidade de explicar aos funcionários no chão de fábrica a necessidade de adquirir e inserir dados nos diferentes sistemas de IT de forma holística, assim como lhes transmitiram possíveis consequências no caso de inserirem dados com baixa qualidade – por exemplo, muito tarde ou muito cedo.

Alzubi et al. (2019) referiram que foi difícil convencer a administração desta fábrica a adotar uma abordagem de manufatura *Lean* revolucionária, cara e com riscos associados, apesar das melhorias adicionais nos processos no mapa futuro F-VSM, demonstrarem que a combinação das ferramentas de simulação originaram melhorias na produção.

Yüksel e Uzunovic (2019) no que diz respeito a barreiras, durante a implementação, os autores encontraram resistência por parte quer da administração quer dos operacionais em

acreditar na possibilidade de quaisquer melhorias necessárias, devido à vantagem do baixo custo de mão-de-obra no caso em estudo. Outra limitação apontada foi a falta de praticantes da filosofia *Lean* com formação. Sem apresentar adequadamente os principais conceitos e objetivos do *Lean* aos funcionários, não há esperança de uma implementação bem-sucedida.

Dadashnejad e Valmohammadi (2019) falaram na necessidade de eliminar as barreiras operacionais e aplicar a coordenação necessária entre os intervenientes para que a LP possa desempenhar um papel fundamental na obtenção de uma maior qualidade e menor custo o que acabará por levar à redução do custo do produto acabado.

Para Brito et al. (2018) a barreira da abordagem estudada (a partir do VSM integrou várias ferramentas *Lean* e de MC com metodologias ergonómicas com recurso a simulação com software apropriado) passou por requerer muito tempo e dedicação. Consideraram que por ser utilizada em sistemas produtivos completos e quando não existe urgência na implementação poderá ser uma desvantagem.

Kumar e Parameshwaran (2018) indicaram como barreira a avaliação dos modos de falha, estes baseiam-se na opinião e no conhecimento dos especialistas disponíveis na organização, caso não exista uma pessoa capacitada não será fácil reunir todas as informações necessárias para a implementação de planos de melhoria.

Segundo *Romero e Arce* (2017) a partilha dos resultados positivos da implementação desta ferramenta deve ser promovida para que possa ser adaptada a outros setores e ambientes, nomeadamente onde os resultados possam ainda não ser evidentes. Consideraram fundamental a preparação de quem implementa o VSM para não colocarem em causa os seus resultados.

Andreadis, Garza-Reyes e Kumar (2017) identificaram como barreira na implementação VSM, o tempo gasto em todo o processo, o treino, a formação necessária, uma vez que esse tempo é superior a outras ferramentas, por esta ser também a mais complexa. No entanto aconselharam a que seja feita mais investigação e que haja mais formação para que o sucesso de implementação do VSM seja ainda maior.

Para *Netland* (2016) o sucesso na implementação *Lean* depende do grau de comprometimento e envolvimento dos gestores, liderando e promovendo conhecimento e formação de forma contínua a todos os funcionários, criando rotinas de implementação sistemáticas.

Alaya (2016) referiu que ainda não existiam à época trabalhos empíricos disponíveis em número suficiente para incentivar a implementação do VSM como ferramenta de diagnóstico e planeamento apesar de existirem inúmeros pesquisadores e académicos a referirem que as iniciativas para a produção *Lean* são sempre mais eficazes se for implementado o VSM.

Lacerda, Xambre e Alvelos (2016) reforçaram a importância de se envolver os operadores em todo o processo de implementação, a participação nos eventos, para além de mudar mentalidades, ao fazerem parte das soluções de melhoria tornam-se muito mais empenhados nas suas tarefas.

Belekoukias, Garza-Reyes e Kumar (2014) reforçaram a ideia de que se for feita uma análise VSM incorreta sob o ponto de vista dos processos e desperdícios, consequentemente as prioridades selecionadas bem como as ferramentas *Lean* a utilizar não serão as adequadas prejudicando a sustentabilidade da estratégia *Lean*.

Para Sobral, Sousa e *Chiappetta* (2013) a barreira residiu no facto de a sinergia entre *Lean* e Green não ser bem compreendida pelos gestores, isto é, a manufatura *Lean* não se integra totalmente com a gestão ambiental nas atividades diárias da empresa.

As barreiras e fatores críticos de sucesso enunciados pelos diversos autores, uns mais específicos sobre o VSM, outros mais abrangentes em relação às práticas *Lean* e de MC e ainda outros mais restritos relativos ao uso integrado de diversas ferramentas, metodologias e tecnologias a partir do VSM, acabam por ser transversais. As barreiras e fatores críticos de sucesso na implementação do VSM passam pela falta de cultura organizacional. A salientar a importância do envolvimento de todos os funcionários, desde o operário, aos engenheiros, aos chefes de departamento e ao diretor de fábrica no processo de implementação de qualquer ferramenta *Lean* ou MC, mais concretamente o VSM. Por outro lado, a falta de conhecimento e formação acerca da ferramenta e de não existirem muitas pessoas especializadas na matéria. Sem este envolvimento e conhecimento coloca-se em causa, a recolha fidedigna de dados para a construção dos mapas e a análise dos diversos fluxos de valor, para que se identifiquem os eventuais desperdícios e garantir que desses mapas emanam as melhores propostas de melhorias e as mais adequadas ou as mais prioritárias.

A falta de partilha de conhecimentos e experiências entre empresas. As restrições de recursos humanos e financeiros, o tempo e a dedicação exigida impedem que se implemente de forma sistemática as ferramentas e metodologias *Lean* e MC. É necessário que se façam

mais estudos de forma mais intensa e abrangente e com determinação das implicações financeiras, da implementação das mesmas. Uma outra barreira é a falta de noção, por parte de quem decide, em termos de recolha de benefícios. Não se considerar a vertente estratégica na implementação das práticas *Lean* e não fazendo planeamento dificulta a implementação, assim como a falta de métodos padronizados e que se adaptem a diferentes ambientes de produção e que sejam colocados em prática rápida e eficazmente. Por outro lado, a gestão das invariáveis nos processos e a sua complexidade fazem com que se necessite de recorrer ao uso de simuladores adequados e novas tecnologias para que se possa definir o estado atual e futuro eficazmente, tudo isto implica investimento considerável e apesar de existir um retorno garantido, quem o decide precisa ser convencido com dados que suportem essa garantia de eficácia. A necessidade de existir mais literatura que sustente a utilização do VSM interligado à automação, em termos de recolha de dados e à influência de fatores de incerteza que influenciam os diversos fluxos de valor acaba por ser também uma premissa do sucesso.

5.2 A Importância do *Value Stream Mapping*

Segundo *Urban e Tochowin (2022)* a melhor prática na transformação *Lean* é começar por implementar o VSM para se conhecerem detalhadamente os processos em cada etapa, identificando os que são efetivamente importantes e necessários para entregar valor do início ao fim, bem como a partir do qual, se torna possível identificar eventuais desperdícios nos processos mapeados. Consideram que assim seja possível obter maior eficiência devido à visualização sistemática e análise de gargalos nos processos, permitindo que recursos materiais e humanos sejam usados eficientemente.

Para *Lee et al. (2021)* esta ferramenta também pode ser muito útil quando direcionada para a sustentabilidade. Os resultados demonstraram que as métricas aplicadas em estudos de ponta ajudam os profissionais a entender o processo de seleção de indicadores na implementação do VSM orientado para a sustentabilidade.

Segundo *Kolos (2020)* o conjunto de componentes interligados do fluxo de valor é composto por fluxo de materiais, fluxo de caixa, fluxo humano e fluxo de informações. Para a identificação da influência dos fluxos no valor agregado, não agregado e não agregado, mas necessário o autor utilizou o VSM juntamente com algumas outras ferramentas, sendo este detalhe da influência no fluxo de valor fundamental para aos gestores melhorarem a

eficiência, fazerem uma distribuição e uso racional dos recursos bem como criarem um sistema focado na criação de valor.

Fukuzawa (2020) referiu que a contribuição do VSM foi lembrar a importância de olhar para o fluxo de valor, identificando os seus gargalos e resolvendo-os. Considerou o VSM como uma ferramenta eficaz na redução de prazos de entrega, na melhoria dos tempos de agregação de valor, na redução de desperdícios nos diversos departamentos, nas vendas, na logística, nas compras ou mesmo no desenvolvimento do produto, demonstrando a importância do VSM na visão do fluxo de valor ao longo de toda a cadeia, em suma uma ferramenta de otimização geral contribuindo assim para o valor final a entregar ao cliente.

Para *Rafique et al.* (2019) o VSM foi considerado ser uma ferramenta extremamente útil para efetuar um estudo aprofundado de todas as operações a decorrer e identificar os desperdícios. Ficou patente que o facto de poder ser visualizada a situação inicial versus a final e a simulação de resultados antes da implementação efetiva das melhorias é uma mais-valia na tomada de decisões e realização de investimentos, para as chefias.

Segundo *Romero e Arce* (2017) o VSM, ajuda a reduzir todo o tipo de desperdícios e consideraram ser uma ferramenta em franco crescimento pelo mundo fora. O VSM demonstrou ser capaz de melhorar a visibilidade do fluxo de valor e o desempenho dos fabricantes. Também ficou patente o desenvolvimento das variantes desta ferramenta para fazer face aos desafios de mercado, uma vez que é uma ferramenta versátil, que se adapta a diferentes ambientes de produção.

Segundo *Shou et al.* (2017) a implementação do VSM na manufatura estará mais desenvolvida do que em outros setores de atividade. Os resultados apresentados frisaram que os processos analisados na manufatura foram predominantemente a redução do lead time e sempre na perspetiva de aumentar a eficiência do processo em causa, fazendo passar a ideia de que o VSM é uma ferramenta apenas para visualizar o valor e o desperdício nos processos, em vez de uma filosofia de melhoria de todo o sistema mais abrangente, como eles a consideraram ser.

Andreadis, Garza-Reyes e Kumar (2017) demonstraram que a implementação do VSM pode ser autossuficiente para se obter a redução do lead time, melhorar a produtividade, reduzir o tempo de ciclo e reduzir stocks. Consideraram-na como uma ferramenta essencial para identificar resíduos.

Netland (2016) considerou o VSM como uma ferramenta auxiliar importante na implementação *Lean*.

De acordo com *Forno et al.* (2014) a facilitação do processo de medição de dados passou a permitir que a implementação VSM possa ser feita frequentemente tornando esta ferramenta muito mais útil em processos de melhoria contínua permitindo inclusive a adoção de métodos estatísticos para monitorizar o desempenho dos processos bem como os resultados dos mapas futuros.

A importância de se usar esta ferramenta ficou patente na medida em que permite conhecer detalhadamente os processos, identificando os que são efetivamente importantes e necessários para entregar valor ao cliente, identificando os desperdícios, analisando sistematicamente os gargalos nos processos para garantir o uso eficiente de recursos humanos e materiais com vista à sustentabilidade. Foi considerada uma ferramenta de otimização geral uma vez que pode ser implementada para analisar qualquer processo ao longo de toda a cadeia de valor. Também a possibilidade de ser usada em diferentes ambientes de produção, o ser uma ferramenta versátil lhe concede importância. Demonstrou ser por via da visualização inicial versus a final dos mapas e a simulação de resultados antes ser efetivamente implementada, extremamente útil no processo de tomada de decisão e investimento por parte dos decisores.

5.3 As Derivações do *Value Stream Mapping*

Do universo de artigos estudados encontraram-se diversas abordagens a novas metodologias a partir do VSM, em que passam a incluir aspetos ergonómicos, de sustentabilidade ambiental e de recursos, de qualidade, etc. Na tabela 1 estão registadas as derivações do VSM.

Tabela 1: Derivações do VSM

DERIVAÇÕES DO VSM
3SM (SMED + VSM) - Mapeamento de Fluxo de Configuração Sustentável
QVSM (<i>Quality</i> + VSM)
DVST (VSM + <i>Digital Twin</i>)
E - VSM (DMAIC + <i>Green Lean Six Sigma</i> + VSM)
E - VSM (Fatores Ambientais + VSM)
RVM (Gestão recursos + VSM)
SUS - VSM (DMAIC + 5 Porquês + Diagrama de Pareto + VSM)
PD - VSM (<i>Product Development</i> + VSM)
Ergo - VSM (Fatores Ergonómicos + VSM)
S - VSM (Ferramentas de <i>Lean Production</i> (LP) + <i>World Class Manufacturing</i> + Diagrama de Pareto + Diagrama de Esparguete + VSM)
Ergo - VSM (Fatores Ergonómicos + VSM)

Para *Ebrahimi, Khakpour e Saghiri* (2023) a junção do SMED e do VSM foi a base para uma nova metodologia, o 3SM. O contributo do VSM foi permitir avaliar os impactos de sustentabilidade das operações de configuração em processos de fabricação relevantes e a fazer os ajustes necessários, se for caso disso. Alcançaram uma redução dos tempos de setup, reduziram o consumo de energia, reduziram os inventários e os custos.

Para *Kostiuk* (2022) foi a qualidade a ser aliada ao VSM dando origem ao QVSM. Com o VSM foi possível identificar as operações em que a qualidade contribuiu para criação de valor agregado.

Frick e Metternich (2022) com o DVST pretenderam fornecer uma estrutura para melhorar os processos, reduzir os desperdícios e criar um fluxo de produto completo recorrendo à digitalização para que os dados recolhidos pudessem apoiar a implementação do VSM.

Para *Gholami et al.* (2021) e *Ramsunder e Olanrewaju* (2021) o interesse foi a vertente ambiental. Pretenderam reduzir o impacto ambiental, atingindo a sustentabilidade ambiental através da implementação do E-VSM tendo em conta o *Green Lean Six Sigma*, mais

especificamente utilizando a ferramenta DMAIC. O contributo do VSM foi permitir uma análise dos fluxos de energia e materiais, proporcionando a visualização do efeito de cada processo. Reduziram o consumo de produtos químicos e energia, reduzindo consequentemente custos para além de incentivarem a cultura ambiental.

Marconi et al. (2021) mais virados para a economia de recursos propuseram uma ferramenta, a RVM, que a partir do VSM permitiu monitorizar como os recursos são consumidos, se e onde ocorrem desperdícios, as causas das ineficiências do processo, para poderem assim elaborar um plano de melhoria para minimizar o consumo de energia/recursos, impactos ambientais e custos operacionais. Conseguiram demonstrar melhoria na eficiência ao nível energético, ambiental e económico.

Jamil et al. (2020) propuseram uma nova metodologia o Sus-VSM baseada no ciclo de melhoria DMAIC, integrando as ferramentas dos 5 Porquês e o Diagrama de Pareto e tendo por base o VSM e com ela provaram ser possível produzir de forma sustentável.

Jing et al. (2019) desenvolveram uma metodologia o PD-VSM com a finalidade de otimizarem o processo de desenvolvimento de determinado produto com base no VSM. Ao identificarem as atividades sem valor agregado no processo de desenvolvimento do produto reduziram o desperdício de tempo para entregar as informações e materiais da maneira mais eficiente.

Nagaraj et al. (2019) e *Jarebrant et al. (2016)* a partir do VSM usaram a abordagem ergonómica originando a nova metodologia Ergo-VSM. O VSM permitiu localizar as atividades ergonómicas críticas nos processos e avaliar os fatores humanos num dos estudos onde foi melhorada a qualidade de vida dos trabalhadores e onde se melhorou o desempenho operacional. No outro estudo o VSM permitiu reduzir o lead time tendo em conta os fatores ergonómicos, assim como proporcionou a redução de desperdício.

Carmignani (2017) apresentou uma metodologia inovadora, o S-VSM para melhorar o processo de gestão da cadeia de suprimentos baseado no VSM. Esta ferramenta permitiu uma visão geral de como a perda gerada pela cadeia de suprimentos influencia os custos de transformação, para ser possível propor soluções com o propósito de melhorar o fluxo passível de ser contabilizado e o fluxo físico da cadeia de suprimentos otimizando-os para se definirem melhorias a implementar. Conseguiram reduzir os custos de armazenamento, os custos de risco de inventário baixos e eliminar os desperdícios na cadeia de abastecimento.

Surgiram novas metodologias a partir de derivações do VSM sejam elas ligadas à ergonomia, aos fatores ambientais, à digitalização de dados, a uma gestão eficiente de recursos económicos, ambientais ou energéticos, aos fatores de qualidade, à eliminação de desperdícios ao longo da cadeia de suprimentos e à sustentabilidade. Qualquer uma das derivações origina resultados positivos para as empresas e para os seus trabalhadores. O contributo da utilização do VSM como base de partida na implementação de quaisquer outras metodologias com vista à MC, seja qual for o âmbito da melhoria que se pretenda, ficou demonstrado nos vários artigos analisados.

5.4 A Integração do *Value Stream Mapping* com outras Ferramentas e Metodologias

Os estudos analisados apresentaram a integração do VSM com inúmeras ferramentas e metodologias *Lean* e de MC, em alguns estudos integraram uma ferramenta, noutros integraram diversas ferramentas em simultâneo. A escolha das ferramentas, metodologias ocorreu de acordo com os processos que se pretendiam melhorar, as áreas funcionais ou em função do objetivo a atingir. Mais de metade dos artigos analisados usou o VSM integrado com outra ferramenta e/ou metodologia (cerca de 62,5% dos estudos de caso). Na tabela 2 estão registados o número de artigos em que cada ferramenta e metodologia *Lean* ou de MC se integra com a implementação do VSM.

Tabela 2: Número de Artigos em que cada Ferramenta e Metodologia se Integra com o VSM

FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	NÚMERO DE ARTIGOS EM QUE SE ENCONTRAM
SMED	9
KANBAN	8
5S	8
DMAIC	6
KAIZEN	5
JIT	5
5 PORQUÊS	4
GEMBA WALKS	4
SIX SIGMA	4
DIAGRAMA DE PARETO	3
POKA-YOKE	3
OEE	3
HEIJUNKA	2
VISUAL MANAGEMENT	2
DIAGRAMA DE ESPARGUETE	2
WCM	2
PDCA	2
FMEA	2
STANDARD WORK	2
MUDA	1
GRÁFICO YAZUMI	1
TPM	1
IMS-QES	1
MTM-UAS	1
ABC ANALYSIS	1
FUZZY QFD	1
LOB	1
ECRS	1
DIAGRAMA DE GANTT	1
TOC	1

As ferramentas e metodologias que mais são usadas conjuntamente com o VSM são o SMED, o *Kanban*, os 5S, o DMAIC, o *Kaizen*, o JIT, os 5 Porquês, o *Gemba Walks* e o *Six Sigma* entre outras. Na tabela 3 encontram-se as diversas combinações de ferramentas e metodologias utilizadas com o VSM, encontradas nos artigos analisados.

Tabela 3: Número de Vezes que se Repete a Conjugação das Várias Ferramentas e Metodologias

FERRAMENTAS E METODOLOGIAS INTEGRADAS COM O VSM	NÚMERO DE VEZES QUE SE REPETE A CONJUGAÇÃO
<i>KANBAN</i>	4
SMED	2
DMAIC + <i>SIX SIGMA</i>	2
<i>GEMBA WALKS</i>	2
<i>KANBAN</i> + <i>HEIJUNKA</i> + <i>VISUAL MANAGEMENT</i>	1
DMAIC + 5 PORQUÊS + 5S	1
JIT + SMED + <i>KANBAN</i> + MUDA + <i>GEMBA WALKS</i>	1
DIAGRAMA DE PARETO	1
<i>KAIZEN</i> + 5S + <i>STANDARD WORK</i>	1
GRÁFICO <i>YAZUMI</i>	1
DIAGRAMA DE ESPARGUETE	1
5 PORQUÊS	1
JIT + <i>SIX SIGMA</i>	1
<i>KAIZEN</i> + 5S + SMED + OEE	1
PDCA + DIAGRAMA DE <i>GANTT</i>	1
<i>KANBAN</i> + JIT + SMED + 5S + <i>POKA-YOKE</i>	1
PDCA + TPM + 5S + <i>STANDARD WORK</i> + <i>KAIZEN</i>	1
IMS-QES + WCM	1
MTM-UAS + <i>KAIZEN</i>	1
DMAIC + 5 PORQUÊS + DIAGRAMA DE PARETO	1
DMAIC	1
<i>KAIZEN</i>	1
5 PORQUÊS + FMEA + ECRS	1
TOC	1
5S + SMED	1
OEE	1
SMED + <i>POKA-YOKE</i> + <i>GEMBA WALKS</i> + 5S	1
FMEA + <i>FUZZY QFD</i>	1
LOB	1
DIAGRAMA DE PARETO + DIAGRAMA DE ESPARGUETE + WCM	1
<i>KAIZEN</i> + SMED + <i>POKA-YOKE</i>	1
JIT + <i>VISUAL MANAGEMENT</i>	1
<i>HEIJUNKA</i> + <i>KANBAN</i>	1
TPM + JIT + <i>JIDOKA</i>	1
5 PORQUÊS + <i>HEIJUNKA</i> + JIT + <i>VISUAL MANAGEMENT</i> + <i>KAIZEN</i>	1

Segundo *Yuksel e Uzunovic* (2019) o VSM foi considerado uma etapa inicial na resolução de todos os problemas.

Para *Dadashnejad e Valmohammadi* (2019) com o VSM identificaram os gargalos e a partir daí selecionaram-se outras ferramentas na busca de oportunidades de melhoria, garantindo que essas melhorias fossem as efetivamente necessárias.

Segundo *Alaya* (2016) os praticantes da filosofia *Lean* deveriam desenvolver a sua abordagem a partir do VSM e integrá-lo com outras ferramentas *Lean*.

Sem dúvida que o VSM deva ser o ponto de partida, a base de sustentação para a prática da MC, para a partir daí integrar com outras ferramentas de acordo com as características do processo que se pretenda melhorar, conseguindo-se desta forma a otimização geral de qualquer processo que seja.

5.5 O Uso de Tecnologia na Simulação e Construção dos Mapas

Em cerca de 35% dos artigos de estudo de caso foram utilizados softwares ou outras tecnologias. A tabela 4 apresenta a lista de tecnologias e softwares usados nos diversos estudos.

Tabela 4: Tecnologia ou Software Usados

TECNOLOGIA OU SOFTWARE
<i>LucidChart software</i>
<i>DIGITAL TWIN</i>
<i>DES - AnyLogic Discrete Event Simulation</i>
<i>Quality Companion + SigmaXL software + EdrawMax</i>
<i>Tecnologias 4.0 - Big Data, Cloud Computing, IoT, AM, Drones, Power BI, Scan-3D, ERP, ATLS</i>
<i>MICROSOFT VISIO software</i>
<i>Flexsim 2019 Simulation software</i>
<i>Sunstone - RTLS software</i>
<i>SCM 4.0 - Tecnologias Supply Chain Management</i>
<i>TFN - Triangular Fuzzy Number + NFN - Normal Fuzzy Number</i>
<i>CNC + AUTOCAD</i>
<i>IT Systems</i>
<i>Smart - PLS software</i>
<i>ARENA software</i>
<i>ProModel software</i>
<i>Plant Simulation software</i>
<i>IVR - Immersive Virtual Reality - Realidade Virtual Imersiva</i>
<i>AHP + UML softwares</i>

Os softwares e tecnologias usadas permitiram facilitar a coleta e tratamento de dados dos diversos processos assim como facilitaram a simulação das alterações nos processos e resultados obtidos a partir de cada proposta de melhoria a implementar. Ajudam na construção dos mapas permitindo uma melhor visualização dos processos e fluxos. Quanto mais complexos os processos ou de maior dimensão mais importante se torna o uso destas tecnologias. Com estas tecnologias pode-se monitorizar em tempo real os fluxos de valor (humanos, materiais, financeiros e de informações) e resolver possíveis desperdícios de forma mais célere. O inconveniente passa pelo investimento necessário, ainda que possa ser rapidamente recuperado.

5.6 Resultados Alcançados

Ebrahimi, Khakpour e Saghiri (2023) relataram melhorias consideráveis em termos de tempo de configuração, bem como os critérios de sustentabilidade. Essas melhorias traduziram-se numa redução de 85,7% no tempo de setup. No que concerne a melhorias de sustentabilidade, relataram uma redução de 20% no consumo de energia. Também referiram uma redução de inventário de 506 peças, redução de desperdícios em 99% num determinado posto de setup e foi conseguida uma poupança de 255 240 dólares no conjunto de 60 setups anuais.

Kostiuk (2022) salientou que otimizar e inovar atividades qualitativas do processo de produção pode agregar valor a outras atividades ou operações geradoras de valor, mas a operação de qualidade da Inspeção em si não gera valor agregado para o cliente.

Frick e Metternich (2022) afirmaram que o VSM geralmente está sujeito a incertezas e depende de conhecimento especializado. A digitalização, por outro lado, gera uma disponibilidade crescente de dados de produção. O uso de dados tem o potencial de apoiar o VSM na preparação de dados direcionados.

Matope, Chirinda e Sarema (2022) relataram o aumento de produtividade de 50% com a adição de mais uma estação de trabalho e mais um operador na estação de acabamento superficial. Passou de 8 para 12 unidades produzidas por turno.

Landeghem e Cottyn (2022) propuseram novas extensões para o método VSM ilustradas com novos símbolos de processo (ver anexo A), novos símbolos de controlo de fluxo (ver anexo B) e um novo conjunto de 9 questões de redesenho para apoiar a criação de mapas de estado futuro (ver anexo C).

Wang, Rahardjo e Rovira (2022) referiram um aumento da taxa de 98% para 100% e a economia direta do projeto foi de 3180 euros. Foi possível gerar espaço disponível nas linhas de montagem, aumentando a capacidade de montagem de mais unidades e, claro, a produtividade. Aprimoraram as capacidades de planeamento e entrosamento dos funcionários e as reclamações de qualidade, custos e entregas foram reduzidos.

Ahmad, Amin e Mustafá (2022) afirmaram que a integração do trabalho de simulação no processo de avaliação no mapa futuro poderá ser um elemento significativo para apoiar as soluções e estratégias mais corretas, podendo eliminar múltiplos desperdícios.

Guzel e Asiabi (2022) demonstraram a diminuição nos tempos do processo produtivo e no número de defeitos de qualidade, e ao final de um ano, observaram uma redução de 29% na mão-de-obra total. Na etapa seguinte, o trabalho foi dividido em pequenos lotes para atingir o objetivo principal da produção *Lean*, e conseguiram um fluxo de peça única e assim obter uma melhoria de 65% nos tempos de espera. Em suma as práticas de produção *Lean* foram implementadas e os tempos de mão-de-obra anuais foram melhorados em 29%.

Segundo *Ramani e Lingan (2022)* a partir da ferramenta VSM foi conseguida a eliminação de desperdícios na qual resultou uma economia de tempo de cerca de 30% na atividade geral. O que permitiu que o processo pudesse ser executado com menores custos, maior qualidade e rapidez, respondendo às exigências do cliente em termos de custos, prazos e qualidade.

Poswa, Adenuga e Mpofu (2022) no seu estudo verificaram que os tempos sem agregação de valor nos postos mais críticos foram eliminados pela simulação de VSM o que resultou numa melhoria de produtividade de 4%, colocou a produtividade em 95% e a melhoria do tempo de ciclo total para 451 min (471 min antes) para unidades pequenas e 466 min (486 min antes) para unidades grandes.

Gebeyehu, Abebe e Gochel (2022) obtiveram uma redução do *lead time* de produção em 50 361 horas, o tempo de WIP foi reduzido de 196,83 para 146,46 horas e o tempo de espera também foi reduzido de 133,45 horas para 83,08 horas. Como resultado, a eficiência do ciclo do processo também melhorou em 8,6%. Houve também uma redução do número de operadores de 36 para 27 e num só turno. Além disso, a distância total percorrida foi reduzida de 1553 para 602 metros. Ficou demonstrado que o uso das metodologias *Lean*, especificamente o VSM é fundamental para melhorar as métricas de desempenho.

Wurjaningrum e Shafak (2022) comprovaram que com a ajuda do VSM, identificou-se o desperdício na forma de espera, defeitos e movimentações desnecessárias. Registraram o tempo total do processo produtivo de 2080 minutos, e o tempo total da Atividade de Valor Agregado de 1946 minutos (93,56%). Após a identificação dos desperdícios com a ajuda da ferramenta 5 Porquês identificaram as causas. Consequentemente elaboraram o plano de melhorias, tornando o processo produtivo mais eficaz e eficiente.

Segundo *Božić et al. (2022)* os resultados obtidos foram a redução de 7,87% no tempo total necessário para o processo de fabricação, a redução do número de colaboradores em 7%, o desperdício de componentes no processo de produção foi reduzido em 57%, 60% de

redução no número de produtos acabados de má qualidade, o tempo médio de processamento por produto reduziu 18% e um aumento de 10% no número de produtos acabados. Consideraram que o VSM é uma ferramenta útil, principalmente para identificar operações que não agregam valor.

González Ruiz, Blanco e Gascons (2022) afirmaram que o tempo sem valor agregado foi reduzido em 23,6% devido à redução dos tempos de retrabalho (*waste time*) causados pelas melhorias de qualidade. Como resultado, a eficiência aumentou em cerca de 15% e os custos de material diminuíram 18,5% por via da eliminação de desperdício.

A integração das tecnologias 4.0 tornou a ferramenta VSM capaz de monitorizar fluxos de valor em tempo real para resolver possíveis desperdícios rapidamente, oferecendo um ambiente de logística totalmente integrado, onde os dados foram e são transmitidos em tempo real entre os armazéns dos países em questão e os clientes. Foram denotadas melhorias no desempenho económico, social e ambiental (Kihel et al., 2022).

Gutiérrez-Sánchez e Guillén-Guzmán (2022) afirmaram que a ferramenta foi extremamente útil para a análise do processo, sobretudo sendo um processo produtivo considerado atípico, a melhoria alcançada foi um aumento da produtividade num processo de arrefecimento em cerca de 31,7% (de 42% para 73,7%) e evitou-se a superprodução com a ajuda de um evento *Kaizen*, conseguindo processar dois tipos de produtos na mesma linha de produção. A satisfação pelos resultados obtidos por parte da empresa foi motivo para avançar com o mesmo método para toda a sua variedade de produtos ao nível da otimização da linha de produção bem como numa área de armazenamento e na zona de embalagem.

Segundo *Shabeen e Krishnan (2022)* como resultado do seu estudo alcançaram uma redução do *lead time* de 1102 min para 739 min e um aumento de produção de 33 para 40 peças por dia. A eficiência melhorou 49% e a eficácia 21,1%.

U. Kumar e Shankar (2022) relataram uma redução do *lead time* de 34,79%.

Schneider, Carvalho e Tabora (2021) consideraram os resultados positivos pese embora não terem sido quantificados. As sugestões de melhoria foram elaboradas a partir do VSM, pois permitiu conhecer amplamente o processo produtivo e assim puderam visualizar oportunidades de melhoria e verificação de problemas inclusive os impercetíveis.

Patil, Pisal e Suryavanshic (2021) verificaram uma redução do tempo de ciclo em dois postos de trabalho, de 200,67 min para 120,14 min e de 187,65 min para 111,75 min

respetivamente. O *lead time* da empresa passou de 4,6 dias para 3,3 dias. Anteriormente produzia uma a duas peças por dia passando a produzir cinco peças por dia. Considerado o sucesso alcançado a organização decidiu aplicar o método a outras empresas do grupo.

Gholami et al. (2021) revelaram ser possível reduzir significativamente o consumo de produtos químicos e de energia no sistema em 28% e 21%, respetivamente, o que representa uma grande economia de custos.

Salwin et al. (2021) após a implementação das melhorias sugeridas, as taxas de produtividade na linha de corte melhoraram em 17% e a quantidade de resíduos de fita de polipropileno foi reduzida em 1,7 vezes em comparação com o estado atual. O conforto e a segurança dos operadores foram significativamente melhorados ao adquirir uma peça de reposição para a linha de corte longitudinal. Além de visualizar todo o processo de produção através dos mapas do estado atual e futuro, também afetou a mudança no índice de Disponibilidade, que foi definida como a relação entre o tempo programado e o tempo de conclusão da tarefa, na linha de corte de 67% para 79%, o que não afetou diretamente a duração do ciclo de produção, mas atestou a transformação do tempo sem valor agregado em tempo necessário sem valor agregado dos operadores em uma determinada posição. Salientaram a essência da aplicação do método VSM que passa pela necessidade de um olhar abrangente sobre o sistema de produção, uma vez que pequenas alterações no sistema podem alterar radicalmente os efeitos desses processos.

Ramsunder e Olanrewaju (2021) concluíram que mapa do fluxo de valor ambiental permite uma abertura para a obtenção de benefícios ambientais e manufatura sustentável através da manufatura *Lean*. A visualização de cada efeito do processo para além de poder incentivar a cultura ambiental, permitirá o design de fabricação sustentável.

Marconi et al. (2021) concluíram que a ferramenta permite, em conjunto, monitorizar como os recursos são consumidos, se e onde ocorrem desperdícios, as causas das ineficiências do processo, sendo esta um passo necessário para a melhoria da eficiência quer a nível energético, ambiental e económico.

Segundo *Tran, Ruppert e Abonyi (2021)* as fontes de informação para o mapeamento do fluxo de valor foram enriquecidas permitindo maior otimização do sistema, o que auxiliou os gestores a monitorizar seu sistema sem esforço e sem stress.

Kyrillos et al. (2021) no seu estudo demonstraram melhorias de produtividade, aumentando a proporção homem, hora, máquina em 26,74%, redução de 21% no tempo de processamento e redução de 31,5% no *lead time*. Concluíram que com a aplicação da ferramenta VSM, foi obtida uma melhoria na gestão do planeamento, programação e controlo de produção, conseqüentemente ao ganho de produtividade.

Syreyshchikova et al. (2021) provaram que com o VSM foi possível identificar os gargalos e gastos em processos não produtivos, obtendo assim uma redução de custos totais de mão-de-obra de 35%, de custos de transporte de 100% e custos dos serviços prestados pelas empresas parceiras de 78%.

Zhong e Prayugo (2021) comprovaram um aumento do rácio da produtividade verde de 1,12 para 1,81.

Busert e Fay (2021) referiram que o VSM permitiu analisar sistematicamente os processos de produção, identificar e configurar métodos e mecanismos adequados para melhorar a coordenação e controlo e harmonizar os fluxos de informação necessários, especificamente melhorou o processo de reabastecimento de material.

A ferramenta VSM foi utilizada para identificar os desperdícios, defeitos, sobras de materiais, excesso de tempo de preparação, avarias de máquinas e baixa produtividade. Obtiveram-se reduções significativas nos resíduos, como incrustação (50%), falha nos rolamentos (72,7%), variação de tamanho (61,9%) e corrosão (100%). Além disso, também se esperam a longo prazo melhorias no tempo de setup, redução de avarias e defeitos (M. B. Kumar et al., 2021).

Sudhakara et al. (2020) com a implementação do VSM, fazendo algumas alterações de processo e de layout, foi possível obter uma redução do *lead time* para cada peça (variou entre 14,55% a 33,41%), o que é uma redução significativa, correspondeu a uma redução total de 24,613% conseqüentemente conseguiram mais lucro e maior capacidade de processar pedidos dos clientes.

Kenge e Khan (2020) obtiveram ganhos no caso da procura diária de 25, o *lead time* total foi reduzido de 14,6 para 7,82 dias, ou seja, 46,44% para fabricação própria do produto e no caso da procura diária de 40, o *lead time* total foi reduzido de 26,18 para 15,18 dias, ou seja, 42,01%. O *lead time* total em ambos os casos, foi reduzido em mais de 40%.

Para *Liu, Yang e Xin* (2020) este estudo ajudou a cultivar uma cultura organizacional, contribuiu para a compreensão teórica e prática da implementação das ferramentas e para o entendimento dos sistemas de produção *Lean*. O objetivo de balancear a linha de produção foi cumprido e foi possível melhorar o fluxo produtivo.

Zasadzień (2020) relatou que com a ajuda do VSM, foi diagnosticado o problema mais importante no processo de produção, e usando a ferramenta 5 Porquês, identificaram as causas raiz dos problemas. A análise do VSM permitiu a identificação e reconhecimento dos principais requisitos do cliente, as necessidades diárias e frequência das entregas aos clientes. O resultado da implementação do plano de melhoria traçado traduziu-se na redução de stock passando de 138 062 unidades para 25 000 unidades, o que permitiu reduzir custos e ainda reduzir desperdícios, bem como reduzir o prazo de entrega de cerca de 56,96 para 9,67 dias. Consequentemente aumentou a eficiência, o *lead time* passou de 22,5 h para 19,5 h e para 4250 peças, equilibrando a produção e o planeamento da mesma, uma vez que foram eliminados os erros nos planos de produção.

Segundo *Schoeman, Oberholster e Somerset* (2020) a implementação do VSM permitiu, uma redução de desperdício de 28% e o custo de remoção de resíduos de 45%, economizando custos e reduzindo fluxos de resíduos. A meta inicial de redução de resíduos de 5% ao ano foi superada. O VSM provou ser um método prático para visualizar e analisar os fluxos de resíduos, identificar oportunidades e desafios nas operações de gestão de resíduos, reduzir o desperdício, promover a produção *Lean* e alcançar um ambiente de desperdício zero ambientalmente responsável.

Abisourour et al. (2020) confirmaram ser possível identificar e classificar problemas operacionais e de produção a partir de dados de tempo precisos e confiáveis. Identificar as prioridades do que é preciso corrigir, as alternativas de melhoria ou modificações a efetuar e prever o seu impacto no desempenho futuro da empresa.

Suhardi et al. (2020) através da implementação VSM encontraram as causas do desperdício, excesso de arranjos, layout e métodos de trabalho inconsistentes nos diversos postos de trabalho. O processo de produção passou de 34,38 min para 31,38 min. A eficiência passou de 61,30% para 67,47%. Esperam no futuro se melhore de forma integrada a padronização do trabalho e a melhoria do layout para eliminar os desperdícios causados pela movimentação.

Liu e Yang (2020) demonstraram ser possível lidar com a variabilidade e a incerteza de cada etapa do processo, bem como de todo o fluxo de valor. Com a ajuda de uma aplicação industrial foi demonstrada a praticabilidade e a eficácia do VSM.

Demirci e Gündüz (2020) apresentaram uma redução de 56% do *lead time* de produção. Ao mesmo tempo, observaram uma melhoria de 57% na duração das atividades de valor agregado.

Para *Jamil et al.* (2020) a pesquisa revelou que uma abordagem baseada em DMAIC pode ser efetivamente aplicada para sistematizar o Sus-VSM em direção à produção sustentável.

Segundo *Maalouf e Zaduminska* (2019) foi comprovada a redução de desperdícios relacionados ao tempo de setup em 34% e aumento da capacidade de produção de uma linha de produção em 11%. As melhorias efetuadas permitiram ainda à empresa atingir as metas de produção, ampliando a jornada de trabalho de um turno (de 8 para 10 horas no período de pico) e evitando o uso de trabalhadores temporários nos meses de pico, reduzindo o tempo total de ciclo e problemas de qualidade.

Para *Bianco et al.* (2019) através do VSM alcançaram a redução o número de operadores necessários ao processo produtivo de 17 para 12, a redução do *lead time* de 13,8 dias para 6,13 dias. Foi encontrada uma dificuldade, a falta de consenso acerca das opiniões sobre o processo e os pontos de melhoria para a realização do mapa futuro. Apesar de terem alcançado o objetivo de identificarem desperdícios para proporem melhorias, realçaram o facto de não terem abordado a viabilidade económica das melhorias, nem comprovação com ajuda de ferramentas de simulação.

Guo et al. (2019) num estudo usaram o VSM para identificar os problemas de produção revelando os desperdícios e o DMAIC para estruturar a resolução dos problemas identificados. Consideraram ter beneficiado das vantagens de ambas as ferramentas e evitando as suas desvantagens pois foi obtido um lucro de quase 800 000 RBM (*renmimbi* é a moeda oficial da República Popular da China) por mês (cerca de 103 000 euros), melhorando o balanceamento da linha, diminuindo o trabalho em curso (WIP) e atraso nos fornecimentos.

Dhingra, Kumar e Singh (2019) afirmaram ter conseguido a eliminação de desperdícios e variações dentro do processo, alcançado a satisfação do cliente, um nível zero de defeitos e redução do tempo de ciclo do produto. Em suma afirmam que a combinação das

ferramentas é eficaz e eficiente no sentido de reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos e processos.

Suhardi, Anisa e Laksono (2019) referiram que o *lead time* diminuiu cerca de 4,79% e foi possível equilibrar a carga de trabalho de um operador. Registaram um aumento da eficiência e eficácia da linha de produção com a criação e modificação dos respetivos processos.

Busert e Fay (2019) apresentaram uma extensão do método VSM para modelar e implementar potenciais de melhoria considerando a qualidade do fluxo de informações, este modelo provou ser bem-sucedido.

Jing et al. (2019) conseguiram encontrar as atividades sem valor agregado no processo de desenvolvimento de produtos para inovação tecnológica, reduzir o desperdício de tempo para entregar as informações e materiais da maneira mais eficiente.

A ferramenta VSM mostrou as oportunidades de redução de desperdício principalmente no stock de produtos finais. Foi registado o aumento da rotatividade de stock, tendo impacto na rentabilidade da operação. Com a combinação de ferramentas diminuiu o stock de produtos acabados, com a mesma quantidade de ativos, a empresa aumentou a liquidez, menos stock e maior lucro. O stock baixo permitiu mais espaço livre, aumentando assim as oportunidades de negócios uma vez que ganhou espaço para adicionar novas máquinas ou expandir a produção (C. P. Carvalho et al., 2019).

Para *Parv et al. (2019)* as informações provenientes dos mapas e a possibilidade de escolher o melhor entre os cenários possíveis com o simulador permitiu alcançarem reduções de tempo e custos sem desperdício adicional de recursos. O uso de simulação permitiu responder à procura do cliente de forma mais eficiente, analisar a distribuição de trabalho nos diversos postos bem como permitiu analisar o comportamento dos sistemas com a introdução das melhorias e validar a solução proposta.

Alzubi et al. (2019) referiram que os gargalos na produção foram identificados de forma eficiente. Os mapas permitiram a visualização de cada processo como um todo e foram a base de criação dos modelos de simulação das mudanças, permitindo avaliar a eficácia. Neutralizaram o efeito de um dos principais gargalos e minimizaram o efeito do outro. A taxa de ocupação aumentou 15,8% para os principais recursos do gargalo e 2,4% para os restantes.

Yüksel e Uzunovic (2019) concluíram que foi possível demonstrar os desperdícios assim como as possibilidades de melhoria. A implementação tornou possível baixar preços e aumentar margens, reduzir o *lead time* diante de uma procura que não aceita *lead time* longos. Para os autores a metodologia VSM considerou-se ser uma etapa inicial na resolução de todos estes problemas.

Segundo *Dadashnejad e Valmohammadi* (2019) com o VSM identificaram-se os gargalos bem como serviu de ajuda na seleção de outras ferramentas para selecionar oportunidades de melhoria, garantindo que essas melhorias são as realmente necessárias. No que concerne a resultados, aumentou o desempenho (86%) melhorou a qualidade (80%) e aumentou a disponibilidade dos equipamentos (68%). A melhoria de qualidade e redução de desperdícios levarão inevitavelmente a uma redução do custo do produto.

Nagaraj et al. (2019) ao implementarem o VSM adaptaram-no para incorporaram os fatores ergonômicos, localizando atividades ergonômicas críticas no sistema e avaliando fatores humanos com parâmetros enxutos. Referiram que os objetivos foram atingidos concluindo que uma abordagem integrante melhora a qualidade de vida dos trabalhadores e o desempenho operacional.

Brito et al. (2018) comprovaram ser possível conciliar os interesses ergonômicos e o desempenho da produção durante a implementação de melhorias. Eliminaram vários desperdícios, desenharam um novo layout, redesenharam os postos de trabalho, automatizaram algumas tarefas, efetuaram estudos antropométricos e expandiram algumas das tarefas. Além dos benefícios operacionais também ficaram demonstrados os ganhos.

Zahrotun e Taufiq (2018) referiram que com a implementação do VSM foram identificados os desperdícios (defeitos, espera e excesso de stock). Criaram a matriz de atividades de VA (82,92%), NNVA (14,62%) e NVA (2,46%). O *lead time* foi reduzido de 773 minutos (para NVA 3,10%) para 693 minutos (com NVA 1,01%). Para além disso, verificou-se a redução de resíduos, nomeadamente a superprodução e o transporte, com impacto direto na redução das emissões de carbono.

Kumar e Parameshwaran (2018) colocaram em prática um modelo que após os desperdícios identificados a primazia foi dada aos recursos críticos, economizando tempo e avaliaram o risco associado a cada elemento dando-lhe a confiança para a implementação *Lean*.

Gunduz e Naser (2017) afirmaram que os recursos foram adequadamente utilizados e controlados para aumentar o valor agregado e diminuir o tempo total de entrega. Conseguiram que o *lead time* total fosse reduzido em 30,7% e a mão-de-obra necessária reduzida em 12,5%. O custo foi reduzido em 20,8% na comparação entre dois estados VSM (atual e futuro). Resumindo, a utilização de recursos foi otimizada e o *lead time* total reduzido.

Carmignani (2017) promoveu uma metodologia de monitorização para manter os custos que são afetados pela gestão da cadeia de suprimentos, como os custos de armazenamento e os custos de risco de inventário baixos e eliminando os desperdícios na cadeia de abastecimento que mais influenciam os referidos custos.

Com a integração das diversas ferramentas obteve-se uma redução do desperdício, a partir da centralização do stock da empresa. O VSM foi referido como indispensável ao sucesso da implementação de melhorias na organização em estudo, através da comparação dos mapas atual e futuro. A empresa ganhou uma cultura organizacional em que a visão de agregação de valor passou a ser cada vez mais difundida, aumentando assim a competitividade, eliminando desperdícios, reduzindo custos, aumentando a eficiência dos processos e melhorando o relacionamento com o cliente (*J. S. Pinto et al., 2017*).

A partir do VSM foram identificadas as etapas críticas do processo produtivo e identificados os desperdícios com vista à redução do tempo de ciclo. Os resultados obtidos a partir dos VSM são semelhantes independentemente do ambiente de produção ser simples ou complexo (*Seth et al., 2017*).

Segundo *Sunk et al. (2017)* o planeamento sistemático e metódico orientado para o objetivo, a melhoria sustentável dos processos e dos fluxos de valor é facilitada pela abordagem proposta levando a que a aplicação do VSM aconteça cada vez mais na fase inicial do surgimento do produto.

Alaya (2016) reforçou que o VSM tem a capacidade de diagnosticar um sistema de manufatura com uma perspetiva *Lean* e identificar as oportunidades para vários projetos e ferramentas *Lean*.

Andrade, Pereira e Del Conte (2016) afirmaram que o VSM combinado com a simulação é uma opção na tomada de decisão para mudanças no processo produtivo. Ficou demonstrada a redução do *lead time* que passou de 60,5 dias para 4,14 dias, a redução de 7% no tempo total de produção e o aumento de 10% na ocupação de postos de trabalho.

Lacerda, Xambre e Alvelos (2016) registraram uma redução do tempo de ciclo no sub-processo de montagem de 370 seg. para 140 seg., do número de operadores de quatro para três e o nível de stock do produto inacabado reduzido em 25%. Um dos principais gargalos foi eliminado ao conseguirem mudar uma operação de 95 seg. para 1 seg. A análise financeira obtida com a ajuda da implementação do VSM foi essencial para o processo de tomada de decisão. Superou a expectativa dos decisores uma vez que as melhorias implementadas tornaram o sistema de produção mais funcional e eficaz.

Jarebrant et al. (2016) a partir da implementação do VSM retiraram propostas para fluxos de valor que tinham em linha de conta a ergonomia e a redução de desperdício. Apesar de o Ergo-VSM ter exigido um pouco mais de tempo de análise e implementação do que um VSM tradicional para se encontrar uma solução para um estado futuro do fluxo de valor com melhorias ergonómicas, não se comprometeu o desempenho da produção.

Helleno et al. (2015) registraram que obtiveram uma tabela com dados para os cenários atuais e futuros em que foi demonstrado o cálculo da produção, o custo unitário de cada peça produzida, custo de investimento, produtividade total e o melhor layout. A partir daí chegaram à melhor decisão para ajustar a produção a um novo aumento da procura, que passou de 2137 peças para 4000 peças por dia (87,2%), sendo que a decisão final dependeu de aspetos técnicos e de fatores humanos.

Para *Tyagi e Vadrevu (2015)* o resultado conseguido com a implementação do VSM foi uma redução de mais de 40% no prazo de entrega, de 41% de uso do espaço físico e de 47% na mão-de-obra após um período de 3 meses. A conjugação do VSM e a simulação facilita uma vez que as melhorias são implementadas com a solução do problema otimizada.

Parthanadee e Buddhakulsomsiri (2014) referiram como resultado da simulação efetuada com a implementação do VSM que as tarefas de alguns trabalhadores foram alteradas, libertando trabalhadores para anular gargalos existentes em tarefas específicas. Também permitiu o uso partilhado de alguns recursos, melhorando a eficiência da produção. Também através da simulação foi demonstrada a viabilidade financeira do uso de uma máquina ou invés de operadores, apesar do investimento necessário. Resumindo, foi possível apresentar as possibilidades de melhoria mais eficazes implicando ou não investimento.

Dotoli et al. (2014) apresentaram as vantagens da combinação das diferentes técnicas de representação virtual com o VSM. Permitiu identificar e avaliar os pontos críticos da logística interna do sistema produtivo e avaliar o desempenho do sistema redesenhado para

obter a melhoria desejada. Pode se aplicar em sistemas produtivos complexos detalhando atividades do processo enquanto descreve o fluxo de valor geral, pela verificação quantitativa das melhorias propostas, pela identificação dos pontos críticos e respostas possíveis em função da sua viabilidade ou do seu custo.

Sobral, Sousa e *Chiappetta* (2013) referiram que foi possível melhorar os processos produtivos e também obter benefícios ambientais. Essa demonstração ficou clara para os colaboradores no caso da aplicação de cola em que ao fazerem essa aplicação de determinado modo foi possível eliminar trabalho em limpeza de peças, reduzir consumo de água e cola.

Tabanlı e Ertay (2013) usaram o VSM para demonstrar os requisitos obrigatórios do processo conseguindo assim contabilizar o valor agregado do tempo no processo produtivo.

Para *A. Schulze et al.* (2013) o VSM serviu de apoio na tomada de decisão em processos que exigiam mais flexibilidade e transmitiu uma visão geral dos processos fácil de seguir por parte dos colaboradores e de todos os intervenientes dos vários departamentos. As análises de desperdícios daí originadas nos quatro estudos de caso desencadearam mudança e desenvolvimento comportamental individual e organizacional e serviu de chamada de atenção pois os responsáveis pela melhoria contínua, antes de usarem o VSM tinham dificuldade para explicar as situações especialmente para a administração.

Como foi demonstrado com a análise dos artigos estudados, os resultados apresentados com a implementação do VSM seja de forma isolada, conjugado com outras ferramentas *Lean* ou de MC, com a utilização de ferramentas informáticas ou tecnologias que apoiem a recolha de dados, a sua análise e a simulação de soluções de melhoria, foram muito positivas e passíveis de motivar o seu uso de forma generalizada e sistemática na manufatura. Foram relatadas melhorias a vários níveis, umas apresentadas quantitativamente, outras qualitativamente, umas de forma mais específica, outras mais abrangentes, mas todos os estudos deram o seu contributo para elevar o conhecimento acerca da implementação do VSM. Passando a enumerar as melhorias emanadas dos artigos analisados:

- Redução de desperdícios identificando as suas causas;
- Redução de tempos, do *lead time*, tempo de ciclo, tempos de espera, tempo de setup;
- Diminuição dos prazos de entrega ao cliente;
- Redução de mão-de-obra;
- Balanceamento da produção, eliminando gargalos e aumentando a taxa de ocupação;

- Equilíbrio de stocks quer de matéria-prima quer de produto acabado evitando superprodução;
- Redução do consumo de energia, químicos, na remoção de resíduos, do número de transportes através da otimização da logística originando benefícios ambientais;
- Redução de custos diversos, aumentando o lucro;
- Melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores, por exemplo, melhorias a nível ergonómico;
- Melhoria na qualidade, diminuindo defeitos e criando valor agregado;
- Otimização e inovação de processos;
- Melhoria de fluxos de material, layout e libertação de espaço, aumentando a capacidade instalada;
- Aumento da produtividade;
- Aumento de eficiência e eficácia;
- Aumento do conhecimento dos processos ao longo da cadeia de valor, permitindo a identificação de desperdícios e a procura de melhorias.

As evidências apresentadas seja ao nível da redução do *lead time*, do aumento da produtividade e da eficiência, da redução de desperdícios e melhoria de processos em geral ao longo da cadeia de valor contribuem para a validação desta ferramenta como uma mais-valia no caminho da melhoria contínua indispensável a qualquer organização que queira ser competitiva.

Nos apêndices A e B encontram-se os quadros que resumem a informação relativa aos artigos de revisão da literatura e aos artigos teóricos, quer a nível bibliométrico quer ao nível da sua análise qualitativa, respetivamente.

Nos apêndices C e D encontram-se os quadros resumo com os dados bibliométricos e análise qualitativa dos artigos de estudo de caso, respetivamente.

6. CONCLUSÃO

Dos estudos de caso analisados, em diversas áreas da indústria de manufatura, foi possível verificar que a ferramenta VSM quando bem utilizada origina melhorias nos processos com aumento de produção, redução de desperdícios ao nível de ganho de tempos e outros, de redução do número de operadores e consequentemente aumento da eficiência e eficácia. A versatilidade do VSM na medida em que esta ferramenta pode ser usada em qualquer ambiente de produção e integrada com tantas outras ferramentas complementando-se umas às outras é uma mais-valia que deve ficar sublinhada. Resumidamente com o VSM torna-se possível a otimização geral de todos os processos ao longo da cadeia de valor, identificando o que acrescenta valor, o que não acrescenta valor, mas é necessário ao processo e o que não acrescenta valor e nem é necessário ao processo e deve ser eliminado.

Em contraponto também foram apontadas dificuldades ao nível da implementação da ferramenta. A elaboração do mapa quando existem processos mais complexos deverá ser elaborada com ajuda de ferramentas informáticas para permitir uma melhor visualização e simular as alterações com mais facilidade, caso contrário corre-se o risco de não se conseguir obter vantagem na utilização do VSM, de referir o investimento necessário ao introduzir inovação tecnológica. Considera-se ser da máxima importância para o sucesso da implementação do VSM o envolvimento, motivação, o conhecimento, especialização, e sintonia de todos os intervenientes do processo, quer no que diz respeito aos pontos a melhorar quer no levantamento e registo dos dados necessários, assim como as condições que lhes são dadas. Assim os registos e análise dos processos implicam a colaboração de todos os intervenientes do processo, sejam os engenheiros, gestores e operadores, para se obter um mapa o mais fidedigno possível dos processos e sucesso na implementação das melhorias. O tempo necessário e os recursos humanos envolvidos no processo e a falta de pessoas especializadas na implementação do VSM foram apresentados como desvantagem. De salientar que as desvantagens relatadas também foram contrapostas com a obtenção de resultados que rapidamente as sobrepuseram.

O ponto de partida de uma implementação bem-sucedida será um mapa bem elaborado em todos os sentidos, visualmente e com dados fidedignos, se necessário e de

preferência recorrendo às novas tecnologias, pois a partir deste serão apresentadas e simuladas as propostas de melhoria, para se fazer a melhor e mais adequada escolha da solução a implementar. Um mapa devidamente elaborado é fundamental para se integrarem e implementarem as demais ferramentas e metodologias associadas ao *Lean* e à MC, de acordo com o processo a melhorar, sendo o VSM o primeiro passo.

Em relação aos objetivos do presente trabalho foi possível recolher informação relativa às barreiras e fatores críticos de sucesso, aos resultados da implementação na manufatura, à integração com outras ferramentas *Lean* e de MC e também ao uso de novas tecnologias e softwares. Um aspeto importante que nem sempre foi consistente em todos os estudos foi a quantificação das melhorias implementadas e as métricas utilizadas. A consolidação de informação acerca da ferramenta VSM, num só documento, para consulta dos utilizadores de ferramentas *Lean* e de MC está patente, no entanto como referido em todos os artigos analisados, a continuação de estudos que validem esta ferramenta e a deem a conhecer como peça fundamental na obtenção da tão desejada competitividade é de extrema importância.

7. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante para os usuários desta e de outras ferramentas a criação de “uma base de dados” com uma recolha de informação mais alargada no espaço temporal, na fonte de informação, não só revistas académicas e da especialidade bem como conferências, dissertações e teses, em bases de dados como a *Scopus*, a *Science Direct*, *Elsevier* e outras em que os artigos têm acesso pago. A divulgação de resultados relativa à implementação das diversas ferramentas de *Lean* e MC como o VSM é de suma importância pois hoje nenhuma empresa sobrevive se não for competitiva à escala global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abisourour, J., Hachkar, M., Mounir, B., & Farchi, A. (2020). Methodology for integrated management system improvement: Combining costs deployment and value stream mapping. *International Journal of Production Research*, 58(12), 3667–3685. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1633482>
- Ahmad, R., Amin, R. F. M., & Mustafa, S. A. (2022). Value stream mapping with lean thinking model for effective non-value added identification, evaluation and solution processes. *Operations Management Research*, 15(3–4), 1490–1509. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00265-9>
- Alaya, L. B. (2016). VSM a powerful diagnostic and planning tool for a successful Lean implementation: A Tunisian case study of an auto parts manufacturing firm*. *Production Planning & Control*, 27(7–8), 563–578. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1165305>
- Alzubi, E., Atieh, A. M., Shgair, K. A., Damiani, J., Sunna, S., & Madi, A. (2019). Hybrid Integrations of Value Stream Mapping, Theory of Constraints and Simulation: Application to Wooden Furniture Industry. *Processes*, 7(11), 816–816. <https://doi.org/10.3390/pr7110816>
- Andrade, P. F., Pereira, V. G., & Del Conte, E. G. (2016). Value stream mapping and lean simulation: A case study in automotive company. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 85(1), 547–555. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7972-7>
- Andreadis, E., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2017). Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: An investigation of managerial factors. *International Journal of Production Research*, 55(23), 7073–7095. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1347302>
- Banco de Portugal. (2022, outubro 14). *As indústrias transformadoras em Portugal*. BPstat. <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1348>
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346–5366. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- Bianco, D., Junior, J. C., Sagawa, J. K., & Godinho, M. (2019). Value Stream Mapping: Case Study in the Manufacture of Pet Food Products. *Revista Produção Online*, 19(4), 1345–1368. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3458>
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2016). *The lean toolbox: A handbook for lean transformations*. Uudistettu painos. Buckingham: PICSIE Books.
- B-on. (2023, junho 2). *Quem Somos*. <https://www.b-on.pt/quem-somos/>
- Božić, M., Andrejić, M., Dabić-Miletić, S., & Kilibarda, M. (2022). Development of Sustainable Production System Using Value Stream Mapping: A Case Study. *International Journal for Traffic & Transport Engineering*, 12(4), 447–463. [https://doi.org/10.7708/ijtte2022.12\(4\).02](https://doi.org/10.7708/ijtte2022.12(4).02)
- Brito, M., Ramos, A. L., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2018). Integration of lean manufacturing and ergonomics in a metallurgical industry. *International Journal of Occupational and Environment Safety*, 2(2), 21–31. https://doi.org/10.24840/2184-0954_002.002_0003

- Busert, T., & Fay, A. (2019). Extended Value Stream Mapping Method for Information Based Improvement of Production Logistics Processes. *IEEE Engineering Management Review*, 47(4), 119–127. <https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2934953>
- Busert, T., & Fay, A. (2021). Information quality focused value stream mapping for the coordination and control of production processes. *International Journal of Production Research*, 59(15), 4559–4578. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1766720>
- Carmignani, G. (2017). Scrap value stream mapping (S-VSM): A new approach to improve the supply scrap management process. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3559–3576. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308574>
- Carvalho, C. P., Carvalho, D. S., & Silva, M. B. (2019). Value stream mapping as a lean manufacturing tool: A new account approach for cost saving in a textile company. *International Journal of Production Management and Engineering*, 7(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2019.8607>
- Carvalho, J. D. (2021). *Melhoria Continua nas Organizações*. Lidel.
- Carvalho, J. D. (2022). *Continuous Improvement in Organizations*. River Publishers.
- Dadashnejad, A. A., & Valmohammadi, C. (2019). Investigating the effect of value stream mapping on overall equipment effectiveness: A case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(3/4), 466–482. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1308821>
- Demirci, Ö., & Gündüz, T. (2020). Combined Application Proposal of Value Stream Mapping (vsm) and Methods Time Measurement Universal Analysis System (mtm-Uas) Methods in Textile Industry. *Journal of Industrial Engineering*, 31(2), 234–250. <https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.728061>
- Dhingra, A. K., Kumar, S., & Singh, B. (2019). Cost reduction and quality improvement through Lean-Kaizen concept using value stream map in Indian manufacturing firms. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 10(4), 792–800. <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00810-z>
- Dotoli, M., Fanti, M. P., Iacobellis, G., & Rotunno, G. (2014). An integrated technique for the internal logistics analysis and management in discrete manufacturing systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 27(2), 165–180. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2013.802370>
- Ebrahimi, A., Khakpour, R., & Saghiri, S. (2023). Sustainable setup stream mapping (3SM): A systematic approach to lean sustainable manufacturing. *Production Planning & Control*, 34(4), 311–329. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1916637>
- Ecoprod. (2019, fevereiro 21). Produção Enxuta: Mapeamento do Fluxo de Valor. *ecoprodconsultoria*. <https://www.ecoprodconsultoria.com.br/blog/mapeamento-do-fluxo-de-valor-value-stream-mapping.html>
- Forno, A., Pereira, F., Forcellini, F., & Kipper, L. (2014). Value Stream Mapping: A study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 72(5–8), 779–790. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-5712-z>
- Frick, N., & Metternich, J. (2022). The Digital Value Stream Twin. *Systems*, 10(4), 102–102. <https://doi.org/10.3390/systems10040102>

- Fukuzawa, M. (2020). Function of Value Stream Mapping in Operations Management Journals. *Annals of Business Administrative Science*, 19(5), 207–225. <https://doi.org/10.7880/abas.0200909a>
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Gholami, H., Jamil, N., Saman, M. Z. M., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (2021). The application of Green Lean Six Sigma. *Business Strategy & the Environment (John Wiley & Sons, Inc)*, 30(4), 1913–1931. <https://doi.org/10.1002/bse.2724>
- González Ruiz, J. A., Blanco, N., & Gascons, M. (2022). Enhancing process performance for composite padel racket manufacture using Six Sigma-DMAIC and VSM synergetic support. *Cogent Engineering*, 9(1), 1–30. <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2084982>
- Gunduz, M., & Naser, A. F. (2017). Cost Based Value Stream Mapping as a Sustainable Construction Tool for Underground Pipeline Construction Projects. *Sustainability*, 9(12), Artigo 12. <https://doi.org/10.3390/su9122184>
- Guo, W., Jiang, P., Xu, L., & Peng, G. (2019). Integration of value stream mapping with DMAIC for concurrent Lean-Kaizen: A case study on an air-conditioner assembly line. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(2). <https://doi.org/10.1177/1687814019827115>
- Gutiérrez-Sánchez, V. A., & Guillén-Guzmán, J. F. (2022). Applying value stream mapping for design and optimization of a chocolate bar production line. *Journal of Administration and Finance*, 14–28. <https://doi.org/10.35429/JAF.2022.25.9.14.28>
- Guzel, D., & Asiabi, A. S. (2022). Increasing Productivity of Furniture Factory with Lean Manufacturing Techniques (Case Study). *Technical Journal / Tehnicki Glasnik*, 16(1), 82–92. <https://doi.org/10.31803/tg-20211010121240>
- Helleno, A., Pimentel, C., Ferro, R., Santos, P., Oliveira, M., & Simon, A. (2015). Integrating value stream mapping and discrete events simulation as decision making tools in operation management. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 80(5–8), 1059–1066. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7087-1>
- Jamil, N., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (2020). DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: Towards a sustainable manufacturing system. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 33(1), 331–360. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1715236>
- Jarebrant, C., Winkel, J., Hanse, J. J., Mathiassen, S. E., & Öjmertz, B. (2016). ErgoVSM: A Tool for Integrating Value Stream Mapping and Ergonomics in Manufacturing. *Human Factors & Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26(2), 191–204. <https://doi.org/10.1002/hfm.20622>
- Jing, S., Li, R., Yan, J., Yang, F., & Chen, C.-C. (2019). Research on optimization of product development value stream. *Cluster Computing*, 22(4), 10053–10061. <https://doi.org/10.1007/s10586-017-1068-0>
- Kenge, R., & Khan, Z. (2020). Manufacturing Excellence Model To Solve Operational Risks Due To Product Demand Variations. *Parikalpana: KIIT Journal of Management*, 16(1/2), 138–149. <https://doi.org/10.23862/kiit-parikalpana/2020/v16/i1-2/204565>

- Kihel, Y. E., Kihel, A. E., & Embarki, S. (2022). Optimization of the Sustainable Distribution Supply Chain Using the Lean Value Stream Mapping 4.0 Tool: A Case Study of the Automotive Wiring Industry. *Processes*, 10(9), Artigo 9. <https://doi.org/10.3390/pr10091671>
- Kolos, I. (2020). Substantiation of Influence Factors on the Value Stream in the Context of Lean Enterprise Management. *Technology Audit & Production Reserves*, 2(4(52)), 20–27. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.202206>
- Kostiuk, Y. (2022). Influence of Quality on Manufacturing Processes in Enterprises from the Perspective of Generating Value Added. *Journal of Finance & Banking Review (JFBR)*, 6(4), 1–17. [https://doi.org/10.35609/jfbr.2022.6.4\(1\)](https://doi.org/10.35609/jfbr.2022.6.4(1))
- Kumar, M. B., & Parameshwaran, R. (2018). Fuzzy integrated QFD, FMEA framework for the selection of lean tools in a manufacturing organisation. *Production Planning & Control*, 29(5), 403–417. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1434253>
- Kumar, M. B., Parameshwaran, R., Antony, J., & Cudney, E. (2021). Framework for Lean Implementation Through Fuzzy AHP-COPRAS Integrated Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–13. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3089691>
- Kumar, U., & Shankar, R. (2022). Application of Value Stream Mapping for Lean Operation: An Indian Case Study of a Dairy Firm. *Global Business Review*. <https://doi.org/10.1177/09721509221113002>
- Kyrillos, S. L., Nascimento, R. J., Souza, J. B., Junior, O., & Saccomano, J. B. (2021). Value Stream Mapping (VSM) Applied to a Company of the Metal-Mechanic in 4.0 Industry Context: Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) Aplicado em uma Empresa Metalmeccânica no Contexto da Indústria 4.0. *Revista FSA*, 18(7), 18–36. <https://doi.org/10.12819/2021.18.7.2>
- Lacerda, A. P., Xambre, A. R., & Alvelos, H. M. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 54(6), 1708–1720. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1055349>
- Landeghem, H. V., & Cottyn, J. (2022). Extending Value Stream Mapping for Lean Production Planning and Control. *Management & Production Engineering Review (MPER)*, 13(3), 75–82. <https://doi.org/10.24425/mper.2022.142384>
- Lawrence, S. (2020). *Produtividade Kaizen*. Kindle Edition.
- Lee, J. K. Y., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Ngadiman, N. H. A. B., Zakuan, N., Mahmood, S., & Omain, S. Z. (2021). Sustainability-Oriented Application of Value Stream Mapping: A Review and Classification. *IEEE Access*, 9, 68414–68434. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3077570>
- Liu, Q., & Yang, H. (2020). Incorporating Variability in Lean Manufacturing: A Fuzzy Value Stream Mapping Approach. *Mathematical Problems in Engineering*, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2020/1347054>
- Liu, Q., Yang, H., & Xin, Y. (2020). Applying value stream mapping in an unbalanced production line: A case study of a Chinese food processing enterprise. *Quality Engineering*, 32(1), 111–123. <https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1637526>
- Lucantoni, L., Antomarioni, S., Ciarapica, F. E., & Bevilacqua, M. (2022). Implementation of Industry 4.0 Techniques in Lean Production Technology: A Literature Review. *Management & Production Engineering Review (MPER)*, 13(3), 83–93. <https://doi.org/10.24425/mper.2022.142385>

- Luz, G. P., Tortorella, G. L., Narayanamurthy, G., Gaiardelli, P., & Sawhney, R. (2021). A systematic literature review on the stochastic analysis of value streams. *Production Planning & Control*, 32(2), 121–131. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1713414>
- Maalouf, M., & Zaduminska, M. (2019). A case study of vsm and smed in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 60–68. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.129569>
- Marconi, M., Menghi, R., Papetti, A., Pietroni, G., & Germani, M. (2021). An interactive resource value mapping tool to support the reduction of inefficiencies in smart manufacturing processes. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 15(2–3), 211–224. <https://doi.org/10.1007/s12008-021-00753-5>
- Martin, K., & Osterling, M. (2014). *Value Stream Mapping—How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation*. McGraw-Hill Education.
- Matope, S., Chirinda, G. P., & Sarema, B. (2022). Continuous Improvement for Cost Savings in the Automotive Industry. *Sustainability*, 14(22), Artigo 22. <https://doi.org/10.3390/su142215319>
- Nagaraj, S. T., Jeyapaul, R., Vimal, K. E. K., & Mathiyazhagan, K. (2019). Integration of human factors and ergonomics into lean implementation: Ergonomic-value stream map approach in the textile industry. *Production Planning & Control*, 30(15), 1265–1282. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1612109>
- Netland, T. H. (2016). Critical success factors for implementing lean production: The effect of contingencies. *International Journal of Production Research*, 54(8), 2433–2448. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1096976>
- O Pensador. (2023). *Melhora transformação evolução autoconhecimento*. Pensador. <https://www.pensador.com/frase/MzlxNzg2MA/>
- Parthanadee, P., & Buddhakulsomsiri, J. (2014). Production efficiency improvement in batch production system using value stream mapping and simulation: A case study of the roasted and ground coffee industry. *Production Planning & Control*, 25(5), 425–446. <https://doi.org/10.1080/09537287.2012.702866>
- Parv, L., Deaky, B., Nasulea, M. D., & Oancea, G. (2019). Agent-Based Simulation of Value Flow in an Industrial Production Process. *Processes*, 7(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.3390/pr7020082>
- Patil, A., Pisal, M., & Suryavanshi, C. (2021). Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study. *Journal of Applied Research and Technology*, 19(1), 11–22. <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.1.1488>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean* (6ª). Lidel.
- Pinto, J. S., Schuwarten, L. A., Júnior, G. O. C., & Novaski, O. (2017). Proposal the Application of Dmaic Tools and Value Stream Mapping Under the Perspective of the Lean Philosophy for Process Improvement: A Case Study. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14(4), 556–566. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2017.v14.n4.a11>
- 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(9), Artigo 9. <https://doi.org/10.3390/pr10091884>

- Prayogo, J., & Zhong, L. X. (2021). Green productivity: Waste reduction with green value stream mapping. A case study of leather production. *International Journal of Production Management and Engineering*, 9(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2021.12254>
- Rafique, M. Z., Rahman, A. M. N., Saibani, N., & Arsad, N. (2019). A systematic review of lean implementation approaches: A proposed technology combined lean implementation framework. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(3/4), 386–421. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1308818>
- Ramani, P. V., & Lingan, L. K. (2022). Developing a lean model to reduce the design process cost of gas insulated switchgear foundation using value stream mapping – a case study. *International Journal of Construction Management*, 22(4), 669–677. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1644756>
- Ramsunder, K., & Olanrewaju, O. (2021). Energy analysis via value stream mapping: A case study of an automotive weld plant. *Orion*, 37(2), 77–94. <https://doi.org/10.5784/37-2-688>
- Romero, L. F., & Arce, A. (2017). Applying Value Stream Mapping in Manufacturing: A Systematic Literature Review. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 1075–1086. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.385>
- Salwin, M., Jacyna-Golda, I., Bańka, M., Varanchuk, D., & Gavina, A. (2021). Using Value Stream Mapping to Eliminate Waste: A Case Study of a Steel Pipe Manufacturer. *Energies (19961073)*, 14(12), 3527. <https://doi.org/10.3390/en14123527>
- Santos, D., Giglio, R., Helleno, A. L., & Campos, L. M. S. (2019). Environmental aspects in VSM: A study about barriers and drivers. *Production Planning & Control*, 30(15), 1239–1249. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1605627>
- Schneider, V. A., Carvalho, P. de S., & Taborda, L. W. (2021). Study of the process of Cylindrical Road Isothermal Tanks Aimed at Improvement Actions Through Lean Manufacturing and Value Flow Map. *Exacta*, 19(1), 35–51. <https://doi.org/10.5585/exactaep.v19n1.8940>
- Schoeman, Y., Oberholster, P., & Somerset, V. (2020). Value Stream Mapping as a Supporting Management Tool to Identify the Flow of Industrial Waste: A Case Study. *Sustainability*, 13(91), 91–91. <https://doi.org/10.3390/su13010091>
- Schulze, A., Schmitt, P., Heinzen, M., Mayrl, P., Heller, D., & Boutellier, R. (2013). Exploring the 4I framework of organisational learning in product development: Value stream mapping as a facilitator. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(12), 1136–1150. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2011.608724>
- Schulze, F., & Dallasega, P. (2023). Barriers to lean implementation in engineer-to-order manufacturing with subsequent assembly on-site: State of the art and future directions. *Production Planning & Control*, 34(1), 91–115. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1888159>
- Seth, D., Seth, N., & Dhariwal, P. (2017). Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: A case study. *Production Planning & Control*, 28(5), 398–419. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1300352>
- Shabeen, R. S., & Krishnan, A. K. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. *Materials Today: Proceedings*, 65(Part 2), 1105–1111. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159>

- Shou, W., Wang, J., Wu, P., Wang, X., & Chong, H.-Y. (2017). A cross-sector review on the use of value stream mapping. *International Journal of Production Research*, 55(13), 3906–3928. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1311031>
- Sobral, M. C., Sousa Jabbour, A. B. L. de, & Chiappetta Jabbour, C. J. (2013). Green Benefits From Adopting Lean Manufacturing: A Case Study From the Automotive Sector. *Environmental Quality Management*, 22(3), 65–72. <https://doi.org/10.1002/tqem.21336>
- Sudhakara, P. R., Sałek, R., Venkat, D., & Chruzik, K. (2020). Management of non-value-added activities to minimize lead time using value stream mapping in the steel industry. *Acta Montanistica Slovaca*, 25(3), 444–454. <https://doi.org/10.46544/AMS.v25i3.15>
- Suhardi, B., Anisa, N., Laksono, P. W., & Lou, P. (2019). Minimizing waste using lean manufacturing and ECRS principle in Indonesian furniture industry. *Cogent Engineering*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1567019>
- Suhardi, B., Hermas Putri K.S, M., Jauhari, W. A., & Ramirez, F. J. (2020). Implementation of value stream mapping to reduce waste in a textile products industry. *Cogent Engineering*, 7(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1842148>
- Sunk, A., Kuhlang, P., Edtmayr, T., & Sihn, W. (2017). Developments of traditional value stream mapping to enhance personal and organisational system and methods competencies. *International Journal of Production Research*, 55(13), 3732–3746. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1272764>
- Suzaky, K. (2017). *Lean: Gestão no Chão de Fábrica* (2ª). Leonop.
- Syreyshchikova, N. V., Pimenov, D. Yu., Markopoulos, A. P., & Moldovan, L. (2021). Value Stream Maps in Clock Production. *Russian Engineering Research*, 41(4), 378–381. <https://doi.org/10.3103/S1068798X21040213>
- Tabanlı, R., & Ertay, T. (2013). Value stream mapping and benefit-cost analysis application for value visibility of a pilot project on RFID investment integrated to a manual production control system-a case study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 66(5–8), 987–1002. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4383-x>
- Tran, T. A., Ruppert, T., & Abonyi, J. (2021). Indoor Positioning Systems Can Revolutionise Digital Lean. *Applied Sciences* (2076-3417), 11(11), 5291. <https://doi.org/10.3390/app11115291>
- Tyagi, S., & Vadrevu, S. (2015). Immersive virtual reality to vindicate the application of value stream mapping in an US-based SME. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 81(5–8), 1259–1272. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7301-1>
- United Nations (Ed.). (2008). *International Standard industrial classification of all economic activities (ISIC)* (Rev. 4). United Nations.
- Urban, W., & Tochwin, D. (2022). Success Conditions for Lean Management Implementation, a Multifaced Literature Review. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management / Zeszyty Naukowe Politechniki Slaskiej. Seria Organizacji i Zarzadzanie*, 163, 637–654. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2022.163.40>
- Wang, F. K., Rahardjo, B., & Rovira, P. R. (2022). Lean Six Sigma with Value Stream Mapping in Industry 4.0 for Human-Centered Workstation Design. *Sustainability*, 14(17), Artigo 17. <https://doi.org/10.3390/su141711020>

- Wurjaningrum, F., & Shafak, C. A. A. (2022). How Does the Value Stream Mapping Method Identify Waste and Improve the Coffee Bean Production Process of a Café? *Jurnal Manajemen Teori dan Terapan*, 15(3), 361–375. <https://doi.org/10.20473/jmtt.v15i3.40440>
- Yüksel, H., & Uzunovic, Z. F. (2019). Application of Value Stream Mapping in a Manufacturing Firm in Bosnia and Herzegovina. *Journal of Management & Economics*, 26(1), 201–219. <https://doi.org/10.18657/yonveek.499994>
- Zahrotun, N., & Taufiq, I. (2018). Lean Manufacturing: Waste Reduction Using Value Stream Mapping. *E3S Web of Conferences*, 73, 07010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187307010>
- Zasadzień, M. (2020). Improving Work Organisation in the Production Hall – a Case Study. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management / Zeszyty Naukowe Politechniki Slaskiej. Seria Organizacji i Zarzadzanie*, 147, 327–350. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2020.147.24>

APÊNDICES

APÊNDICE A

Artigos de Revisão da Literatura

DOI - AUTORES - DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO - EDITORA	OBJETIVOS	RESULTADOS – BARREIRAS - IMPORTÂNCIA	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.1080/09537287.2021.1888159 <i>Schulze e Dallasega</i> 2023	<i>Barriers to Lean implementation in engineer-to-order manufacturing with subsequent assembly on-site: state of the art and future directions</i>	<i>Production Planning & Control</i> <i>Taylor & Francis</i>	Através de uma revisão sistemática da literatura, pretendeu-se criar uma estrutura que lista e categoriza as barreiras na implementação <i>Lean</i> : organização, gestão, conhecimento, cultura, finanças, cliente e outros não específicos.	Os resultados deste artigo podem apoiar empresas ETO (<i>Engineer-to-Order</i>) a avaliar a implementação de certas metodologias <i>Lean</i> . As barreiras encontradas em relação à organização e cultura passaram pela falta de cultura organizacional no suporte à implementação <i>Lean</i> assim como a falta de envolvimento de todos os funcionários. Outra barreira relativa ao conhecimento, foi apontado o pouco conhecimento da matéria e a falta de treino na implementação da metodologia <i>Lean</i> . Em termos financeiros, a falta de recursos e não existir a percepção dos benefícios da implementação <i>Lean</i> . Outra dificuldade apresentada diz respeito à falta de padronização e adaptabilidade da metodologia <i>Lean</i> a ambientes diferentes de produção. Os autores ao proporem uma estrutura que identifica as barreiras assumiram que esta pode servir de ponto de partida ao desenvolvimento de diretrizes práticas para facilitar e avaliar a implementação de determinadas metodologias <i>Lean</i> . Através de investigações empíricas para validar as barreiras encontradas, criando um roteiro uma implementação <i>Lean</i> bem-sucedida para empresas na indústria de ETO, definindo estratégias e práticas avançadas que permitam reduzir as barreiras de implementação <i>Lean</i> existentes, desenvolvendo novas ferramentas e metodologias para superar as barreiras de implementação e por último investigar como as novas tecnologias e conceitos da Indústria 4.0 podem contribuir a superar as barreiras.	16	(Schulze & Dallasega, 2023)
10.24425/mp.2022.142385 <i>Lucantoni, Antomarioni, Ciarapica e Bevilacqua</i> 2022 Itália	<i>Implementation of Industry 4.0 Techniques in Lean Production Technology: A Literature Review</i>	<i>Management & Production Engineering Review (MPER)</i> <i>Polish Academy of Sciences</i>	Este estudo teve como objetivo analisar a combinação das práticas da Indústria 4.0 e da Produção <i>Lean</i> por meio de uma revisão sistemática da literatura sob a perspectiva da Automação <i>Lean</i> .	Os resultados destacaram a Análise de <i>Big Data</i> e o VSM como as técnicas mais comuns, enfatizando também uma tendência crescente para novas publicações. No entanto, poucas aplicações práticas foram identificadas na literatura, destacando seis lacunas na correlação das práticas de Automação <i>Lean</i> .	3	(Lucantoni et al., 2022)
10.29119/1641-3466.2022.163.40 <i>Urban e Tochwin</i> 2022 Polónia	<i>Success Conditions for Lean Management Implementation, a Multifaced Literature Review</i>	<i>Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management</i> <i>Silesian University of Technology Publishing House</i>	Identificar os fatores mais importantes para determinar o sucesso da implementação <i>Lean</i> nas organizações.	Foi elaborado um mapa da rede bibliométrico que identificou vários fatores críticos de sucesso na implementação do sistema <i>Lean</i> . O primeiro foi o envolvimento do gestor em iniciativas <i>Lean</i> . O segundo passou por tratar o <i>Lean</i> como um componente estratégico. Terceiro a luta real pelo desempenho operacional. Um quarto foi a abordagem específica da indústria. Outro fator identificado foi a construção intencional da Cultura <i>Lean</i> dentro da organização. E ainda um outro fator foi introdução e colocação em prática efetivamente as ferramentas <i>Lean</i> . O estudo deixou patente a importância da pesquisa específica da indústria para a implementação do <i>Lean</i> , os estudos focados na indústria de manufatura, que inicialmente criaram o conceito <i>Lean</i> , passaram a ser residuais. Na prática este estudo forneceu um guia prático sobre o que os gestores precisam ter em conta ao liderar uma transformação <i>Lean</i> e considerar os fatores gerais e operacionais para a implementação das diversas ferramentas <i>Lean</i> . Este artigo refere também que a melhor prática na transformação <i>Lean</i> é começar por implementar o VSM para se conhecerem detalhadamente os processos em cada etapa, identificando os que são efetivamente importantes e necessários para entregar valor do início ao fim, bem como a partir do qual, se torna possível identificar eventuais desperdícios nos processos mapeados. Consideram que assim seja possível obter maior eficiência devido à visualização sistemática e análise de gargalos nos processos, permitindo que recursos materiais e humanos sejam usados eficientemente.	-	(Urban & Tochwin, 2022)
10.1109/ACCESS.2021.3077570 <i>Lee, Gholami, Saman, Ngadiman, Zakuan, Mahmood e Omain</i> 2021 Malásia	<i>Sustainability-Oriented Application of Value Stream Mapping: A Review and Classification</i>	<i>IEEE Access</i> <i>IEEE Xplore</i>	Propor um conjunto de indicadores de sustentabilidade que possam contribuir para orientar e fortalecer a pesquisa de ponta sobre a implementação bem-sucedida.	Foi referido que esta ferramenta também pode ser muito útil quando direcionada para a sustentabilidade, havendo necessidade de novos indicadores para melhorar a compreensão do processo de seleção dos mesmos na implementação do VSM bem como serem necessários mais estudos comparativos e setoriais através de pesquisas e metodologias conceituais em prol do desenvolvimento sustentável do fluxo de valor. Em termos práticos os resultados demonstraram que as métricas aplicadas em estudos de ponta ajudam os profissionais a entender o processo de seleção de indicadores na implementação do VSM orientado para a sustentabilidade.	-	(Lee et al., 2022)

DOI - AUTORES - DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO - EDITORA	OBJETIVOS	RESULTADOS – BARREIRAS - IMPORTÂNCIA	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.1080/09537287.2020.1713414 <i>Luz, Tortorella, Narayanamurthy, Gaiardelli e Sawhney</i> 2021	<i>A systematic literature review on the stochastic analysis of value streams</i>	<i>Production Planning & Control</i> <i>Taylor & Francis</i>	Através de uma revisão sistemática da literatura, esta pesquisa pretendeu avaliar o nível de integração dos métodos estocásticos na análise do fluxo de valor e identificar os métodos estocásticos que são amplamente adotados para lidar com incertezas na análise do fluxo de valor.	Os resultados da revisão indicaram que a aplicação dos métodos estocásticos existentes na análise do fluxo de valor ainda não está desenvolvida e sistematicamente integrada. Além disso, os poucos estudos que consideram a estocasticidade dos fluxos de valor não dão a devida importância ao efeito que as fontes de incerteza provocam umas às outras. Na implementação tradicional do fluxo de valor, nem sempre se considera a variabilidade inerente dos processos, reforçando melhorias que podem não levar a resultados significativos. Nesse sentido, as incertezas associadas aos fluxos de valor tornam-se um problema que pode ser contornado com a integração de métodos estocásticos.	12	(Luz et al., 2021)
10.1080/14783363.2017.1308818 <i>Rafique, Rahman, Saibani e Arsad</i> 2019 Malásia	<i>A systematic review of Lean implementation approaches: a proposed technology combined Lean implementation framework</i>	<i>Total Quality Management & Business Excellence</i> <i>Taylor & Francis</i>	Pretenderam verificar se todas as abordagens de implementação <i>Lean</i> podem ser combinadas com tecnologias de identificação por radiofrequência e propor uma abordagem com metodologias, ferramentas e etapas.	No que diz respeito ao VSM para a implementação <i>Lean</i> foi considerado ser uma ferramenta extremamente útil para efetuar um estudo aprofundado de todas as operações a decorrer e identificar os desperdícios. Ficou sublinhada a utilidade para académicos, engenheiros, gestores, especialistas e iniciantes das práticas <i>Lean</i> e tecnológicas. Ficou patente que o poder de ser visualizado a situação inicial versus a final e a simulação de resultados antes da implementação efetiva são um fator decisivo na tomada de decisões e investimentos perante as chefias. Este artigo deixa também o registo da necessidade de transformação de mentalidades, de conhecimento e compreensão das ferramentas por parte de quem as implementa, em que deve existir planeamento, bem como estratégias adequadas de implementação, considerando que a revisão da literatura na obtenção desse conhecimento seja fundamental.	43	(Rafique et al., 2019)
10.1016/j.ifacol.2017.08.385 <i>Romero e Arce</i> 2017 México	<i>Applying Value Stream Mapping in Manufacturing: A Systematic Literature Review</i>	<i>IFAC-PapersOnLine</i> <i>Elsevier</i>	Através de uma revisão sistemática da literatura pretendeu-se validar o VSM como uma ferramenta crítica quando se trata de implementar a abordagem <i>Lean</i> e que pode ser implementada em muitos setores da indústria.	O artigo comprovou que esta ferramenta (o VSM), ajuda a reduzir todo o tipo de desperdícios e está em franco crescimento pelo mundo fora. A partilha dos resultados positivos da implementação desta ferramenta deve ser promovida para que possa ser adaptada a outros setores e ambientes nomeadamente onde os resultados possam ainda não ser evidentes. O VSM demonstrou ser capaz de melhorar a visibilidade do fluxo de valor e o desempenho dos fabricantes apesar de terem existido trabalhos em que o VSM não foi utilizado adequadamente, por falta de preparação de quem a implementa. O estudo realizado revelou que na Europa era onde existiam mais pesquisas sobre o VSM, sendo que a Ásia foi a região que impulsionou o seu desenvolvimento no que diz respeito à evolução de métodos e simulação. Também ficou patente o desenvolvimento das variantes desta ferramenta para fazer face aos desafios de mercado, uma vez que é uma ferramenta versátil, que se adapta a diferentes ambientes de produção.	86	(Romero & Arce, 2017)
10.1080/00207543.2017.1311031 <i>Shou, Wang, Wu, Wang e Chong</i> 2017 Coreia do Sul	<i>A cross-sector review on the use of value stream mapping</i>	<i>International Journal of Production Research</i> <i>Taylor & Francis</i>	Visou determinar o desenvolvimento de ponta do VSM em cinco setores, incluindo manufatura, assistência médica, construção, desenvolvimento de produtos e setores de serviços.	Os resultados apresentados frisaram que os processos analisados na manufatura foram dominados pela redução do <i>lead time</i> e sempre na perspectiva de aumentar a eficiência do processo em causa, fazendo passar a ideia de que o VSM é uma ferramenta apenas para visualizar o valor e o desperdício nos processos, em vez de uma filosofia de melhoria de todo o sistema mais abrangente. Foi referido que seriam necessários mais estudos focados na redução de defeitos dos produtos a fim de melhorarem a eficácia e melhorarem o processo no seu todo	139	(Shou et al., 2017)

APÊNDICE B

Artigos Teóricos

DOI - AUTORES - DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	OBJETIVOS	RESULTADOS – BARREIRAS - IMPORTÂNCIA	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.15587/2706-5448.2020.202206 Kolos 2020	<i>Substantiation of Influence Factors on the Value Stream in the Context of Lean Enterprise Management</i>	<i>Technology Audit & Production Reserves</i> <i>Economis of Enterprises: Economics and Management of Enterprises</i>	O objetivo da pesquisa foi justificar a lista de fatores que influenciam o fluxo de valor no contexto da gestão <i>Lean</i> de uma empresa.	O fluxo humano considerou-se ser prioritário uma vez que proporciona a transformação do fluxo de materiais com a consequente geração de fluxo de caixa e ao mesmo tempo reforça as mudanças em todos os outros componentes através do fluxo de informações. Para a identificação da influência dos fluxos no valor agregado, não agregado e não agregado, mas necessário o autor utilizou Diagramas de <i>Ishikawa</i> , o VSM, os 5 Porquês, o JIT, <i>Heijunka</i> , <i>Visual Management</i> e o <i>Kaizen</i> . O detalhe da influência no fluxo de valor irá permitir aos gestores melhorar a eficiência, distribuição e uso racional dos recursos bem como um sistema focado na criação de valor. A condição necessária para garantir o resultado desejado será usar a metodologia <i>Lean</i> na gestão e justificar os fatores de influência no fluxo de valor.	5 Porquês, <i>Heijunka</i> , JIT, <i>Visual Management</i> , <i>Kaizen</i>	-	(Kolos, 2020)
10.7880/abas.02009 09ª Fukuzawa 2020	<i>Function of Value Stream Mapping in Operations Management Journals</i>	<i>Annals of Business Administrative Science</i> J-STAGE	Estudar o principal papel e função do VSM na gestão de operações.	Considerou que o uso de ferramentas facilmente compreensíveis, como por exemplo o <i>kanban</i> , são usadas como um atalho na implementação <i>Lean</i> , enquanto a contribuição do VSM, foi lembrar a importância de olhar para o fluxo de valor, identificando os seus gargalos e resolvendo-os. A progressão de estudos realizados validou o VSM como uma ferramenta eficaz na redução de prazos de entrega, na melhoria dos tempos de agregação de valor, na redução de desperdícios nos diversos departamentos. Em atividades específicas alterou a visão tradicional em que se aplicava por exemplo o <i>Kaizen</i> usando o VSM para melhorar determinada ineficiência, mas deixava de fora atividades como as vendas, a logística, as compras ou mesmo o desenvolvimento do produto, demonstrando a importância do VSM na visão do fluxo de valor. Em suma o autor refere que o VSM na maior parte dos estudos anteriormente realizados foi utilizado como uma ferramenta de otimização parcial, mais usada na produção, considerando que o VSM permite que ao focar todos os fluxos ao longo da cadeia de valor se promova a otimização geral contribuindo assim para o valor final a entregar ao cliente.	-	6	(Fukuzawa, 2020)
10.1080/09537287.2019.1605627 Santos, Giglio, Helleno e Campos 2019	<i>Environmental aspects in VSM: a study about barriers and drivers</i>	<i>Production Planning & Control</i> Taylor & Francis	O principal objetivo deste trabalho foi avaliar as principais barreiras e diretrizes para a implementação de VSM tendo em conta aspetos ambientais.	Os resultados apontaram três barreiras importantes, a dificuldade em capturar todas as informações de diferentes produtos em um único VSM, a dificuldade de comparação de Sus-VSM, em sistemas de manufatura e contextos diferentes e ainda a falta de algumas informações críticas relacionadas aos aspetos ambientais (água, energia, resíduos sólidos entre outros). No que concerne às direções a ter em conta, foram destacadas a importância de um método de trabalho bem definido e métodos de realização do mapa propriamente dito garantindo que a sua execução seja rápida para todos os intervenientes.	-	11	(Santos et al., 2019)
10.1080/00207543.2017.1347302 Andreadis, Garza-Reyes e Kumar 2017 Inglaterra	<i>Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: an investigation of managerial factors</i>	<i>International Journal of Production Research</i> Taylor & Francis	Investigar os procedimentos para colocar em prática o VSM como parte da filosofia <i>Lean</i> e a relação com outras ferramentas.	Os resultados deste estudo sugerem que as vantagens como 'redução no <i>lead time</i> ', 'melhor produtividade', 'redução no tempo de ciclo' e 'redução de stock' podem ser alcançados apenas implementando o VSM. Segundo os autores este trabalho preenche uma lacuna de pesquisa e amplia o conhecimento ao explorar a ligação da implementação do VSM com a manufatura <i>Lean</i> , como sendo uma ferramenta essencial para identificar resíduos. Na medida em que investigou a posição que o VSM normalmente assume na hierarquia de prazos da implementação <i>Lean</i> , ao ajudar a entender a complexidade da implementação do VSM em termos de facilidade e tempo gasto para treino, formação quando comparado a outras ferramentas <i>Lean</i> como TPM, JIT e <i>Jidoka</i> . Na definição dos fatores críticos de sucesso e barreiras para a implementação do VSM e ao fornecer uma estrutura conceitual que aumente a compreensão e apoie a implementação do VSM. Para os autores o seu contributo foi benéfico para os gestores de manufatura que visam implantar efetivamente o VSM nas suas organizações, incentivando-os com evidências. Ainda que este trabalho se concentre nos aspetos de gestão, aconselham a que se investigue e definam pontos de melhoria e que devam ser treinados para que o sucesso de implementação do VSM seja ainda mais bem-sucedido.	TPM, JIT e <i>Jidoka</i>	74	(Andreadis et al., 2017)
10.1080/00207543.2015.1096976 Netland 2016 Noruega	<i>Critical success factors for implementing Lean production: the effect of contingencies</i>	<i>International Journal of Production Research</i> Taylor & Francis	Investigar como as variáveis de contingência influenciam o que os profissionais veem como fatores de sucesso para a implementação do <i>Lean</i> .	Resumidamente o sucesso na implementação <i>Lean</i> depende do grau de comprometimento e envolvimento dos gestores, liderando e promovendo conhecimento e formação de forma contínua a todos os funcionários, de forma a criar rotinas de implementação sistemáticas. O autor refere o VSM como uma ferramenta auxiliar importante na implementação <i>Lean</i> .	-	415	(Netland, 2016)

DOI - AUTORES - DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	OBJETIVOS	RESULTADOS – BARREIRAS - IMPORTÂNCIA	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.1080/00207543.2014.903348 <i>Belekoukias, Garza-Reyes e Kumar</i> 2014 Inglaterra	<i>The impact of Lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations</i>	<i>International Journal of Production Research</i> <i>Taylor & Francis</i>	Investigar o impacto de cinco metodologias <i>Lean</i> essenciais, ou seja, JIT, automação, <i>Kaizen</i> , Manutenção Produtiva Total (TPM) e o VSM.	No que diz respeito ao VSM, o artigo reforçou a ideia de que se for feita uma análise VSM incorreta sob o ponto de vista dos processos e desperdícios consequentemente as prioridades selecionadas bem como as ferramentas <i>Lean</i> a utilizar não serão as adequadas prejudicando a sustentabilidade da estratégia <i>Lean</i> . Neste estudo o VSM foi visto como uma ferramenta aplicada mais a nível operacional, físico e de processos que não têm em conta aspetos sócio-técnicos tornando difícil demonstrar a eficácia do mesmo perante os gestores. O artigo deixou patente de que a experiência prática dos autores e a literatura existente contraria o resultado do estudo por eles realizado, uma vez que estes acreditam na eficácia do VSM, pelo que sugeriram novos estudos para o comprovar.	-	562	(Belekoukias et al., 2014)
10.1007/s00170-014-5712-z <i>Forno, Pereira, Forcellini e Kipper</i> 2014 Brasil	<i>Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools</i>	<i>International Journal of Advanced Manufacturing</i> <i>Springer</i>	Pretendeu investigar as principais dificuldades e limitações encontradas durante a construção de mapas do estado atual, e analisar as causas associadas bem como apontar diretrizes para facilitar o uso do VSM para mapear processos.	Este trabalho identificou oportunidades futuras para a implementação do VSM, nomeadamente ao nível do aumento da produtividade e a fiabilidade desta ferramenta <i>Lean</i> . A maior dificuldade encontrada foi compreender e classificar os problemas identificados nos estudos pesquisados pelos autores, pois nem sempre foram apresentados de forma clara, falando uns na importância da ferramenta e outros apresentando seus resultados, porém poucos apresentavam as dificuldades na implementação do VSM. Com o desenvolvimento de novas tecnologias ao nível da medição de dados, da possibilidade de rastreamos procedimentos de medição, de medição de distâncias em tempo real, tornou-se mais fácil padronizar e normalizar a medição de dados permitindo a construção de mapas mais confiáveis, de forma mais célere e com decisões mais acertadas na definição dos mapas futuros. Em suma a facilitação do processo de medição de dados passou a permitir que a implementação VSM possa ser feita frequentemente tornando esta ferramenta muito mais útil em processos de melhoria contínua permitindo inclusive a adoção de métodos estatísticos para monitorizar o desempenho dos processos bem como os resultados dos mapas futuros.	-	-	(Forno et al., 2014)

APÊNDICE C

Artigos de Estudo de Caso – Dados Bibliométricos

DOI – AUTORES – DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	MANUFATURA - ATIVIDADE	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.1080/09537287.2021.1916637 Ebrahimi, Khakpour e Saghiri 2023	<i>Sustainable setup stream mapping (3SM): a systematic approach to Lean sustainable manufacturing</i>	<i>Production Planning & Control</i> Taylor & Francis	Equipamentos Elétricos Fábrica de eletrodomésticos	12	(Ebrahimi et al., 2023)
10.35609/jfbr.2022.6.4 (1) Kostiuk 2022 República Checa	<i>Influence of Quality on Manufacturing Processes in Enterprises from the Perspective of Generating Value Added</i>	<i>Journal of Finance & Banking Review (JFBR)</i> Global Academy of Training & Research (GATR) Enterprise.	Maquinaria e Equipamento Equipamentos cozinha profissionais	-	(Kostiuk, 2022)
10.3390/systems10040102 Frick e Metternich 2022 Alemanha	<i>The Digital Value Stream Twin</i>	<i>Systems</i> MDPI	Manufatura Geral	3	(Frick & Metternich, 2022)
10.3390/su142215319 Matope, Chirinda e Sarema 2022	<i>Continuous Improvement for Cost Savings in the Automotive Industry</i>	<i>Sustainability</i> MDPI	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques	-	(Matope et al., 2022)
10.24425/mper.2022.142384 Landeghem e Cottyn 2022 Bélgica	<i>Extending Value Stream Mapping for Lean Production Planning and Control</i>	<i>Management & Production Engineering Review (MPER)</i> Polish Academy of Sciences	Manufatura Geral	-	(Landeghem & Cottyn, 2022)
10.3390/su141711020 Wang, Rahardjo e Rovira 2022 Espanha	<i>Lean Six Sigma with Value Stream Mapping in Industry 4.0 for Human-Centered Workstation Design</i>	<i>Sustainability</i> MDPI	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques	5	(Wang et al., 2022)
10.1007/s12063-022-00265-9 Ahmad, Amin e Mustafá 2022	<i>Value stream mapping with Lean thinking model for effective non-value-added identification, evaluation and solution processes</i>	<i>Operations Management Research</i> Springer	Produtos Alimentares	1	(Ahmad et al., 2022)
10.31803/tg-20211010121240 Guzel e Asiabi 2022 Turquia	<i>Increasing Productivity of Furniture Factory with Lean Manufacturing Techniques (Case Study)</i>	<i>Technical Journal - Tehnicki Glasnik</i> University North in Croatia	Mobiliário	5	(Guzel & Asiabi, 2022)
10.1080/15623599.2019.1644756 Ramani e Lingan 2022 Índia	<i>Developing a Lean model to reduce the design process cost of gas insulated switchgear foundation using value stream mapping – a case study</i>	<i>International Journal of Construction Management</i> Taylor & Francis	Equipamentos Elétricos	7	(Ramani & Lingan, 2022)
10.3390/pr10091884 Poswa, Aduwaga e Mporfu 2022 África do Sul	<i>Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry</i>	<i>Processes</i> MDPI	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Camiões	3	(Poswa et al., 2022)
10.1080/23311916.2022.2034255 Gebeyehu, Abebe e Gochel 2022 Etiópia	<i>Production lead time improvement through Lean manufacturing</i>	<i>Cogent Engineering</i> Taylor & Francis	Outros Equipamentos de Transporte	3	(Gebeyehu et al., 2022)
10.20473/jmtt.v15i3.40440 Wurjaningrum e Shafak 2022 Indonésia	<i>How Does the Value Stream Mapping Method Identify Waste and Improve the Coffee Bean Production Process of a Café?</i>	<i>Jurnal Manajemen Teori dan Terapan</i> UNAIR - Universitas Airlangga- Indonésia	Produtos Alimentares Café	-	(Wurjaningrum & Shafak, 2022)

DOI – AUTORES – DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	MANUFATURA – ATIVIDADE	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.7708/ijtte2022.12 (4).02 Božić, Andrejić, Dabić-Miletić e Kilibarda 2022 Sérvia	<i>Development of Sustainable Production System Using Value Stream Mapping: A Case Study</i>	<i>International Journal for Traffic & Transport Engineering Scientific Research Journals</i> <i>Scientific & Academic Publishing</i>	Borracha e Plásticos Plásticos	-	(Božić et al., 2022)
10.1080/23311916.2022.2084982 González Ruiz, Blanco e Gascons 2022 Espanha	<i>Enhancing process performance for composite padel racket manufacture using Six Sigma-DMAIC and VSM synergetic support</i>	<i>Cogent Engineering</i> <i>Taylor & Francis</i>	Outras Manufatutras Raquetes de Padel	-	(González Ruiz, 2022)
10.3390/pr10091671 Y. Kihel, A. Kihel e Embarki 2022 Marrocos	<i>Optimization of the Sustainable Distribution Supply Chain Using the Lean Value Stream Mapping 4.0 Tool: A Case Study of the Automotive Wiring Industry</i>	<i>Processes</i> MDPI	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel Cablagens	2	(Kihel et al., 2022)
10.35429/JAF.2022.25.9.14.28 Gutiérrez-Sánchez e Guillén-Guzmán 2022 México	<i>Applying value stream mapping for design and optimization of a chocolate bar production line</i>	<i>Journal of Administration and Finance</i> <i>ECORFAN-Bolivia</i>	Produtos Alimentares Produção de barras de chocolate		(Gutiérrez-Sánchez & Guillén-Guzmán, 2022)
10.1016/j.matpr.2022.04.159 Shabeen e Krishnan 2022 Índia	<i>Application of Lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study</i>	<i>Materials Today: Proceedings</i> <i>Elsevier</i>	Produtos Minerais Não Metálicos Estruturas betão pré-fabricado	2	(Shabeen & Krishnan, 2022)
10.1177/09721509221113002 U. Kumar e Shankar 2022 Índia	<i>Application of Value Stream Mapping for Lean Operation: An Indian Case Study of a Dairy Firm</i>	<i>Global Business Review</i> <i>SAGE Publications</i>	Produtos Alimentares Lacticínios	1	(U. Kumar & Shankar, 2022)
10.5585/exactaep. v19n1.8940 Schneider, Carvalho e Taborda 2021	<i>Study of the process of Cylindrical Road Isothermal Tanks Aimed at Improvement Actions Through Lean Manufacturing and Value Flow Map</i>	<i>Exata, Engenharia e Produção</i> <i>UNINOVE - Universidade nove de julho</i>	Outros Equipamentos de Transporte Tanques isotérmicos rodoviários		(Schneider et al., 2021)
10.22201/icat.24486736e.2021.19.1.1488 Patil, Pisal e Suryavanshi 2021 Índia	<i>Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study</i>	<i>Journal of Applied Research and Technology</i> <i>Universidad Nacional Autónoma de México</i>	Computadores, Produtos Eletrónicos e Ópticos Aparelhos de teste para a indústria	7	(Patil et al., 2021)
10.1002/bse.2724 Gholami, Jamil, Saman, Streimikiene, Sharif e Zakuan 2021 Malásia	<i>The application of Green Lean Six Sigma</i>	<i>Business Strategy & the Environment</i> <i>John Wiley & Sons, Inc</i>	Químicos e seus derivados Substratos	51	(Gholami et al., 2021)
10.3390/en14123527 Salwin, Jacyna-Gold, Ba'nka, Varanchuk e Gavina 2021 França	<i>Using Value Stream Mapping to Eliminate Waste: A Case Study of a Steel Pipe Manufacturer</i>	<i>Energies (19961073)</i> MDPI	Metais básicos Aço - Tubos para imobiliário	12	(Salwin et al., 2021)
10.5784/37-2-688 Ramsunder e Olanrewaju 2021	<i>Energy analysis via value stream mapping: a case study of an automotive weld plant</i>	<i>Orion</i> <i>Operations Research Society of South Africa</i>	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel – Chassis	2	(Ramsunder & Olanrewaju, 2021)
10.1007/s12008-021-00753-5 Marconi, Menghi, Papetti, Pietroni e Germani 2021 Itália	<i>An interactive resource value mapping tool to support the reduction of inefficiencies in smart manufacturing processes</i>	<i>International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)</i> <i>Springer</i>	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel - Componentes Eletromecânicos	2	(Marconi et al., 2021)

DOI – AUTORES – DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	MANUFATURA - ATIVIDADE	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.3390/app11115291 Tran, Ruppert e Abonyi 2021 Hungria	<i>Indoor Positioning Systems Can Revolutionise Digital Lean</i>	<i>Applied Sciences (2076-3417)</i> MDPI	Manufatura Geral	15	(Tran et al., 2021)
10.12819/2021.18.7.2 Kyrillos, Nascimento, Souza, Júnior e Saccomano 2021 Brasil	<i>Value Stream Mapping (VSM) Applied to a Company of the Metal-Mechanic in 4.0 Industry Context</i>	<i>Revista FSA</i> <i>Faculdade Santo Agostinho</i>	Metais básicos Metalúrgica	2	(Kyrillos et al., 2021)
10.3103/S1068798X21040213 Syreyschchikova, Pimenova, Markopoulos e Moldovan 2021 Rússia	<i>Value Stream Maps in Clock Production</i>	<i>Russian Engineering Research</i> Springer	Computadores, Produtos Eletrônicos e Ópticos Relojoaria	5	(Syreyschchikova et al., 2021)
10.4995/ijpme.2021.12254 Zhong e Prayugo 2021 Indonésia	<i>Green productivity: waste reduction with green value stream mapping. A case study of leather production</i>	<i>International Journal of Production Management and Engineering</i> <i>PoliPapers - Universidade de Valência</i>	Couro e Afins Calçado	6	(Zhong & Prayugo, 2021)
10.1080/00207543.2020.1766720 Busert e Fay 2021 Alemanha	<i>Information quality focused value stream mapping for the coordination and control of production processes</i>	<i>International Journal of Production Research</i> Taylor & Francis	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel	11	(Busert & Fay, 2021)
10.1109/TEM.2021.3089691 M. B. Kumar, Parameshwaran, Antony e Cudney 2021 Índia	<i>Framework for Lean Implementation Through Fuzzy AHP-COPRAS Integrated Approach</i>	<i>IEEE Transactions on Engineering Management</i> IEEE Xplore	Metais básicos Aço	9	(M. B. Kumar et al., 2021)
10.46544/AMS.v25i3.15 Sudhakara, Salek, Venkat e Chruzik 2020 Índia	<i>Management of non-value-added activities to minimize lead time using value stream mapping in the steel industry</i>	<i>Acta Montanistica Slovaca</i> <i>Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies</i>	Metais básicos Aço	6	(Sudhakara et al., 2020)
10.23862/kiit-parikalpana/2020/v16/i1-2/204565 Kenge e Khan 2020 Índia	<i>Manufacturing Excellence Model to Solve Operational Risks Due To Product Demand Variations</i>	<i>Parikalpana: KIIT Journal of Management</i> Sandip University, Nashik, Índia	Equipamentos Elétricos	1	(Kenge & Khan, 2020)
10.1080/08982112.2019.1637526 Liu, Yang e Xin 2020 China	<i>Applying value stream mapping in an unbalanced production line: A case study of a Chinese food processing enterprise</i>	<i>Quality Engineering</i> Taylor & Francis	Produtos Alimentares	27	(Liu et al., 2020)
10.29119/1641-3466.2020.147.24 Zasadzień 2020 Polónia	<i>Improving Work Organisation in the Production Hall – a Case Study</i>	<i>Business Source Complete</i> <i>Scientific Papers of Silesian University of Technology.</i>	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel - Amortecedores	1	(Zasadzień, 2020)
10.3390/su13010091 Schoeman, Oberholster e Somerset 2020 África Austral	<i>Value Stream Mapping as a Supporting Management Tool to Identify the Flow of Industrial Waste: A Case Study</i>	<i>Sustainability</i> MDPI	Metais Básicos	29	(Schoeman et al., 2020)
10.1080/00207543.2019.1633482 Abisourour, Hachkar, Mounir e Farchi 2020	<i>Methodology for integrated management system improvement: combining costs deployment and value stream mapping</i>	<i>International Journal of Production Research</i> Taylor & Francis	Químicos e seus derivados	33	(Abisourour et al., 2020)

DOI – AUTORES – DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	MANUFATURA – ATIVIDADE	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.1080/23311916.2020.1842148 Suhardi, Hermas, Jauhari e Ramirez 2020	Implementation of value stream mapping to reduce waste in a textile products industry	Cogent Engineering Taylor & Francis	Produtos Têxteis	13	(Suhardi et al., 2020)
10.1155/2020/1347054 Liu e Yang 2020 China	Incorporating Variability in Lean Manufacturing: A Fuzzy Value Stream Mapping Approach	Mathematical Problems in Engineering Hindawi Mathematical Problems in Engineering	Couro e Afins Calçado	5	(Liu & Yang, 2020)
10.46465/endustrimuhendisligi.728061 Demirci e Gündüz 2020	Combined Application Proposal of Value Stream Mapping (VSM) and Methods Time Measurement Universal Analysis System (MTM-UAS) Methods in Textile Industry	Journal of Industrial Engineering Turkish Chamber of Mechanical Engineers	Produtos Têxteis	1	(Demerci & Gündüz, 2020)
10.1080/1331677X.2020.1715236 Jamil, Gholami, Saman, Streimikiene, Sharif e Zakuan 2020 Malásia	DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system	Economic Research-Ekonomika Istrazivanja Taylor & Francis	Computadores, Produtos Eletrônicos e Ópticos Hardware - discos rígidos	58	(Jamil et al., 2020)
10.24425/mper.2019.129569 Maalouf e Zaduminska 2019	A case study of VSM and SMED in the food processing industry	Management and Production Engineering Review Polish Academy of Sciences	Produtos Alimentares Transformação de pescado	39	(Maalouf & Zaduminska, 2019)
10.14488/1676-1901.v19i4.3458 Bianco, Júnior, Sagawa, Godinho 2019	Value Stream Mapping: Case Study in the Manufacture of Pet Food Products	Revista Produção Online ABEPRO - Associação Brasileira de Engenheiros de Produção	Produtos Alimentares Produção de alimentação animal de estimação	2	(Bianco et al., 2019)
10.1177/1687814019827115 Guo, Jiang, Xu, and Peng 2019 China	Integration of value stream mapping with DMAIC for concurrent Lean-Kaizen: A case study on an air-conditioner assembly line	Advances in Mechanical Engineering SAGE Publications	Maquinaria e Equipamento	35	(Guo et al., 2019)
10.1007/s13198-019-00810-z Dhingra, Kumar e Singh 2019 Índia	Cost reduction and quality improvement through Lean-Kaizen concept using value stream map in Indian manufacturing firms	International Journal of System Assurance Engineering and Management Springer	Manufatura Geral	30	(Dhingra et al., 2019)
10.1080/23311916.2019.1567019 Suhardi, Anisa e Laksono 2019 Indonésia	Minimizing waste using Lean manufacturing and ECRS principle in Indonesian furniture industry	Cogent Engineering Taylor & Francis	Mobiliário	53	(Suhardi et al., 2019)
10.1109/EMR.2019.2934953 Busert e Fay 2019 Alemanha	Extended Value Stream Mapping Method for Information Based Improvement of Production Logistics Processes	IEEE Engineering Management Review IEEE Xplore	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel	19	(Busert & Fay, 2019)
10.1007/s10586-017-1068-0 Jing, Li, Yan, Yang e Chen 2019 China	Research on optimization of product development value stream	Cluster Computing Springer	Manufatura Geral	2	(Jing et al., 2019)
10.4995/ijpme.2019.8607 C. Carvalho., D. Carvalho e Silva 2019 Brasil	Value stream mapping as a Lean manufacturing tool: A new account approach for cost saving in a textile company	International Journal of Production Management and Engineering PoliPapers - Universidade de Valência	Produtos Têxteis	28	(C. Carvalho et al., 2019)

DOI – AUTORES – DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	MANUFATURA - ATIVIDADE	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.3390/pr7020082 Parv, Deaky, Nasulea e Oancea 2019	<i>Agent-Based Simulation of Value Flow in an Industrial Production Process</i>	<i>Processes</i> MDPI	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel - Amortecedores	25	(Parv et al., 2019)
10.3390/pr7110816 Alzubi, Atieh, Shgair, Damiani, Sunna e Madi 2019 Jordânia	<i>Hybrid Integrations of Value Stream Mapping, Theory of Constraints and Simulation: Application to Wooden Furniture Industry</i>	<i>Processes</i> MDPI	Mobiliário	29	(Alzubi et al., 2019)
10.18657/yonveek.499994 Yüksel e Uzunovic 2019 Bósnia Herzegovina	<i>Application of Value Stream Mapping in a Manufacturing Firm in Bosnia and Herzegovina</i>	<i>Journal of Management & Economics</i> Celal Bayar University the Faculty of Economics & Administrative Sciences	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel	6	(Yüksel & Uzunovi, 2019)
10.1080/14783363.2017.1308821 Dadashnejad e Valmohammadi 2019	<i>Investigating the effect of value stream mapping on overall equipment effectiveness: a case study</i>	<i>Total Quality Management & Business Excellence</i> Taylor & Francis	Manufatura Geral	74	(Dadashnejad & Valmohammadi, 2019)
10.1080/09537287.2019.1612109 Nagaraj, Jeyapaul, Vimal e Mathiyazhagan 2019 Sri Lanka	<i>Integration of human factors and ergonomics into Lean implementation: ergonomic-value stream map approach in the textile industry</i>	<i>Production Planning & Control</i> Taylor & Francis	Produtos Têxteis	43	(Nagaraj et al., 2019)
10.24840/2184-0954_002.002_0003 Brito, Ramos, Carneiro e Gonçalves 2018 Portugal	<i>Integration of Lean manufacturing and ergonomics in a metallurgical industry</i>	<i>International Journal of Occupational and Environment Safety</i> Faculty of Engineering of University of Porto	Metais Básicos	13	(Brito et al., 2018)
10.1051/e3sconf/20187307010 Zahrotun e Taufiq 2018 Indonésia	<i>Lean Manufacturing: Waste Reduction Using Value Stream Mapping</i>	<i>E3S Web of Conferences</i> EDP Sciences	Produtos Alimentares	23	(Zahrotun & Taufiq, 2018)
10.1080/09537287.2018.1434253 Kumar e Parameshwaran 2018 Índia	<i>Fuzzy integrated QFD, FMEA framework for the selection of Lean tools in a manufacturing organisation</i>	<i>Production Planning & Control</i> Taylor & Francis	Manufatura Geral	70	(M. B. Kumar & Parameshwaran, 2018).
10.3390/su9122184 Gunduz e Naser 2017	<i>Cost Based Value Stream Mapping as a Sustainable Construction Tool for Underground Pipeline Construction Projects</i>	<i>Sustainability</i> MDPI	Produtos Minerais Não Metálicos	29	(Gunduz & Naser, 2017)
10.1080/00207543.2017.1308574 Carmignani 2017 Itália	<i>Scrap value stream mapping (S-VSM): a new approach to improve the supply scrap management process</i>	<i>International Journal of Production Research</i> Taylor & Francis	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel	46	(Carmignani, 2017)
10.14488/BJOPM. 2017.v14.n4.a11 J. S. Pinto, Schuwarden, Júnior, Novaskik 2017 Brasil	<i>Proposal the Application of DMAIC Tools and Value Stream Mapping Under the Perspective of the Lean Philosophy for Process Improvement: A Case Study</i>	<i>Brazilian Journal of Operations & Production Management</i> ABEPRO - Associação Brasileira de Engenheiros de Produção	Maquinaria e Equipamento Saúde - Equipamentos de Diagnóstico InVitro	5	(J. S. Pinto et al., 2017)
10.1080/09537287.2017.1300352 D. Seth, N. Seth e Dhariwal 2017	<i>Application of value stream mapping (VSM) for Lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study</i>	<i>Production Planning & Control</i> Taylor & Francis	Manufatura Geral	180	(Seth et al., 2017)

DOI – AUTORES – DATA – ORIGEM DO ARTIGO	TÍTULO DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO – EDITORA	MANUFATURA – ATIVIDADE	CITAÇÕES	REFERÊNCIAS
10.1080/00207543.2016.1272764 Sunk, Kuhlang, Edtmayr e Sihn 2017	<i>Developments of traditional value stream mapping to enhance personal and organisational system and methods competencies</i>	<i>International Journal of Production Research</i> Taylor & Francis	Manufatura Geral	59	(Sunk et al., 2017)
10.1080/09537287.2016.1165305 Alaya 2016 Tunísia	<i>VSM a powerful diagnostic and planning tool for a successful Lean implementation: a Tunisian case study of an auto parts manufacturing firm</i>	<i>Production Planning & Control</i> Taylor & Francis	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques	52	(Alaya, 2016)
10.1007/s00170-015-7972-7 Andrade, Pereira e Del Conte 2016 Brasil	<i>Value stream mapping and Lean simulation: a case study in automotive company</i>	<i>The International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i> Springer	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel Discos Embraiagem	91	(Andrade et al., 2016)
10.1080/00207543.2015.1055349 Lacerda, Xambre e Alvelos 2016 Portugal	<i>Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry</i>	<i>International Journal of Production Research</i> Taylor & Francis	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel - Componentes plásticos	225	(Lacerda et al., 2016)
10.1002/hfm.20622 Jarebrant, Winkel, Hanse, Mathiassen e Ojmertz 2016 Suécia	<i>ErgoVSM: A Tool for Integrating Value Stream Mapping and Ergonomics in Manufacturing</i>	<i>Human Factors & Ergonomics in Manufacturing & Service Industries</i> John Wiley & Sons	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel - Componentes plásticos	58	(Jarebrant et al., 2016)
10.1007/s00170-015-7087-1 Helleno, Pimentel, Ferro, Santos, Oliveira e Simon 2015 Brasil	<i>Integrating value stream mapping and discrete events simulation as decision making tools in operation management</i>	<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i> Springer	Metais Básicos	49	(Helleno et al., 2015)
10.1007/s00170-015-7301-1 Tyagi e Vadrevu 2015 USA	<i>Immersive virtual reality to vindicate the application of value stream mapping in an US-based SME</i>	<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i> Springer	Outras Manufaturas Ornamentação – Ouro	43	(Tyagi & Vadrevu., 2015)
10.1080/09537287.2012.702866 Parthanadee e Buddhakulsomsiri 2014 Tailândia	<i>Production efficiency improvement in batch production system using value stream mapping and simulation: a case study of the roasted and ground coffee industry</i>	<i>Production Planning & Control</i> Taylor & Francis	Produtos Alimentares Café	82	(Parthanadee & Buddhakulsomsiri, 2014)
10.1080/0951192X.2013.802370 Dotoli, Fanti, Iacobellis e Rotunno 2014 Itália	<i>An integrated technique for the internal logistics analysis and management in discrete manufacturing systems</i>	<i>International Journal of Computer Integrated Manufacturing</i> Taylor & Francis	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel – Empilhadoras	16	(Dotoli e tal., 2014)
10.1002/tqem.21336 Sobral, Sousa e Chiappetta 2013 Brasil	<i>Green Benefits from Adopting Lean Manufacturing: A Case Study From the Automotive Sector</i>	<i>Environmental Quality Management</i> John Wiley & Sons	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel	66	(Sobral e tal., 2013)
10.1007/s00170-012-4383-x Tabanli e Ertay 2013	<i>Value stream mapping and benefit-cost analysis application for value visibility of a pilot project on RFID investment integrated to a manual production control system-a case study</i>	<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i> Springer	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel	51	(Tabanli & Ertay, 2013)
10.1080/0951192X.2011.608724 A. Schulze, Schmitt, Heinzen, Mayrl, Heller e Boutellier 2013 Alemanha	<i>Exploring the 4I framework of organisational learning in product development: value stream mapping as a facilitator</i>	<i>International Journal of Computer Integrated Manufacturing</i> Taylor & Francis	Veículos a Motor Reboques e Semirreboques Automóvel	46	(A. Schulze et al., 2013)

APÊNDICE D

Artigos de Estudo de Caso – Análise Qualitativa

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
<p>Recomendar um método passo a passo, chamado de mapeamento de fluxo de configuração sustentável (3SM), para melhorar o tempo de configuração de produção e seus impactos de sustentabilidade.</p>	<p>Redução de 85,7% no tempo de setup. A combinação de estratégias SMED reduziu o tempo total de setup (tempo de configuração interno (IST) + tempo de configuração externo (EST)) de 979 minutos para 661 minutos, sendo que 643 minutos deste (661 minutos) foram exteriorizados e apenas 18 minutos permaneceram como tempo de setup interno. No que concerne a melhorias sustentáveis, reduziu-se em 20% o consumo de energia. Também houve redução de inventário em 506 peças, redução de desperdícios em 99% num determinado posto de setup e foi conseguida uma poupança de 255 240 dólares no conjunto de 60 setups anuais. Apresentou uma nova ideia e ajuste no VSM para usá-lo no 3SM. Na abordagem VSM convencional, o tempo é dividido em partes de valor agregado e sem valor agregado, onde as práticas <i>Lean</i> são tentadas para eliminar o tempo sem valor agregado e otimizar o tempo com valor agregado. No 3SM, embora todo o tempo de configuração não agregue valor, ele é dividido em tempo de configuração interno (IST) e tempo de configuração externo (EST) para identificar estratégias de melhoria para converter IST em EST e simplificar ambos. Os resultados comprovaram a exequibilidade do método. Eles mostraram detalhes de atividades/tarefas de configuração e medições de critérios de sustentabilidade em termos de critérios ambientais, sociais e económicos. O estudo de caso relatou melhorias consideráveis em termos de tempo de configuração, bem como os critérios de sustentabilidade. Também indicaram as complexidades em alcançar uma melhoria adequada do tempo de configuração e critérios de sustentabilidade em toda a fábrica.</p>	<p>3SM (SMED + VSM) - Mapeamento de Fluxo de Configuração Sustentável</p>	<p>SMED</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>(Ebrahimi et al., 2023)</p>
<p>Determinar o impacto dos processos de qualidade no ambiente de fabricação, no valor agregado do processo e valor agregado para os clientes. Criar um Mapa do Fluxo de Valor atual identificando as principais operações de fabricação, nas quais a qualidade mais contribui para a criação de valor agregado.</p>	<p>Primeiro, há uma diferença entre o valor agregado calculado e o valor calculado para o cliente ao usar o modelo VSM. Em segundo lugar, a empresa analisada não dá muita ênfase às atividades relacionadas à qualidade, o que confirma o facto de que as PMEs subestimam a importância de tais atividades em comparação com as grandes empresas de manufatura. Em terceiro lugar, otimizar e inovar atividades qualitativas do processo de produção pode agregar valor a outras atividades ou operações geradoras de valor, mas a operação de qualidade da Inspeção em si não está envolvida na geração de valor agregado para o cliente. Em suma pode-se argumentar que as operações de qualidade no processo produtivo contribuem indiretamente para a geração de valor agregado para o cliente dentro do processo de suporte.</p>	<p>QVSM (<i>Quality</i> + VSM)</p>	<p>-</p>	<p>LUCIDCHART software</p>	<p>No que diz respeito a barreiras encontradas no estudo em causa passou pelo facto das empresas não divulgarem dados sobre problemas de qualidade ou processo produtivo defeituoso, pois os dados relacionados ao número de reclamações e má qualidade dos produtos fabricados podem afetar negativamente a reputação da empresa e em termos de concorrência a qualidade é um dos fatores decisivos na compra de bens ou serviços.</p>	<p>(Kostiuk, 2022)</p>
<p>Fornecer uma estrutura para o <i>Digital Value Stream Twin</i> (DVST). Elaborar requisitos para a implementação de um DVST na prática.</p>	<p>Os requisitos para o DVST identificados forneceram uma base de aplicação geral com base em artigos escritos sobre o uso de DTs em ambientes de produção. Para verificar esses requisitos, especialistas da prática industrial serão consultados como parte de pesquisas futuras para criar um perfil de requisitos holístico para o DVST. Depois que a estrutura for finalizada por especialistas industriais, o DVST será implementado na prática industrial e, portanto, continuamente aprimorado e sua funcionalidade validada. Desta forma, uma estrutura aplicável universalmente para o DVST foi desenvolvida.</p>	<p>DVST (VSM + <i>Digital Twin</i>)</p>	<p>-</p>	<p>Digital TWIN</p>	<p>Em ambientes dinâmicos de produção modernos o VSM não atende ao requisito de fornecer informações confiáveis para um Projeto de Fluxo de Valor (VSD) realista seguido por atividades de melhoria direcionadas. Como resultado, o VSM geralmente está sujeito a incertezas e depende de conhecimento especializado.</p>	<p>(Frick & Metternich, 2022)</p>
<p>Identificar o excesso de entrada de matéria-prima e atividades que não agregam valor na linha de produtos, determinar a capacidade atual da fábrica, determinar a utilização da capacidade da fábrica e implementar melhorias na linha de produtos para aumentar a produtividade.</p>	<p>Aumento de produtividade de 50% com a adição de mais uma estação de trabalho e mais um operador na estação de acabamento superficial. Passou de 8 para 12 unidades produzidas por turno.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Os operadores foram informados de que os estudos de tempo eram para o aprimoramento de seu trabalho e melhoria dos processos, sendo que o mapeamento foi feito com recurso a vídeos e como tal os operadores foram orientados a não ficarem nervosos, e a trabalhar normalmente, como fariam no desempenho de suas tarefas diárias. Quando existiam incongruências o processo de análise e registo tinha de ser repetido.</p>	<p>(Matope et al., 2022)</p>

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Oferecer uma contribuição significativa aos profissionais sobre como usar o VSM sobretudo na construção do mapa futuro. Como adaptar os sistemas de planeamento de acordo com cada reconfiguração do fluxo de material.	Este artigo utilizou o método VSM para acomodar o redesenho da construção das práticas <i>Lean</i> (PPC), para adaptá-lo às mudanças no fluxo de material de melhoria contínua. Adaptou o modelo hierárquico PPC para que a variedade dos métodos PPC do tipo PULL pudesse ser comparado aos métodos PUSH. Propuseram novas extensões para o método VSM ilustradas com um exemplo, novos símbolos de processo, novos símbolos de controlo de fluxo e um novo conjunto de 9 questões de redesenho para apoiar a criação de VSMs de estado futuro. Anexos A, B e C.	-	<i>Kanban, Heijunka, Visual Management</i> e todas as ferramentas de gestão <i>Lean</i> que integram o sistema PUSH e PULL como o MRP e o FIFO	-	-	(Landeghem & Cottyn, 2022)
Propor um modelo de melhoria baseado em DMAIC com VSM 4.0 para melhorar o design da estação de separação com uma abordagem centrada no ser humano.	A taxa de rendimento foi melhorada de 98% para 100% e a economia direta do projeto foi de 3180 euros. Permite à empresa gerar espaço disponível nas linhas de montagem, aumentando a capacidade de montagem de mais unidades e, claro, a produtividade. As capacidades de planeamento e entrosamento dos funcionários foram aprimoradas, e as reclamações de qualidade, custos e entregas foram reduzidos.	-	DMAIC, 5S e 5 Porquês	Tecnologia 4.0	-	(Wang et al., 2022)
Identificar e avaliar a causa raiz do desperdício através de uma metodologia chamada de modelo VSM- <i>LeanThinking</i> (VSM-LT), ou seja, pretende demonstrar uma versão melhorada do VSM.	O modelo proposto é significativamente benéfico para os profissionais de VSM para melhorar a análise e avaliação do mapeamento no estado atual e para identificar soluções mais sustentáveis para seus problemas operacionais baseados na indústria.	-	<i>LeanThinking</i> (JIT, SMED, <i>Kanban</i> , MUDA e <i>Gemba Walks</i>)	-	A construção do mapeamento foi feita com uma abordagem lógica, onde depende muito do conhecimento e da experiência dos membros da equipa do projeto para mapear a relação das causas com a identificação das causas raiz. A integração do trabalho de simulação no processo de avaliação do mapa futuro (<i>Futur Stream Mapping</i>) foi considerada ser um elemento significativo para apoiar as diversas opções de avaliação de solução ou melhoria. O processo de mapeamento correto (como proposto neste artigo) das causas levará à identificação das causas raiz corretas, assim, com as estratégias de solução corretas podem eliminar múltiplos desperdícios.	(Ahmad et al., 2022)
Aferir a possibilidade de incremento de produção, aplicando técnicas <i>Lean</i> numa empresa onde a instrução dos trabalhadores tem baixo nível. Generalizar a produção <i>Lean</i> em PMEs e mostrar que ela não depende da escala e do trabalho realizado.	Diminuição nos tempos do processo produtivo e no número de defeitos de qualidade e como resultado da aplicação do fluxo de peça única, foi obtida uma melhoria de 65% nos tempos de espera. Quando olhamos para os resultados gerais, as práticas de produção <i>Lean</i> foram implementadas e os tempos de mão-de-obra anuais foram melhorados em 29%.	-	Diagrama de Pareto, <i>Kaizen</i> , 5S e <i>Standard Work</i>	-	No que diz respeito a dificuldades encontradas, a coleta de dados corretos dos funcionários e oposição dos funcionários à mudança. A aplicação de técnicas de produção <i>Lean</i> não tem sido aplicada em detalhe nas PMEs devido a razões como restrições financeiras e de recursos humanos, os proprietários e diretores de empresas que não aplicam técnicas de produção <i>Lean</i> acham que esses métodos não são adequados para sua escala e trabalho, ficou demonstrado com este trabalho precisamente o contrário.	(Guzel & Asiabi, 2022)
O objetivo deste trabalho passou por discutir a aplicação das técnicas <i>Lean</i> usando a ferramenta VSM para reduzir o custo e melhorar a produtividade do processo.	Resultou uma economia de tempo de cerca de 30% na atividade geral, um incremento da produtividade de 30%.	-	-	-	-	(Ramani & Lingan, 2022)
Aferir o ganho de produtividade a partir do VSM.	Com a simulação de VSM resultou uma melhoria de produtividade de 4%, colocou a produtividade em 95% e a melhoria do tempo de ciclo total para 451 min (471 min antes) para unidades pequenas e 466 min (486 min antes) para unidades grandes.	-	Gráfico <i>Yazumi</i>	DES - <i>AnyLogic Discrete Event Simulation</i>	Para atividades mais dinâmicas e complexas consideraram necessário o uso de simuladores, ferramentas informáticas de apoio.	(Poswa et al., 2022)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Melhorar o lead time de produção minimizando as atividades que não agregam valor associadas a diversos recursos no processo, através do VSM.	Ao integrar o sistema de manufatura <i>Lean</i> e os indicadores de desempenho de produção, obteve-se uma redução do <i>lead time</i> de produção em 50 361 horas, o tempo de WIP (<i>Work In Process</i>) foi reduzido de 196,83 para 146,46 horas e o tempo de espera também foi reduzido de 133,45 horas para 83,08 horas. Como resultado, a eficiência do ciclo do processo também melhorou em 8,6%. O processo também permitiu reduzir o número de operadores de 36 para 27 e num só turno. Além disso, a distância total percorrida foi reduzida de 1553 para 602 metros. Ficou demonstrado que o uso das metodologias <i>Lean</i> , especificamente o VSM é fundamental para melhorar as métricas de desempenho.	-	Diagrama de Esparguete	<i>Quality Companion</i> , <i>SigmaXL</i> software, <i>EdrawMax</i>	-	(Gebeyehu et al., 2022)
Identificar os desperdícios e suas causas no processo produtivo bem como definir um plano de melhorias.	Com a ajuda do VSM, identificou-se o desperdício na forma de espera, defeitos e movimentações desnecessárias. Identificou-se o tempo total do processo produtivo de 2080 minutos, e o tempo total da Atividade de Valor Agregado de 1946 minutos (93,56%). Após a identificação dos desperdícios com a ajuda da ferramenta 5 Porquês identificaram-se as causas. Consequentemente elaborou-se o plano de melhorias, tornando o processo produtivo mais eficaz e eficiente.	-	5 Porquês	-	-	(Wurjaningrum & Shafak, 2022)
Utilização do VSM para a exigência de redução de desperdícios no sistema produtivo.	Os resultados obtidos foram a redução de 7,87% no tempo total necessário para o processo de fabricação, a redução do número de colaboradores em 7%, antes da montagem do artigo x, o número de desperdícios de componentes no processo de fabricação foi reduzido em 57%, 60% de redução no número de produtos acabados de má qualidade, o tempo médio de processamento por produto reduziu 18% e um aumento de 10% no número de produtos acabados. Como o VSM tem inúmeras vantagens, ele pode ser usado em uma ampla gama de indústrias, e cada vez mais pesquisas o utilizam. Além de todos os benefícios, é preciso apontar algumas desvantagens do VSM. As desvantagens residem no facto de não levar em consideração fatores ambientais e sociais.	-	JIT e <i>Six Sigma</i>	-	-	(Božić et al., 2022)
Reduzir o desperdício (tanto de material quanto de tempo) e variação, melhorando assim a qualidade dos produtos compostos de uso final e seus processos de fabricação comuns (corte, laminação e cura).	O tempo sem valor agregado foi reduzido em 23,6% devido à redução dos tempos de retrabalho (<i>waste time</i>) causados pelas melhorias de qualidade. Como resultado, a eficiência do ciclo de processo para todo o procedimento de fabricação aumentou em cerca de 15%. Os custos de material diminuíram 18,5% por via da eliminação de desperdício.	-	<i>Six Sigma</i> - DMAIC	-	No entanto, o PCE não está próximo de 10%, portanto, a linha de produção geral ainda está longe de atingir seu desempenho ideal. A principal causa é que as atividades que não agregam valor, mas são necessárias, foram mantidas e isso representa uma limitação do presente estudo.	(González Ruiz, 2022)
Demonstrar como o <i>Lean</i> VSM4.0 contribuirá para o desenvolvimento sustentável integrando os três pilares económicos, ambientais e sociais, no processo de distribuição.	Conseguiram melhorar o desempenho económico, social e ambiental. A integração das tecnologias 4.0 tornou a ferramenta VSM capaz de monitorizar fluxos de valor em tempo real para resolver possíveis desperdícios rapidamente. Esta nova organização inteligente ofereceu um ambiente de logística totalmente integrado, onde os dados foram e são transmitidos em tempo real entre os armazéns dos países em questão e os clientes. Os resultados obtidos são animadores e têm impacto no desempenho económico e social.	-	-	Tecnologias 4.0 - <i>Big Data</i> , <i>Cloud Computing</i> , <i>IoT</i> , <i>Cobots</i> , AM, Drones, AI, AR, VS, RFID, <i>Smart Pack</i> , <i>Bar Code</i> , <i>Power BI</i> , WMS, Scan-3D, ERP, ATLS, AGV/LGV, <i>Transtockeur</i>	A introdução de novas tecnologias numa empresa exige um custo de investimento significativo, mas é rapidamente compensado pelas melhorias oferecidas, como relatado pelos autores.	(Kihel et al., 2022)
Apresentar a utilidade de técnicas de implementação de gestão <i>Lean</i> , especificamente o VSM.	Aumento do tempo de atividade num processo de resfriamento em cerca de 31,7% (de 42% para 73,7%) e ainda evitar superprodução com a ajuda de um evento <i>Kaizen</i> .	-	<i>Kaizen</i> , JIT e SMED	-	Os principais problemas observados para a implantação foram as condições ambientais e a falta de desempenho do pessoal.	(Gutiérrez-Sánchez & Guillén-Guzmán, 2022)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Aplicar os princípios <i>Lean</i> e o pensamento <i>Lean</i> usando o mapeamento do fluxo de valor para reduzir o tempo de processamento e aumentar a produção.	Redução do <i>lead time</i> de 1102 min para 739 min; Aumento de produção de 33 para 40 peças por dia; A eficiência melhorou 49% e a eficácia 21,1%.	-	-	<i>LUCIDCHART</i> software	-	(Shabeen & Krishnan, 2022)
Aferir a utilidade da utilização do VSM para reduzir o <i>lead time</i> .	Redução do <i>lead time</i> de 34,79%.	-	-	-	Não se poder generalizar resultados para o universo, pois cada empresa tem processos e fluxos diferentes. Daí a importância da realização destes estudos de forma mais intensa e abrangente no universo de cada indústria.	(U. Kumar & Shankar, 2022)
Analisar e estudar de maneira detalhada o processo de produção de tanques isotérmicos rodoviários, através do mapeamento de processos e mapa de fluxo de valor, visando propor ações de melhorias, seguindo os preceitos do <i>Lean Manufacturing</i> .	Apesar de referir resultados positivos, estes não foram quantificados. Passou a conhecer-se melhor todo o processo, identificando problemas, inclusive os imperceptíveis e oportunidades de melhoria.	-	5S	<i>MICROSOFT VISIO</i> software	-	(Schneider et al., 2021)
Aumentar a produção por meio da redução do <i>lead time</i> recorrendo ao VSM.	Reduziram o tempo de ciclo em 2 postos de trabalho de 200,67 min para 120,14min e de 187,65 min para 11,75 min respetivamente. O <i>lead time</i> da empresa passou de 4,6 dias para 3,3 dias. Anteriormente produzia 1 a 2 peças por dia passando a produzir 5 peças por dia.	-	Gráfico de Pareto	<i>Flexsim 2019 Simulation</i> software	-	(Patil et al., 2021)
Acelerar o processo de mudança em direção ao GLSS (<i>Green Lean Six Sigma</i>), uma abordagem baseada em DMAIC para facilitar sistematicamente a implementação de uma ferramenta <i>Green Lean - VSM</i> ambiental (E-VSM) — num ciclo de melhoria contínua, para profissionais e pesquisadores.	Os resultados revelaram a eficácia de uma abordagem baseada em DMAIC na sistematização do E-VSM e na melhoria de sua eficácia para alcançar a sustentabilidade ambiental. Revelou que foi possível reduzir significativamente o consumo de produtos químicos e de energia no sistema em 28% e 21%, respetivamente, o que representa uma grande economia de custos.	E- VSM (DMAIC + <i>Green Lean Six Sigma</i> + VSM)	DMAIC e <i>Green Lean Six Sigma</i>	-	-	(Gholami et al., 2021)
Utilizar o Mapeamento do Fluxo de Valor para analisar e melhorar o processo de produção de tubos de aço de precisão de várias dimensões para móveis estofados. Reduzir o desperdício e, assim, aumentar a qualidade e a eficiência do processo produtivo.	Dois soluções foram destacadas, cada uma das quais foi adotada pela administração da fábrica no ano seguinte. Como resultado das melhorias, as taxas de produtividade na linha de corte podem melhorar em 17%, e a quantidade de resíduos de fita de polipropileno deve ser reduzida em 1,7 vezes em comparação com o estado atual. Também é importante reforçar o facto de que o conforto e a segurança dos operadores devem ser significativamente melhorados ao adquirir uma peça de reposição para a linha de corte longitudinal. Além de visualizar todo o processo de produção através dos mapas do estado atual e futuro, também marcaram a mudança no índice de Disponibilidade, que definiram como a relação entre o tempo programado e o tempo de conclusão da tarefa, na linha de corte de 67% para 79%, o que não afeta diretamente a duração do ciclo de produção, mas atesta a transformação do tempo sem valor agregado em tempo necessário sem valor agregado dos operadores em uma determinada posição.	-	<i>Kaizen</i> , 5S, SMED e OEE	-	Como possíveis desvantagens do uso do método VSM, vale a pena ressaltar a natureza estática, o que significa que o método pode capturar o estado do pavilhão de produção como um instantâneo apenas em um momento específico. Para superar esse problema, tem sido sugerido o uso de modelos de simulação em conjunto com a ferramenta VSM para definir com mais eficácia o estado atual e futuro da organização. Mas o importante, segundo os autores, é a essência da aplicação do método VSM que passa pela necessidade de um olhar abrangente sobre o sistema de produção, uma vez que pequenas alterações no sistema podem alterar radicalmente os efeitos desses processos.	(Salwin et al., 2021)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Auxiliar na redução dos impactos ambientais das empresas de manufatura.	Comprovou-se que o E-VSM auxilia no desenvolvimento de um método que permite uma análise rápida e abrangente dos fluxos de energia e materiais. Isso permite a teoria de que o LM pode levar a benefícios ambientais.	E- VSM (Fatores Ambientais + VSM)	-	-	-	(Ramsunder & Olanrewaju, 2021)
Propõe uma ferramenta de economia de recursos, denominada <i>Resource Value Mapping</i> (RVM)	Demonstrou a utilidade da ferramenta em diferentes níveis hierárquicos. Os resultados obtidos mostraram que a monitorização do consumo e aproveitamento de energia/recursos é um passo necessário para a melhoria da eficiência da planta sob diferentes pontos de vista: energético, ambiental e económico.	RVM (Gestão Recursos + VSM)	-	-	Foi fomentada a colaboração entre as diferentes partes interessadas envolvidas na gestão da empresa, gerente, responsável de energia e operadores das linhas de produção.	(Marconi et al., 2021)
Examinar como as informações fornecidas pelos sistemas de posicionamento interno (IPS) podem ser utilizadas na transformação digital da manufatura flexível. Mostrar como o método proposto pode ser empregue para monitorizar e melhorar a eficiência da produção.	O método baseado em IPS proposto enriquece as fontes de informação do mapeamento do fluxo de valor e transforma os dados posicionais em indicadores-chave de desempenho usados na Manufatura <i>Lean</i> . Permite maior otimização do sistema, o que auxiliou os gestores a monitorizar todo o seu processo sem esforço.	-	PDCA, Diagrama de <i>Gantt</i>	<i>Sunstone</i> -RTLS software	Segundo os autores a precisão do resultado do sistema depende muito das características do hardware. O erro mais frequente ocorreu quando o sensor de localização não conseguiu reconhecer qual área se encontra entre duas adjacentes. Devido à limitação da tecnologia atual, o espaço definido de estações de trabalho precisa ser separado com uma distância distinta. Felizmente, com as ferramentas de mineração de processos, ruídos e erros sem sentido podem ser excluídos. No entanto, os autores acreditam que esse problema pode ser amenizado em breve, com avanços no novo sistema de hardware.	(Tran et al., 2021)
Identificar conceitos para desenvolver e implementar o VSM. Verificar a possibilidade de obter ganhos de produtividade sem investimento em ativos.	Os resultados demonstraram melhorias de produtividade, aumentando a proporção homem, hora, máquina (h/hm) em 26,74%, redução de 21% no tempo de processamento (TP) e 31,5% no <i>lead time</i> . Concluiu-se que, com a aplicação da ferramenta VSM, foi obtida uma melhoria na gestão do planeamento, programação e controle de produção (PPCP), resultando em ações que levam ao ganho de produtividade.	-	-	-	-	(Kyrillos et al., 2021)
Visualizar e entender claramente como funciona o processo, onde o valor é agregado e onde surgem as perdas. Pretendeu-se estudar a gestão da produção <i>Lean</i> , focada em atender a demanda do mercado e criar valor máximo para o cliente com custos mínimos de recursos.	O processo para a introdução do método VSM foi implementado, descrito e mostrado em forma visual bem como foi possível avaliar a sua eficiência. Os custos totais de mão-de-obra foram reduzidos em 35%; os custos de transporte foram reduzidos em 100%; e os custos dos serviços prestados pelas empresas parceiras foram reduzidos em 78%.	-	<i>Kanban</i> , JIT, SMED, <i>Poka-Yoke</i> e 5S	-	-	(Syreishchikova et al., 2021)
Identificar e reduzir desperdícios com a ajuda do VSM.	Aumento do rácio da produtividade verde de 1,12 para 1,81.	-	-	-	-	(Zhong & Prayugo, 2021)
Responder à questão de como aplicar um método que permita às empresas de manufatura, especialmente às PME, melhorar a coordenação e o controle de seus processos de produção considerando os requisitos de qualidade.	O método introduzido permitiu analisar sistematicamente os processos de produção, identificar e configurar métodos e mecanismos adequados para melhorar a coordenação e controle e harmonizar os fluxos de informação necessários. O método foi aplicado com sucesso em diversos projetos de melhoria. Neste artigo, o método foi apresentado para melhorar os processos de reabastecimento de material.	-	-	-	Para garantir um aumento de eficiência com base na informação fornecida, foi preciso harmonizar a informação necessária para que a sua qualidade se ajustasse aos requisitos dos processos produtivos e dos métodos de coordenação e controlo. Segundo os autores a construção de alguns cenários pode não ser fácil, pois essas tarefas exigem um profundo entendimento do processo. Para a construção de cenários, foi útil entrevistar funcionários do chão de fábrica e envolvê-los em workshops, pois geralmente eles têm o melhor entendimento do processo e conhecem os cenários críticos de seu trabalho diário.	(Busert & Fay, 2021)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Identificar os desperdícios por meio de observação e uso de VSM	Os desperdícios identificados foram defeitos, sobras de materiais, excesso de tempo de preparação, avarias máquinas e baixa produtividade. Uma comparação do VSM do estado presente e futuro indicou reduções significativas nos resíduos, como incrustação (50%), falha nos rolamentos (72,7%), variação de tamanho (61,9%) e corrosão (100%). Além disso, melhorias no tempo de setup, quebra de máquinas e refugo também são esperadas a longo prazo.	-	PDCA, TPM, 5S, <i>Standard Work</i> e <i>Kaizen</i>	<i>MICROSOFT VISIO</i> software	Os princípios de LM consomem tempo para implementar e ver o resultado, o que é uma tarefa desafiadora para os gestores obterem resultados efetivos de acordo com os autores. É preciso um entendimento do fluxo de processo existente e seus componentes VA e NVA. Outro desafio encontrado foi a conversão de funções necessárias em instruções de trabalho compreensíveis, claras. Consideraram essencial educar os trabalhadores com técnicas básicas e demonstrar a importância das práticas sugeridas.	(M. B. Kumar et al., 2021)
Estudar o fluxo de processo de uma família de peças em uma indústria siderúrgica, usando mapeamento de fluxo de valor e eliminar os NVAs no processo fazendo algumas alterações de processo e layout que reduzirão o <i>lead time</i> e aumentar o lucro da organização.	A redução total do <i>lead time</i> para cada peça variou de 14,55 horas a 33,41 horas, o que é uma redução significativa, corresponde a uma redução de 24,613%. Em consequência mais lucro e maior capacidade de processar pedidos dos clientes.	-	-	-	-	(Sudhakara et al., 2020)
Propor modelos consolidados de excelência fabril para solução dos riscos operacionais e pós-implantação dos mesmos, tendo por base o VSM.	Após a implantação desses dois modelos na fabricação do produto selecionado, obtiveram ganhos que no caso da procura diária de 25, o <i>lead time</i> total foi reduzido de 14,6 para 7,82 dias, ou seja, 46,44% para fabricação própria do produto e no caso da procura diária de 40, o <i>lead time</i> total foi reduzido de 26,18 para 15,18 dias, ou seja, 42,01%. O <i>lead time</i> total em ambos os casos, foi reduzido em mais de 40%, o que ajudou na produção do produto.	-	-	SCM 4.0 - <i>Tecnologias Supply Chain</i>	-	(Kenge & Khan, 2020)
Demonstrar a aplicação da ferramenta VSM para efetuar o balanceamento de uma linha de produção numa área da indústria com menos estudos de aplicação das ferramentas <i>Lean</i> .	Conclui-se que a implementação não requer nova tecnologia nem suporte de decisão complexo. Em contraste, os resultados deste estudo direcionam as empresas corretamente ao usar o diagnóstico para avaliar um plano de ação <i>Lean</i> e cultivar uma cultura <i>Lean</i> de perfeição. Contribuindo para a compreensão teórica e prática no entendimento dos sistemas de produção <i>Lean</i> . Ao longo da implementação balanceou-se a linha e melhorou-se o fluxo.	-	<i>Gemba Walks</i>	-	São necessários mais estudos para se generalizar os resultados. Referem a falta de suporte no que concerne à escolha de uma ferramenta em detrimento de outra para cada situação, fica como sugestão futura.	(Liu et al., 2020)
Aferir a eficácia da implementação dos princípios <i>Lean Manufacturing</i> com a ajuda do VSM e dos 5 Porquês	Com a ajuda do VSM, foi diagnosticado o problema mais importante no processo de produção, e usando a ferramenta 5 Porquês, foram identificadas as causas raiz dos problemas. A análise do Mapeamento do Fluxo de Valor permitiu a identificação e reconhecimento dos principais requisitos do cliente, as necessidades diárias e frequência de entrega. Os resultados da implementação do plano de melhoria traduziram-se na minimização do stock de 138 062 unidades para 25 000 unidades, o que reduziu custos e indica redução de desperdício, também o prazo de entrega foi limitado de 56,96 dias para 9,67 dias. Consequentemente levou ao aumento da eficiência de produção, de 22,5 h para 19,5 h para 4250 peças, assim como permitiu equilibrar a produção e planeamento e eliminar erros nos planos de produção.	-	5 Porquês	-	As barreiras transmitidas referiram-se à resistência dos gestores no que toca à limitação da realização de pesquisas, neste caso os resultados da pesquisa confirmaram a eficácia da introdução de soluções da filosofia <i>Lean</i> , tornando isso particularmente importante se a empresa não puder implementar de forma abrangente o conceito de <i>Lean Manufacturing</i> devido a razões organizacionais ou financeiras.	(Zasadzień, 2020)
Identificar desperdícios, minimizar o fluxo e quantidade de resíduos em prol de uma gestão sustentável.	O desperdício foi reduzido em 28% e o custo de remoção de resíduos foi reduzido em 45%. A aplicação do método VSM provou ser um método prático para a indústria siderúrgica visualizar e analisar os fluxos de resíduos, identificar oportunidades e desafios nas operações de gestão de resíduos, reduzir o desperdício, promover a produção <i>Lean</i> e alcançar um ambiente de desperdício zero ambientalmente responsável.	-	-	-	-	(Schoeman et al., 2020)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Superar a falta de alinhamento entre os objetivos do IMS-QES (Sistema de Gestão Integrado – Qualidade, Meio Ambiente, Segurança) e a gestão estratégica da empresa (política do IMS-QES) e também à inadaptação entre os processos de melhoria e o custo de perdas. Através da integração de conceitos do IMS-QES, a abordagem VSM padrão com outras ferramentas derivadas do WCM (<i>World Class Manufacturing</i>) e da Produção <i>Lean</i> .	Permitiu identificar e classificar problemas em sistemas operacionais e em produção com base em dados de tempo precisos e confiáveis, priorizar perdas a eliminar, categorizar diferentes alternativas de melhoria e/ou modificação e prever seu impacto no desempenho futuro do sistema.	-	IMS-QES e WCM	-	As desvantagens e dificuldades da abordagem analisada são a complexidade do alinhamento entre o desempenho estratégico (política/objetivos IMS-QES) e o operacional, sendo esta tarefa demorada e a estimativa de melhorias para indicadores de desempenho exequíveis difíceis de definir.	(Abisourour et al., 2020)
Visou eliminar os desperdícios na linha de produção e atrasos nas entregas aos clientes.	O processo de produção passou de 34,38 min para 31,38 min. Pelo que se concluiu que a implementação do VSM no processo de produção do modelo em causa reduziu o desperdício, como evidenciado pela diminuição do tempo de produção. A eficiência passou de 61,30% para 67,47%.	-	-	-	-	(Suardi et al., 2020)
Ilustrar a aplicação do <i>fuzzy</i> VSM proposto em duas formas, respetivamente, para incorporar a variabilidade na análise do fluxo de valor.	Provou-se ser possível lidar com a variabilidade e a incerteza de cada etapa do processo, bem como de todo o fluxo de valor.	-	-	TFN - <i>Triangular Fuzzy Number</i> eNFN - <i>Normal Fuzzy Number</i>	A otimização <i>fuzzy</i> VSM proposta depende muito das estimativas dos tomadores de decisão. Pelo que, examinar um VSM <i>fuzzy</i> por meio de abordagens simuladas pode ser outra forma interessante para melhorar a precisão da análise VSM.	(Liu & Yang, 2020)
Diminuir o <i>lead time</i> na produção utilizando a ferramenta VSM. Demonstrar como os métodos de VSM e MTM-UAS são aplicados juntos nesta indústria.	Conseguiu-se uma redução de 56% do <i>lead time</i> de produção. Ao mesmo tempo, observou-se uma melhoria de 57% na duração das atividades de valor agregado.	-	<i>Kaizen</i> e junção do VSM com MTM-UAS (<i>Methods Time Measurement Universal Analysis System</i>)	-	-	(Demerci & Gündüz, 2020)
Propor uma abordagem metodológica, baseada no ciclo de melhoria DMAIC, para implementar e conduzir sistematicamente estudos sus-VSM.	Os resultados da pesquisa revelaram que uma abordagem baseada em DMAIC pode ser efetivamente aplicada para sistematizar o Sus-VSM em direção à fabricação sustentável.	SUS-VSM (DMAIC + 5 Porquês + Diagrama de Pareto + VSM)	DMAIC, 5 Porquês e Diagrama de Pareto	-	-	(Jamil et al., 2020)
Sendo uma indústria com especificidades ao nível da sazonalidade e processo pretendeu-se avaliar a implementação de ferramentas como o VSM e SMED.	O estudo comprovou a redução de desperdícios relacionados ao tempo de setup em 34% e aumentou a capacidade de produção de uma linha de produção em 11% com a utilização das duas ferramentas.	-	SMED	-	Barreiras como maquinaria pesada e inflexível, longo tempo de configuração e complexidade de recursos limitaram a implementação e o impacto das práticas <i>Lean</i> nas indústrias de processo em geral.	(Maalouf & Zaduminska, 2019)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Mapear o fluxo de valor da fabricação de produtos extrusados <i>pet food</i> e identificar os desperdícios para propor melhorias.	Redução do número de operadores necessários ao processo produtivo de 17 para 12; Redução do <i>lead time</i> de 13,8 dias para 6,13 dias.	-	<i>Kanban</i>	-	Referiram a falta de consenso entre diversas opiniões sobre o processo e os pontos de melhoria para que houvesse consistência no projeto do mapa do estado futuro.	(Bianco et al., 2019)
Integrar o VSM e o DMAIC adotando as vantagens e evitando as desvantagens criando um modelo de implementação <i>Lean VSM-DMAIC</i>	Lucro de quase 800 000 RBM por mês (cerca de 103 000 euros), melhorando o balanceamento da linha, o trabalho em curso (WIP) e diminuindo o atraso nos fornecimentos. Comprovou-se a eficácia e utilidade da integração das 2 ferramentas, por um lado o VSM permitiu identificar os problemas e o DMAIC o que ajudou a resolvê-los.	-	<i>Lean-KAIZEN</i> englobando DMAIC, 5S, Diagrama de Espinha de Peixe e Diagrama de Pareto	-	-	(Guo et al., 2019)
Implementar o conceito <i>Lean-Kaizen</i> com mapa de fluxo de valor para identificar e resolver problemas de qualidade e, portanto, alcançar a melhoria da qualidade.	Resultou na eliminação de desperdícios e variações dentro do processo e alcançou a satisfação do cliente, nível zero de defeitos e redução do tempo de ciclo do produto. Com a implementação <i>Kaizen</i> reduziu-se o custo de rejeição de 1250/- INR por dia (aproximadamente 0,45 milhões de INR por ano). O estudo conclui que o <i>Lean-Kaizen</i> é uma técnica eficaz e eficiente no sentido de reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos e processos.	-	<i>Kaizen</i>	CNC e <i>Autocad</i>	A barreira encontrada foi a dificuldade em convencer as pessoas a compartilhar as suas experiências, as suas habilidades e conhecimentos que mudam o nível de desempenho da organização, mas nada como formação on-job adequados no chão de fábrica.	(Dhingra et al., 2019)
Visa implementar a manufatura <i>Lean</i> numa empresa de móveis para minimizar o desperdício no chão de fábrica.	Com o VSM e a integração dos 5 Porquês e todos os princípios ECRS (eliminar, combinar, reorganizar e simplificar) o <i>lead time</i> diminuiu cerca de 4,79% e conseguiu equilibrar a carga de trabalho recebida pelo operador. A empresa X pode aproveitar o tempo restante para concluir outros pedidos sem contratar mais trabalhadores porque a empresa poderia entregar no prazo implementando essa melhoria. Conseguiu aumentar a eficiência e eficácia da linha de produção com a criação e modificação dos respetivos processos.	-	<i>Kaizen</i> - ECRS e 5 Porquês	-	-	(Suhardi et al., 2019)
Melhorar os processos através da aplicação de métodos de controlo adequados, baseados em fluxos de informação harmonizados.	Apresentaram uma extensão do método VSM para modelar e implementar potenciais de melhoria considerando a qualidade do fluxo de informações. Durante a aplicação, o modelo provou ser bem-sucedido. Foi possível explicar aos funcionários no chão de fábrica a necessidade de adquirir e inserir dados nos diferentes sistemas de IT de forma holística, assim como lhes transmitiram possíveis consequências no caso de inserirem dados com baixa qualidade – por exemplo, muito tarde ou muito cedo. Este método permitiu uma identificação simples de interfaces entre sistemas de TI e também originou soluções de trabalho para a implementação.	-	<i>Kanban</i>	IT systems	Foi referida a importância de dar formação técnica aos funcionários envolvidos como garantia de facilitar a compreensão de todos para o sucesso da implementação.	(Busert & Fay, 2019)
Otimizar o processo de desenvolvimento de produto de uma empresa de manufatura com base no tradicional VSM.	Encontraram as atividades sem valor agregado no processo de desenvolvimento de produtos para inovação tecnológica. Reduziu o desperdício de tempo para entregar as informações e materiais da maneira mais eficiente.	PD-VSM (<i>Product Development</i> + VSM)	-	-	-	(Jing et al., 2019)
Apresentar os resultados obtidos pela aplicação do VSM combinado com o <i>Kanban</i> e a nova abordagem de contas para medir a eficácia da redução de custos no stock de produtos acabados.	O VSM mostrou as oportunidades de redução de desperdício principalmente no stock de produto final. Ambas as ferramentas foram implantadas na empresa estudada e, num curto período de tempo, aumentaram a rotação de stock, interferindo na rentabilidade da operação. Com a combinação de ambas as ferramentas o novo stock de produtos acabados diminuiu, com a mesma quantidade de ativos, a empresa conseguiu mais liquidez, uma vez que ficou com um stock menor e o lucro maior (nivelou-se o balanço). O stock baixo também significou mais espaço livre, o que aumentou as oportunidades de negócios porque a empresa ganhou espaço para adicionar novas máquinas ou expandir a produção.	-	<i>Kanban</i>	-	-	(C. Carvalho et al., 2019)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Aumentar a capacidade de produção de forma a responder ao aumento da procura do cliente, através do VSM e da simulação com recurso ao software <i>AnyLogic</i> .	As informações do VSM e a possibilidade de escolher o melhor entre os cenários possíveis com o simulador permitiram obter importantes reduções de tempo e custos sem desperdício adicional de recursos. O uso de simulação dinâmica na análise de processos ajudou a aumentar a taxa de resposta do sistema à procura do cliente. A simulação no ambiente <i>AnyLogic</i> permite uma fácil implementação em qualquer situação em que seja utilizado como metodologia de otimização o VSM. O simulador permitiu a análise da taxa de carga de cada posto de trabalho assim como comparar postos de trabalho, permitiu a análise da reação dos sistemas perante as variações e a validação da solução proposta.	-	-	DES - <i>AnyLogic Discrete Event Simulation</i>	-	(Parv et al., 2019)
Propuseram identificar as fontes de desperdício e atrasos, com ajuda do mapeamento do fluxo de valor e um modelo de simulação de eventos discretos, usando a metodologia <i>Theory of Constraints (TOC)</i> , <i>ABC analyses</i> e também a ferramenta OEE.	Os gargalos foram identificados de forma eficiente com métodos de deteção de gargalos (TOC) nas linhas de produção. Os mapas permitiram a visualização de cada processo como um todo e servindo de base de criação dos modelos de simulação das mudanças dinâmicas do sistema produtivo, permitindo avaliar a eficácia. O OEE foi calculado para identificar a área onde as melhorias seriam mais necessárias. Em termos de resultados foi possível neutralizar o efeito de um dos principais gargalos e minimizar o efeito do outro. A taxa de ocupação aumentou 15,8% para os principais recursos do gargalo, seguida de 2,4% para o segundo. No entanto, foi difícil convencer a administração desta fábrica a adotar uma abordagem de manufatura <i>Lean</i> revolucionária, cara e com riscos associados. As melhorias adicionais nos processos no mapa futuro F-VSM, que mostra que a combinação das ferramentas mencionadas resultou em 6% de melhoria na produção.	-	<i>Theory of Constraints (TOC)</i> , <i>ABC analyses</i> e OEE	-	-	(Alzubi et al., 2019)
Examinar uma das ferramentas fundamentais na metodologia de produção <i>Lean</i> , o VSM.	Foi demonstrado claramente o desperdício dentro dos sistemas, bem como as possibilidades de melhoria. Com a implementação da filosofia <i>Lean</i> foi possível baixar preços e aumentar margens e também reduzir o <i>lead time</i> perante uma procura que não aceita <i>lead time</i> longos. A metodologia VSM ofereceu uma etapa inicial na resolução de todos estes problemas.	-	5S e SMED	-	No que diz respeito a barreiras, durante a implementação do projeto, os autores encontraram resistência por parte quer da administração quer dos operacionais em acreditar na possibilidade de quaisquer melhorias necessárias, devido à vantagem do baixo custo de mão-de-obra no caso concreto. Por outro lado, a falta de praticantes da filosofia <i>Lean</i> com formação também foi considerado um fator limitante. Sem apresentar adequadamente os principais conceitos e objetivos do <i>Lean</i> aos funcionários, não há esperança de uma implementação bem-sucedida de qualquer projeto.	(Yüksel & Uzunovi, 2019)
Examinar o efeito das melhorias identificadas por meio do VSM na métrica de eficácia geral do equipamento (OEE).	Com o VSM identificaram-se os gargalos e ajudou na seleção de outras metodologias ou ferramentas para selecionar oportunidades de melhoria, garantindo efetivamente que essas melhorias eram as necessárias. No que concerne a resultados o desempenho (86%) ficou em primeiro lugar, seguido pelas medidas de qualidade (80%) e em terceiro lugar a disponibilidade (68%). Com o VSM foi possível aumentar a taxa de disponibilidade da máquina, desempenho e qualidade do produto. Ficou patente que as ferramentas conjugadas e devidamente implementadas uma vez que o seu foco reside na qualidade e na redução de desperdícios levarão inevitavelmente a uma redução do custo do produto.	-	OEE	<i>Smart-PLS</i> software	Falaram na necessidade de eliminar as barreiras operacionais e aplicar a coordenação necessária entre os intervenientes para que a LP possa desempenhar um papel fundamental na obtenção tendo de uma maior qualidade e menor custo o que acabará por levar à redução do custo do produto acabado.	(Dadashnejad & Valmohammadi, 2019)
Melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e o desempenho operacional.	No estudo foi referido que as práticas <i>Lean</i> não contribuem para a qualidade de vida dos trabalhadores por não terem em linha de conta as questões ergonómicas. Assim ao implementarem o VSM adaptaram-no para incorporarem os fatores ergonómicos, localizando atividades ergonómicas críticas no sistema e avaliando fatores humanos com parâmetros <i>Lean</i> . Os objetivos foram atingidos concluiu-se que uma abordagem integrante melhora a qualidade de vida dos trabalhadores e o desempenho operacional.	Ergo-VSM (Fatores Ergonómicos + VSM)	-	-	-	(Nagaraj et al., 2019)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Enumerar os benefícios da utilização de uma abordagem de gestão integrada de operações para melhorar a produtividade e os aspectos ergonômicos.	Comprovou-se ser possível conciliar os interesses ergonômicos e o desempenho da produção durante a implementação de melhorias. Eliminaram vários desperdícios, desenharam novo layout celular, redesenharam os postos de trabalho, implementaram os 5S, automatizaram algumas das tarefas, efetuaram estudos antropométricos e expandiram algumas das tarefas. Além dos benefícios operacionais também com a simulação ficou demonstrada a análise de ganhos.	-	VSM, <i>Gemba Walks</i> , SMED, <i>Poka-Yoke</i> e 5S	ARENA Software	Em termos de barreira esta ferramenta por requerer tempo e dedicação, poderá ser utilizada em sistemas produtivos completos e quando não existe urgência na implementação, de acordo com os autores. Referiram ainda ser necessário ter em conta que os distúrbios músculo esqueléticos, aumentam o absentismo e reduzem a produtividade como tal será fundamental considerar medidas de produtividade e indicadores de desempenho ao implementar melhorias no chão de fábrica.	(Brito et al., 2018)
Identificar e eliminar desperdícios de forma a melhorar a performance da empresa face à concorrência.	Com a implementação do VSM foram identificados os desperdícios na forma de defeitos, espera e excesso de stock. Criada a matriz percebeu-se que atividades de VA totalizam 82,92%, NNVA totalizam 14,62% e NVA totalizam 2,46%. O <i>lead time</i> foi reduzido de 773 minutos para NVA 3,10% para 693 minutos com NVA 1,01%. Para além disso, verificou-se a redução de resíduos, nomeadamente a superprodução e o transporte, com impacto direto na redução das emissões de carbono.	-	Diagrama de Espinha de Peixe	-	-	(Zahrotun & Taufiq, 2018)
Examinar empiricamente a aplicação combinada de VSM, layout da planta, <i>fuzzy</i> QFD e <i>fuzzy</i> FMEA.	Colocaram em prática um modelo híbrido que usa <i>fuzzy</i> QFD para dar primazia aos recursos críticos em relação aos desperdícios identificados, economizando tempo e <i>fuzzy</i> FMEA para avaliar o risco associado a cada elemento dando-lhe a confiança para a implementação <i>Lean</i> . Para a identificação de resíduos, foram considerados o layout da planta e o VSM.	-	QFD e FMEA	-	A barreira encontrada tem que ver com a avaliação dos modos de falha, estes baseiam-se na opinião e no conhecimento dos especialistas disponíveis na organização, caso não exista uma pessoa capacitada não será fácil reunir todas as informações necessárias para a implementação de planos de melhoria. Esta avaliação considerou os julgamentos de um único especialista da organização.	(M. B. Kumar & Parameshwaran, 2018).
Demonstrar como o VSM integrado com o LOB pode ser utilizado para reduzir custos e implementar melhorias.	Proporcionou que os recursos fossem adequadamente utilizados e controlados para aumentar o valor agregado e diminuir o tempo total de entrega. Conseguiram que o <i>lead time</i> total fosse reduzido em 30,7% e a mão-de-obra necessária reduzida em 12,5%. O custo foi reduzido em 20,8% na comparação entre dois estados VSM (atual e futuro). A maior contribuição foi otimizar a utilização de recursos e reduzir o <i>lead time</i> total.	-	LOB - Técnica de Balanceamento de Linha	-	-	(Gunduz & Naser, 2017)
<i>Scrap Value Stream Mapping</i> (S-VSM) para melhorar o processo de gestão da cadeia de suprimentos baseado no VSM.	A ferramenta S-VSM foi estruturada para permitir uma visão geral de como a perda gerada pela cadeia de suprimentos influencia os custos de transformação, para propor soluções com o propósito de melhorar o fluxo passível de ser contabilizado e o fluxo físico da cadeia de suprimentos otimizando-os e para propor melhorias a implementar. A ferramenta promoveu uma metodologia de monitorização para manter os custos que são afetados pela gestão da cadeia de suprimentos, como os custos de armazenamento e os custos de risco de inventário baixos e eliminando os desperdícios na cadeia de abastecimento que mais influenciam os referidos custos.	S-VSM (Ferramentas de <i>Lean Production</i> (LP) + <i>World Class Manufacturing</i> + Diagrama de Pareto + Diagrama de Esparguete + VSM)	Ferramentas de <i>Lean Production</i> (LP), <i>World Class Manufacturing</i> , Diagrama de Pareto e Diagrama de Esparguete	-	-	(Carmignani, 2017)
Aplicar as ferramentas DMAIC, no contexto do <i>Six Sigma</i> , e VSM sob a perspetiva da filosofia <i>Lean</i> para assim identificar o desperdício que pode ser melhorado.	O VSM foi referido como indispensável ao sucesso da implementação de melhorias na organização em estudo, através da comparação dos mapas atual e futuro. A empresa onde foi realizado o estudo de caso ganhou uma cultura organizacional em que a visão de agregação de valor poderá ser cada vez mais difundida, aumentando assim a competitividade, eliminando desperdícios, reduzindo custos, aumentando a eficiência dos processos e melhorando o relacionamento com o cliente.	-	DMAIC	-	-	(J. S. Pinto et al., 2017)
Demonstrar como, com algumas aproximações e simplificações na aplicação do VSM, o <i>Lean</i> pode ser alcançado com sucesso em ambientes de produção complexos.	Foram identificadas as etapas críticas do processo produtivo e identificados os desperdícios com vista à redução do tempo de ciclo. O estudo refere que os resultados obtidos a partir dos VSM são idênticos tratando-se de um ambiente de produção simples ou complexo, apesar das sugestões de melhoria e micro-conceitos não conformes emanados do VSM sejam a sua principal dificuldade de implementação em atividades complexas.	-	<i>Gemba Walks</i>	-	-	(Seth et al., 2017)

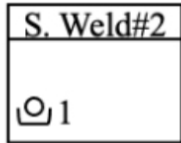
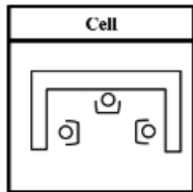
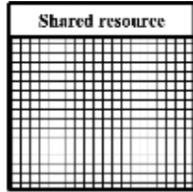
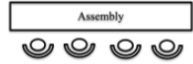
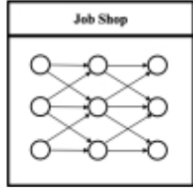
OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Aumentar sistematicamente a produtividade, reduzir o <i>lead time</i> e criar uma abordagem para melhorar os indicadores de sustentabilidade dos fluxos de valor.	Os autores consideraram ter sido dada a contribuição científica para desenvolver ainda mais o VSM tradicional, usado neste artigo para aprimorar a Competência de Sistema e a Competência de Métodos de organizações e indivíduos, com a finalidade de avaliar os processos de melhoria e sustentar a sua implementação orientada para os objetivos assim como foram fornecidas abordagens para aumentar a produtividade e reduzir o <i>lead time</i> . O planejamento sistemático e metódico orientado para o objetivo, a melhoria sustentável dos processos e dos fluxos de valor é facilitada pela abordagem proposta levando a que a aplicação do VSM aconteça cada vez mais na fase inicial do surgimento do produto.	-	-	-	-	(Sunk et al., 2017)
Demonstrar a capacidade de diagnóstico e planejamento do VSM na implementação da metodologia <i>Lean</i> .	Comprovou-se com o estudo que o VSM tem a capacidade de diagnosticar um sistema de manufatura com uma perspectiva <i>Lean</i> e identificar as oportunidades para vários projetos e ferramentas <i>Lean</i> . Este estudo revelou um incentivo para que os praticantes da filosofia <i>Lean</i> desenvolvam a sua abordagem a partir do VSM padrão e a integrá-lo com outras ferramentas <i>Lean</i> . O autor refere que ainda não existiam à época trabalhos empíricos disponíveis em número suficiente para incentivar a implementação do VSM como ferramenta de diagnóstico e planejamento apesar de existirem inúmeros pesquisadores e acadêmicos a referirem que as iniciativas para a produção <i>Lean</i> são sempre mais eficazes se for implementado o VSM.	-	-	-	-	(Alaya, 2016)
Aplicar os conceitos VSM para diminuir os desperdícios e melhorar a produtividade.	Em termos de resultados ficou demonstrada a redução do <i>lead time</i> que passou de 60,5 dias para 4,14 dias, a redução de 7% no tempo total de produção e o aumento de 10% na ocupação de postos de trabalho. Assim afirmou-se que o VSM combinado com a simulação é uma boa alternativa na tomada de decisão para mudanças no processo produtivo.	-	<i>Heijunka e Kanban</i>	<i>ProModel</i> software	-	(Andrade et al., 2016)
Obter a redução de desperdícios e assim aumentar tanto a qualidade quanto a eficiência de um processo produtivo.	Foram identificados os desperdícios e propostas catorze soluções para os eliminar, das quais onze foram implementadas. O resultado conseguido passou pela redução do tempo de ciclo no sub-processo de montagem de 370 seg. para 140 seg., do número de operadores de quatro para três e o nível de stock do produto inacabado reduzido em 25%. Um dos principais gargalos foi eliminado ao conseguirem mudar uma operação de 95 seg. para 1 seg.. A análise financeira obtida com a ajuda da implementação do VSM foi essencial para o processo de tomada de decisão e proporcionou resultados melhores do que o esperado pelos tomadores de decisão uma vez que ao implementar o plano de ação, o sistema de produção daí resultante demonstrou ser mais funcional e eficaz.	-	<i>Kaizen SMED e Poka-Yoke</i>	-	Ficou registada a importância de envolver os operadores na implementação, pois foi registada uma mudança de mentalidade nos operadores envolvidos na produção analisada, por terem sido frequentemente ouvidos no local e participarem em eventos <i>Kaizen</i> , passaram a sentir-se parte ativa da solução tornando-se mais empenhados nas tarefas.	(Lacerda et al., 2016)
Reduzir o lead time com a aplicação do VSM tendo em conta os fatores ergonômicos e verificar a sua aplicabilidade.	Da implementação do VSM retiraram propostas para fluxos de valor que tinham em linha de conta a ergonomia bem como a redução de desperdício. O uso do ErgoVSM exigiu um pouco mais de tempo de análise e implementação do que um VSM tradicional para se encontrar uma solução para um estado futuro do fluxo de valor com melhorias ergonômicas estimadas sem comprometer o desempenho estimado da produção.	Ergo-VSM (Fatores Ergonômicos + VSM)	-	-	Os autores referem a necessidade de se realizarem mais estudos para validar a efetividade do ErgoVSM e que estas intervenções ergonômicas na organização de linhas, no planejamento e na produção sejam postas em prática por especialistas em ergonomia.	(Jarebrant et al., 2016)
Implementar o VSM e a simulação de eventos discretos como ferramentas de tomada de decisão para direcionar a gestão a investir na melhor opção dentre os cenários disponíveis gerados pelo sistema de simulação.	Como resultado foi obtida uma tabela com dados para os cenários atuais e futuros em que foi demonstrado o cálculo da produção, o custo unitário de cada peça produzida, custo de investimento, produtividade total e o melhor layout. Extraiu-se assim a melhor decisão para ajustar a produção a um novo aumento da procura, que se passou de 2137 peças para 4000 peças por dia (87,2%).	-	-	<i>Plant Simulation</i> software	Apesar das informações geradas através da simulação a decisão final de determinada opção depende de aspetos técnicos e de fatores humanos.	(Helleno et al., 2015)

OBJETIVOS	RESULTADOS	DERIVAÇÕES DO VSM	INTEGRAÇÃO COM OUTRAS FERRAMENTAS E METODOLOGIAS	TECNOLOGIAS E SOFTWARES	BARREIRAS	REFERÊNCIAS
Reduzir o takttime, o uso de espaço da fábrica e a mão-de-obra.	Foi alcançada uma redução de mais de 40% no prazo de entrega, de 41% de uso do espaço físico e de 47% na mão-de-obra após um período de 3 meses de implementação das recomendações.	-	-	IVR - Realidade Virtual Imersiva	Referiram que no que concerne a barreiras as maiores dificuldades surgem ao avaliar a passagem do estado atual para um estado futuro mais <i>Lean</i> . O método de tentativa e erro foi frequentemente usado para a melhoria contínua para atingir o nível desejado do estado futuro com inúmeras tentativas e uso impróprio e excessivo de recursos, o que torna o processo caro e ineficiente.	(Tyagi & Vadrevu., 2015)
Aferir o uso do VSM em conjunto com a técnica de simulação por computador para melhorar a eficiência da produção	Como resultado da simulação efetuada com a implementação do VSM as tarefas de alguns trabalhadores foram alteradas, libertaram trabalhadores para anular gargalos existentes em tarefas específicas, permitiu o uso partilhado de alguns recursos levando ao objetivo de melhorar a eficiência da produção. Também através da simulação foi demonstrada a viabilidade financeira do uso de uma máquina ou invés de operadores, apesar do investimento necessário. Resumindo foi possível apresentar as possibilidades de melhoria mais eficazes com ou sem investimento necessário.	-	-	ARENA Software	-	(Parthanadee & Buddhakulsomsiri, 2014)
Melhorar sistematicamente a logística interna de sistemas complexos de produção, avaliando a dinâmica do sistema e as correspondentes melhorias de desempenho.	A principal característica da técnica utilizada é o uso de várias ferramentas de otimização de processos produtivos em simultâneo criando uma técnica que tira partido das vantagens de cada uma das ferramentas usadas. As vantagens apresentadas passam pela possibilidade de se aplicar em sistemas produtivos complexos detalhando atividades do processo enquanto descreve o fluxo de valor geral, pela verificação quantitativa das melhorias propostas, pela identificação dos pontos críticos e respostas possíveis em função da sua viabilidade ou do seu custo. A combinação das diferentes técnicas de representação virtual com o VSM permitiu identificar e avaliar os pontos críticos da logística interna do sistema produtivo, levando a avaliar o desempenho do sistema redesenhado para obter a melhoria desejada.	-	-	AHP e UML Softwares	-	(Dotoli et al., 2014)
Identificar como a adoção de práticas de manufatura <i>Lean</i> pode trazer benefícios ambientais.	Foi possível verificar ao adotar práticas de produção <i>Lean</i> , melhorando os processos produtivos também se conseguem benefícios ambientais. Essa demonstração ficou clara para os colaboradores no caso da aplicação de cola em que ao fazerem essa aplicação de determinado modo foi possível eliminar trabalho em limpeza de peças, reduzir consumo de água e cola.	-	JIT, <i>Visual Management</i>	-	A barreira referida reside no facto de a sinergia entre <i>Lean</i> e <i>Green</i> não ser bem compreendida pelos gestores, isto é a manufatura <i>Lean</i> não se integra totalmente com a gestão ambiental nas atividades diárias da empresa.	(Sobral et al., 2013)
Aferir o valor de um projeto piloto de investimento em RFID (identificação por radiofrequência na implantação de um <i>Kanban</i> eletrónico) integrado a um sistema de controlo de produção manual.	No sistema <i>Kanban</i> manual existente na empresa foi implementada a tecnologia RFID numa área piloto e usaram o VSM para demonstrar os requisitos obrigatórios do processo conseguindo desta forma contabilizar o valor agregado do tempo no processo produtivo.	-	<i>Kanban</i>	RFID - Identificação por Radiofrequência	-	(Tabanlı & Ertay, 2013)
Analisar a abordagem do VSM e sua implementação em quatro estudos de caso comparativos longitudinais na indústria automóveis. Usando a estrutura 4I (intuir, interpretar, integrar e institucionalizar) para capturar os efeitos do VSM nas várias dimensões OL (<i>Organisational learning</i>).	Demonstraram que ao ser potencializado o OL no desenvolvimento dos produtos melhora a eficiência do processo. O VSM serve de apoio na tomada de decisão em processos que exigem mais flexibilidade e transmite uma visão geral dos processos fácil de seguir por parte dos colaboradores e todos os intervenientes dos vários departamentos e da ligação entre os mesmos. Atestaram a premissa da estrutura 4I de que os quatro processos de aprendizagem vinculam cada indivíduo, o grupo de trabalho envolvido e todos os níveis organizacionais. O VSM e todas as análises de desperdícios daí originadas nos quatro estudos de caso desencadearam mudança e desenvolvimento comportamental individual e organizacional, serviu de chamada de atenção pois os responsáveis pela melhoria contínua, antes de usarem o VSM tinham dificuldade para explicar as situações especialmente para a administração.	-	-	-	Consideraram de suma importância que a administração deve fornecer os recursos necessários, bem como garantir que os engenheiros participem nos workshops de VSM.	(A. Schulze et al., 2013)

ANEXOS

ANEXO A

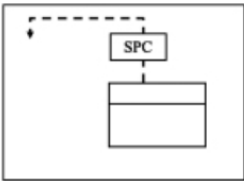

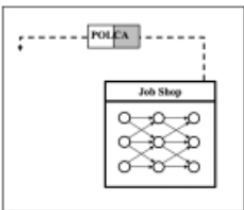
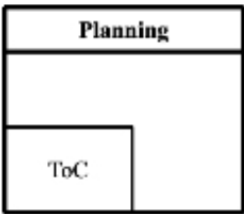
Símbolos de Processo nas Novas Extensões para o VSM

Extended set of process symbols			
Work center type	Description	VSM symbol	Local control method
1 work-station	1 or more operations on 1 machine or manual workstation		Standard Work
Cell	Compact cluster of workstations with a fluid work organisation		Rabbit chase Bucket Brigade
Shared Resource	Large workcenter producing for multiple product families		Heijunka Time slicing policy
Line (*)	Linear layout of workstations with fixed operations and one piece flow organisation		Fixed cycle time
Job shop (*)	Collection of workstations processing orders with complex internal routings		Visual control by supervisor Local rules

Fonte: (Landeghem & Cottyn, 2022)

ANEXO B

Símbolos de Controlo de Fluxo nas Novas Extensões para o VSM

Flow control VSM symbols		
Flow control	VSM symbol	Parameters
Local rules		Rule logic (FIFO, SPC, EDD, ...)
CONWIP		Number of cards Work content of 1 card
POLCA		# of cells # of loops # of cards per loop
Theory of Constraints (ToC)		Bottleneck workcenter Capacity of buffers

Fonte: (Landeghem & Cottyn, 2022)

ANEXO C

Conjunto de 9 Questões de Redesenho para Apoiar a Criação de Mapas no Estado Futuro

1. What are the most important shortcomings in the current strategy?
2. What is the TAKT time for the product family under consideration?
3. Where will the Decoupling Point (DP) be situated in the future state?
4. Which buffer stocks can I eliminate?
5. How do I organize the segments between the remaining buffers?
6. Which methods of flow control will be used to couple the work centers in each segment, and across the buffers?
7. How should I adapt the legacy planning functions to the new shopfloor configuration?
8. Determine the design parameters for the new control methods.
9. Which KPI's will be measured? What are the targets to achieve and by when?

Fonte: (Landeghem & Cottyn, 2022)