



DAVID
FERREIRA
DA SILVA NETO

**BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO
DA GESTÃO LEAN 6 SIGMA:
UM ESTUDO DE CASO NA
INDÚSTRIA PORTUGUESA**

Dissertação para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

Júri

Presidente: (Grau, Nome, Instituição)

Orientador: Prof. Doutor Pedro Cunha, IPS

Vogal: (Grau, Nome, Instituição)

Vogal: (Grau, Nome, Instituição)

Julho, 2022

DAVID
FERREIRA
DA SILVA NETO

**BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO
DA GESTÃO LEAN 6 SIGMA:
UM ESTUDO DE CASO NA
INDÚSTRIA PORTUGUESA**

JÚRI

Presidente: (Grau, Nome, Instituição)

Orientador: Prof. Doutor Pedro Cunha, IPS

Vogal: (Grau, Nome, Instituição)

Vogal: (Grau, Nome, Instituição)

Julho, 2022

Dedico este trabalho a todos aqueles que trabalham ou gostariam de trabalhar na prática da melhoria contínua, em especial na implementação do Lean Six Sigma, sejam eles estudantes, engenheiros, consultores ou gestores industriais.

Desejo que o Lean Six Sigma possa ser uma ferramenta útil do ponto de vista teórico e prático para potenciar seus resultados e tomar decisões mais assertivas.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar ao meu orientador, o Professor Doutor Pedro Filipe do Carmo Cunha, pelos inúmeros ensinamentos e conhecimentos partilhados ao longo dos semestres, além do desafio lançado no primeiro semestre para a criação de um artigo, sem o qual este trabalho não teria sido concebido.

Ao Instituto Politécnico de Setúbal por ter me acolhido e permitido que ingressasse no Mestrado em Engenharia de Produção e desfrutasse de toda a sua infraestrutura.

A todo o corpo docente do IPS, em especial ao professor Sérgio Fernandes, ao professor Célio Pina e professora Catarina Santos pelas suas dinâmicas em sala, à professora Aldina Soares pela sua didática inovadora na engenharia de Qualidade, aos professores Mário Alves e Rui Dionísio com a excelente Engenharia de Controlo, ao professor José Simões tanto pela coordenação do mestrado quanto pelo seu conhecimento transmitido, e aos professores Paulo Moita e Maria João Carmezim pela avaliação de versões anteriores de trabalhos que me permitiram chegar a um nível de maturidade técnica e científica que me permitem realizar esta dissertação com grande empenho e motivação neste ponto.

Agradeço também aos consultores e empresas de consultoria em melhoria contínua que disponibilizaram o seu tempo, partilharam as suas experiências, e expressaram as suas opiniões, participaram em entrevistas e responderam a inquéritos. A contribuição de todas estas pessoas foi fundamental para o desenvolvimento da dissertação, validando a investigação realizada, e apoiando o mapeamento das barreiras na implementação do *Lean Six Sigma* em empresas industriais em Portugal.

Agradeço ao meu colega de turma Mário Santinhos pelo desenvolvimento em conjunto do artigo que deu origem a este trabalho. Ao meu colega de turma Rui Ferreira que é também consultor *Lean Six Sigma* e que me ajudou com conversas sobre o tema, além de divulgar o inquérito desta investigação entre colegas que trabalham nesta área da consultoria.

Agradeço em especial a minha esposa, Dra. Raquel Rodrigues Santos de Oliveira Ferreira, pelo seu apoio e ajuda incondicionais, sem ela este trabalho não estaria completo.

Aos meus pais, David Ferreira da Silva Filho e Rosana M. de C. Xavier das Chagas Ferreira, pelo seu apoio, estímulo e ajuda constante.

Ao meu sogro, Professor Doutor Hélio Magalhães de Oliveira pelos seus *insights* e conhecimentos em estatística que ajudaram no tratamento de dados da tese e à minha sogra, Professora Doutora Nereide Stela Magalhães, por disponibilizar tempo para revisar este trabalho.

Resumo

Atualmente, as indústrias procuram cada vez mais atingir a excelência para atuar num mundo cada vez mais competitivo e cheio de interdependências a nível global. Neste contexto, a gestão integrada do *Lean Six Sigma* (LSS) vem sendo amplamente utilizada como abordagem filosófica, teórica e prática, com uma metodologia estruturada, para as empresas alcançarem e manterem o nível de competitividade. No LSS contemplam-se princípios e ferramentas para promover a melhoria contínua das organizações. O objetivo deste trabalho foi o de diagnosticar e avaliar as principais barreiras relativas à implementação do LSS nas indústrias portuguesas, de modo a fornecer informações para assistir os agentes envolvidos a obterem maiores taxas de sucesso na sua aplicação. Numa primeira fase deste trabalho, a partir de uma revisão sistemática de literatura, em que se analisaram 60 publicações, foram identificadas as barreiras, classificadas e quantificadas, procedendo-se a uma análise comparativa destas, em nível global versus nacional. No total, foram elencadas 21 barreiras, distribuídas em 6 categorias, a saber: (i) gestão de topo, (ii) financeiros, (iii) educacionais, (iv) externos, (v) técnicos e (vi) comportamentais. Numa fase seguinte, foram compilados os principais agentes atuantes com a implementação do LSS no país, onde foram mapeados os perfis de 50 consultores, em termos da sua área de formação, grau de titulação, tempo de atuação e outras dimensões que serão apresentadas. Foram elaboradas entrevistas semiestruturadas e individuais com 4 dos consultores e recolhidos dados para elaboração e aplicação de inquérito online que contemplou 22 questões, divididas em 3 partes: (1) perfil do consultor e das empresas onde atuou; (2) frequência e nível de criticidade das barreiras que enfrentou; (3) grau de dificuldade na implementação e grau de impacto da utilização das principais ferramentas do LSS (37 no total) na implementação. Como resultado desta investigação, a partir da perceção e experiência dos consultores, foi possível desenvolver uma Matriz de Risco das principais barreiras, bem como elaborar uma Matriz de Decisão e ranking do uso das principais ferramentas do LSS nas indústrias portuguesas. As barreiras consideradas mais críticas foram a resistência dos colaboradores à mudança e a falta de dedicação e envolvimento de gestores de topo ou líderes das organizações. Em relação às ferramentas, foi possível criar uma ordenação das mais recomendadas, com destaque para: (1º) Honshin Kanri, (2º) VOC, (3º) PDCA, (4º) VSM e (5º) 5S e Diagrama de Esparguete. Com este trabalho e os resultados obtidos é fornecida uma visão panorâmica sobre as principais questões ligadas à implementação da melhoria contínua nas empresas indústrias em Portugal

Palavras-chave: Gestão Lean, *Lean Manufacturing*, Seis Sigma, Melhoria Contínua, Barreiras à Implementação, Indústria Transformadora

Abstract

Currently, industries are seeking to achieve excellence to operate in an increasingly competitive and interdependent world at a global level. In this context, the integrated management of Lean Six Sigma (LSS) has been widely used as a philosophical, theoretical, and practical approach, with a structured methodology, for companies to reach and maintain the level of competitiveness. The LSS includes principles and tools to promote the continuous improvement of organizations. The objective of this work was to diagnose and evaluate the main barriers related to the implementation of LSS in Portuguese industries, in order to provide information to assist the agents involved to obtain higher success rates in its application. In a first phase of this work, based on a systematic literature review, in which 60 publications were analyzed, barriers were identified, classified, and quantified, proceeding to a comparative analysis of these, at a global versus national level. In total, 21 barriers were listed, distributed in 6 categories, namely: (i) top management, (ii) financial, (iii) educational, (iv) external, (v) technical and (vi) behavioral. In a next phase, the main agents working with the implementation of the LSS in the country were compiled, where the profiles of 50 consultants were mapped, in terms of their area of training, degree of qualification, time of operation and other dimensions that will be presented. Semi-structured and individual interviews were carried out with 4 of the consultants and data were collected for the preparation and application of an online survey that included 22 questions, divided into 3 parts: (1) profile of the consultant and the companies where he worked; (2) frequency and level of criticality of the barriers he faced; (3) degree of difficulty in implementation and degree of impact of using the main LSS tools (37 in total) on implementation. As a result of this investigation, based on the consultants' perception and experience, it was possible to develop a Risk Matrix of the main barriers, as well as to elaborate a Decision Matrix and ranking of the use of the main LSS tools in Portuguese industries. The barriers considered most critical were the resistance of employees to change and the lack of dedication and involvement of top managers or leaders of organizations. Regarding the tools, it was possible to create an ordering of the most recommended, with emphasis on: (1st) Honshin Kanri, (2nd) VOC, (3rd) PDCA, (4th) VSM and (5th) 5S and Diagram of spaghetti. With this work and the results obtained, an overview of the main issues related to the implementation of continuous improvement in industrial companies in Portugal is provided.

Keywords: Lean Management, Lean Manufacturing, Six Sigma, Continuous Improvement, Implementation Barriers, Manufacturing Industry.

Índice

Agradecimentos.....	iv
Resumo	v
<i>Abstract</i>	vi
Índice	vii
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Siglas e Acrónimos	xv
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1. Introdução.....	2
1.2. Problema de pesquisa.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo Geral</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4. Contextualização das indústrias portuguesas	4
1.5. Motivação	7
1.6. Estratégia Metodológica	9
Capítulo 2	12
Fundamentação Teórica.....	12
2.1. <i>Lean Manufacturing</i>	13
2.1.1. <i>Contextualização histórica do Lean Manufacturing</i>	13
2.1.2. <i>Conceito do Lean Manufacturing</i>	13
2.1.3. <i>Objetivos e Princípios do Lean Manufacturing</i>	14
2.1.4. <i>Os 3 M's e 8 desperdícios</i>	16
2.1.5. <i>Ferramentas do Lean Manufacturing</i>	17
2.2. Seis Sigma (6σ)	37
2.2.1. <i>Origem do 6 Sigma</i>	37
2.2.2. <i>Conceito do 6 Sigma</i>	40
2.2.3. <i>Objetivos do 6 Sigma</i>	40
2.2.4. <i>Metodologia DMAIC</i>	42
2.2.5. <i>Faixas do 6 Sigma - "Belts"</i>	43

2.2.6. Ferramentas do 6 Sigma	44
2.3. Lean Six Sigma (LSS)	61
2.3.1. Fusão do Lean com 6 sigma.....	62
2.3.2. Benefícios da gestão integrada Lean Six Sigma	62
2.3.3. Os Níveis da Gestão LSS.....	63
2.3.4. Principais Ferramentas do Lean Six Sigma.....	65
2.4. Estado-da-Arte: barreiras de implementação do LSS	66
2.4.1. Principais Barreiras na implementação do Lean 6 Sigma	66
2.4.1.1. Aspetos relacionados com a gestão de topo.....	68
2.4.1.2. Aspetos Financeiros	69
2.4.1.3. Aspetos Educacionais.....	69
2.4.1.4. Aspetos Externos	70
2.4.1.5. Aspetos Técnicos / tecnológicos.....	70
2.4.1.6. Aspetos Comportamentais.....	71
Capítulo 3	72
Resultados.....	72
3.1. Pesquisa Bibliográfica	73
Barreiras do LSS nas indústrias	73
3.1.1. Barreiras da Implementação do LSS na Indústria Global.....	73
3.1.2. Barreiras da Implementação do LSS na Indústria Portuguesa	76
3.2. Pesquisa Analítica-Comparativa.....	80
Barreiras do LSS nas indústrias Global X Portugal	80
3.2.1. Classificação dos Níveis das Barreiras de Implementação LSS.....	80
3.2.2. Barreiras da Implementação do LSS indústria Global X Nacional.....	81
3.3. Pesquisa Documental.....	83
Perfil das Empresas e Consultores LSS em Portugal	83
3.3.1. Perfil dos Consultores / Empresas de Consultoria LSS em Portugal.....	83
3.4. Pesquisa de Campo Qualitativa	86
Barreiras LSS na indústria portuguesa.....	86
3.4.1. Entrevista com Consultores LSS atuantes em Portugal.....	86
3.5. Pesquisa Quantitativa.....	96
Barreiras LSS na indústria portuguesa.....	96
3.5.1. Perfil dos Consultores LSS da amostra	96
3.5.2. Análise das Barreiras de Implementação do LSS segundo consultores	100

3.5.3. Mapa de Risco das Barreiras de Implementação do LSS	104
3.5.4. Análise da Aplicação das Ferramentas LSS pelos consultores	106
3.5.4.1. Frequência de aplicação das ferramentas	106
3.5.4.2. Dificuldade de aplicação das ferramentas	107
3.5.4.3. Matriz de Decisão para ferramentas do LSS	109
3.5.4.4. Ranking do Grau de importância/impacto da ferramenta	112
Capítulo 4	115
Conclusões.....	115
4.1 Considerações Finais	116
4.2 Contribuições do Trabalho	118
4.1 Propostas de investigações futuras	120
Bibliografia.....	121
Anexo I	1
Lista de empresas	1
Anexo II	2
Principais ferramentas do LSS	2
Anexo III	3
Revisão da literatura global e barreiras	3
Anexo IV	5
Revisão da literatura portuguesa.....	5
Anexo V	6
Lista de consultores mapeados	6
Anexo VI	8
Modelo de entrevista	8
Anexo VII	11
Inquérito para análise quantitativa.....	11
Anexo VIII	24
Score de Risco das barreiras	24

Lista de Figuras

Figura 1-1 Percentual de empresas por setor económico em Portugal.....	5
Figura 1-2 Principais atividades industriais por mercado de destino em 2019. ..	6
Figura 2-1 Diagrama de Venn: conceito do Lean Manufacturing.....	14
Figura 2-2 Princípios do <i>Lean Manufacturing</i>	15
Figura 2-3 Representativo dos 3 M's.....	16
Figura 2-4 Casa TPS - <i>Lean Manufacturing</i> e seus componentes.	18
Figura 2-5 Aplicação do 5S numa bancada de manutenção.	19
Figura 2-6 Exemplo de procedimento para <i>Gemba Walk</i>	20
Figura 2-7 Exemplo de cartão Kanban	21
Figura 2-8 – Exemplo de quadro Kanban.....	21
Figura 2-9 Exemplo de caminho e organização para Mizusumashi.	22
Figura 2-10 Ilustrativo organizacional do Heijunka.	23
Figura 2-11 Exemplo de Quadro Kamishibai	24
Figura 2-12 Exemplo de situação com e sem a aplicação do Jidoka.	25
Figura 2-13 Aplicação do método de contacto.	26
Figura 2-14 Estágios da aplicação do SMED.	27
Figura 2-15 Pilares da TPM.....	28
Figura 2-16 Representação do OEE para com o tempo total.....	29
Figura 2-17 Exemplo de Matriz de Stakeholder.....	31
Figura 2-18 Modelo de Mudança Kaizen (KCM).....	32
Figura 2-19 Exemplo de relatório A3.	33
Figura 2-20 Fluxograma de informação entre aprendiz e treinador.....	34
Figura 2-21 Exemplo esquemático de VSM.	35
Figura 2-22 Pirâmide da estrutura do Hoshin Karin.....	36
Figura 2-23 Metas em cascata.	37
Figura 2-24 Matriz em X para organização de informações.	37
Figura 2-25 Gráfico de capacidade para diferentes valores de sigma.	38
Figura 2-26 Fases de aplicação do 6 Sigma pela Motorola.....	39
Figura 2-27 Gráfico de Custo x Melhoria da Qualidade.....	41
Figura 2-28 Etapas do modelo DMAIC	42
Figura 2-29 Exemplo de matriz RACI.	45

Figura 2-30 Exemplo de mapa estratégico para diferentes áreas	46
Figura 2-31 Modelo Kano aplicado para o VOC.	47
Figura 2-32 Template da Tradicional de <i>House of Quality</i>	48
Figura 2-33 Esquema de SIPOC,	49
Figura 2-34 Exemplo de diagrama de esparguete.....	50
Figura 2-35 Exemplo de diagrama de Causa-efeito.	50
Figura 2-36 Fluxograma para metodologia do TOC.	51
Figura 2-37 Exemplo de FTA aplicada a processo de molde.	53
Figura 2-38 Simbolos e elementos para fluxograma.	54
Figura 2-39 Análise de dados do fluxograma.	54
Figura 2-40 Exemplo de matriz FMEA.....	55
Figura 2-41 Exemplo de carta de controle.....	56
Figura 2-42 Exemplo de Gráfico de Pareto.	56
Figura 2-43 Fórmulas do Cp e Cpk.	57
Figura 2-44 Variação do indice de capacidade e os limites do processo.	57
Figura 2-45 Modelo dos diversos fatores de um processo.	58
Figura 2-46 Ciclo PDCA ou Ciclo de Deming.	59
Figura 2-47 Exemplo de Quadro Scrum.	60
Figura 2-48 Fases de implementação do <i>Benchmarking</i>	61
Figura 2-49 Evolução do <i>Lean Six Sigma</i>	62
Figura 2-50 Elementos que constituem a base do <i>LSS</i>	64
Figura 2-51 Modelo Iceberg <i>Lean Six Sigma</i> - visível e invisível.....	64
Figura 3-1 Distribuição demográfica dos artigos sobre barreiras do <i>LSS</i>	73
Figura 3-2 Frequência de artigos ao longo dos anos.	74
Figura 3-3 Distribuição de indústrias nos artigos.....	75
Figura 3-4 Distribuição dos 6 aspetos encontrados nos artigos.	75
Figura 3-5 Distribuição da frequência das barreiras na amostra internacional.	76
Figura 3-6 Distribuição das publicações por universidade.	76
Figura 3-7 Mapa demográfico da origem das publicações	77
Figura 3-8 Número de publicações ao longo dos anos	78
Figura 3-9 Distribuição dos trabalhos por setores da indústria.....	78
Figura 3-10 Distribuição das barreiras pelas 6 categorias a nível nacional.	79
Figura 3-11 Distribuição da frequência das barreiras a nível nacional.	79
Figura 3-12 Níveis de classificação das Barreiras de implementação.....	80

Figura 3-13 Divisão de áreas da engenharia dos consultores pesquisados.....	83
Figura 3-14 Maior grau acadêmico dos consultores pesquisados.....	84
Figura 3-15 Histograma do tempo de experiência dos consultores.....	85
Figura 3-16 Distribuição dos níveis de <i>Belts</i> entre consultores	85
Figura 3-17 Formação profissional obtida no inquérito.....	96
Figura 3-18 Experiência profissional obtida no inquérito	97
Figura 3-19 Grau acadêmico obtido no inquérito.....	97
Figura 3-20 Nível de <i>Belt</i> e formações extras obtidas no inquérito	98
Figura 3-21 Regiões de atuação obtidas no inquérito	98
Figura 3-22 Tipo de indústria que consultores atuam obtidos no inquérito	99
Figura 3-23 Ranking da Frequência das Barreiras de implementação	100
Figura 3-24 Frequência das categorias das barreiras segundo consultores ..	103
Figura 3-25 Frequência de utilização de ferramentas segundo inquérito.	107
Figura 3-26 Grau de dificuldade de aplicação das ferramentas segundo consultores	108
Figura 3-27 Proposta de matriz de decisão e seus quadrantes.....	110
Figura 3-28 Gráfico de dispersão das ferramentas na Matriz de Decisão	112
Figura 3-29 <i>Ranking</i> das ferramentas mais votadas segundo consultores	113

Lista de Tabelas

Tabela 1-1 Percentual de trabalhadores ativos por escalão (2020 x 2019).....	5
Tabela 1-2 Total de volume financeiro das 5 maiores divisões de setores de atividade industrial.....	6
Tabela 1-3 Dimensões do Programa Portugal Industrial 5.0	7
Tabela 1-4 Fases da metodologia de investigação utilizada	9
Tabela 2-1 Definição dos 8 Desperdícios e seus exemplos	17
Tabela 2-2 Exemplo de aplicação dos 5 porquês.....	29
Tabela 2-3 Exemplo de listagem de <i>stakeholders</i>	30
Tabela 2-4 Mapeamento de <i>stakeholders</i>	30
Tabela 2-5 Relação entre valores de Sigma e eventos por milhão	38
Tabela 2-6 – Faixas (Belts) do <i>Lean Six Sigma</i>	43
Tabela 2-7 Desenvolvimento temporal do QRQC.	52
Tabela 2-8 Significado do 5W2H e exemplo.....	61
Tabela 2-9 Principais Benefícios da Gestão <i>LSS</i>	63
Tabela 2-10 Descrição das categorias das barreiras	66
Tabela 2-11 Barreiras de implementação por categorias	68
Tabela 3-1 Classificação dos níveis das barreiras do <i>LSS</i>	81
Tabela 3-2 Comparativo das barreiras globais e nacionais.....	82
Tabela 3-3 Estatísticas descritiva da experiência profissional dos consultores	84
Tabela 3-4 Perfil dos consultores entrevistados	86
Tabela 3-5 Barreiras da gestão de topo pelos entrevistados	88
Tabela 3-6 Barreiras financeiras pelos entrevistados.....	89
Tabela 3-7 Barreiras educacionais pelos entrevistados	91
Tabela 3-8 Barreiras técnicas pelos entrevistados	93
Tabela 3-9 Barreiras comportamentais pelos entrevistados.....	94
Tabela 3-10 Barreiras externas pelos entrevistados	95
Tabela 3-11 Dimensão das empresas trabalhadas pelos consultores	99
Tabela 3-12 Classificação do Desvio Padrão em função da ordem de grandeza	101
Tabela 3-13 Algoritmo <i>K-means</i> para avaliação de consistência da frequência	102

Tabela 3-14 Grau de impacto das barreiras segundo consultores	103
Tabela 3-15 Matriz de risco para barreiras de implementação.....	104
Tabela 3-16 Score de Risco das barreiras de implementação	105
Tabela 3-17 Frequência, criticidade e Score das categorias das barreiras	106
Tabela 3-18 Coordenadas para a matriz de decisão das ferramentas do LSS	111
Tabela 3-19 <i>Ranking</i> das ferramentas pela mediana e frequência	114

Lista de Siglas e Acrónimos

3M	<i>Muda, Mura, Muri</i>
5S	<i>Seiton, Seiri, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
5W2H	<i>What, Why, Where, Who, When, How, How Much</i>
AEP	Associação Empresarial de Portugal Câmara do Comércio e da Indústria
AIP	Associação Industrial Portuguesa
BSC	<i>Balanced ScoreCard</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
DPMO	Defeitos por 1 Milhão de Oportunidades
DTV	Distância Total de Viagem
EBE	Excedente Bruto de Exploração
EUROSTAT	Serviço de Estatística da União Europeia
FIFO	<i>First in, First Out</i>
FISH	<i>Focus, Improve, Sustain, Honor</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i>
GE	<i>General Electric</i>
HOC	<i>House of Quality</i>
IAPMEI	Agência para a Competitividade e Inovação
I&D	Investigação e Desenvolvimento
INE	Instituto Nacional de Estatística
IoT	<i>Internet-of-Things</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LSS	<i>Gestão Lean Six Sigma</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute Technology</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i>
PME	Pequenas e Médias empresas
POP	Procedimento Operacional Padrão
PORDATA	Base de Dados Portugal Contemporâneo
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
QRQC	<i>Quick Response Quality Control</i>
RACI	<i>Responsible, Accountable, Consulted, Informed</i>

SIPOC	<i>Supplier-Input-Process-Output-Customer</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SPC	<i>Statistic Process Control</i>
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Sistema Toyota de Produção</i>
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VOC	<i>Voice of Customer</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

Lista de Símbolos

ε	Erro presente
σ	Desvio padrão da população
6σ	<i>Six Sigma</i>
C_p	Capabilidade do Processo
C_{pk}	Índice de Capabilidade do Processo
C_t	Cycle time
d_i	Distância para a i-ésima rota
L_t	Lead time
n_i	número de vezes que a rota percorreu
S^2	Variância amostral
T_t	Takt time
Y	<i>Outcome</i> ou resultado desejado
X	<i>Input</i> ou fatores necessários para criar o resultado desejado

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo é apresentado o tema e os objetivos desta investigação, fazendo-se uma (i) introdução acerca do tema; depois desenvolvendo uma (ii) discussão do problema de pesquisa; seguida de uma (iii) definição dos objetivos (geral e específicos); da (iv) contextualização do objeto de estudo, tendo por base o perfil das indústrias portuguesas; da (v) demonstração da motivação e relevância da investigação; e terminando com uma referência ao (vi) desenvolvimento do trabalho a partir de estratégias metodológicas aplicadas em 5 fases: (1) revisão de literatura; (2) pesquisa analítica-comparativa; (3) pesquisa documental; (4) pesquisa de campo qualitativa; (5) pesquisa de campo quantitativa.

1.1. Introdução

Atualmente, as indústrias procuram cada vez mais atingir a excelência das suas operações e das suas atividades produtivas para se tornarem mais competitivas num mundo progressivamente mais globalizado e exigente, que requer adaptações rápidas e eficazes frente às frequentes mudanças recorrentes, sejam elas tecnológicas, econômicas, sociais e outras. Para tal, torna-se necessária a implementação de novos sistemas e métodos que visem à melhoria contínua, que as ajudem a maximizar os seus resultados e seus processos como um todo.

Neste contexto, um dos sistemas que tem vindo a ser mais utilizado e amplamente difundido a nível académico e industrial, é a gestão integrada "*Lean Six Sigma*" (LSS). Esse sistema tem despertado interesse nas referidas comunidades especialmente por se focar na redução de custos e de desperdícios existentes ao longo da cadeia de valor (Ohno, 1988; Shingo, 2019b; J. P. Womack & Jones, 1997). Ao mesmo tempo em que um dos aspetos mais importantes é que atua voltado para a satisfação do cliente, ao trazer melhorias não apenas na qualidade dos produtos e/ou serviços oferecidos, mas também ao promover a sustentabilidade da empresa, ao incrementar a produtividade, a eficiência e a competitividade (George, 2002).

Como metodologia, a gestão LSS tem a sua origem a partir da junção dos princípios, conceitos, técnicas e métodos associados ao *Lean Manufacturing* e ao *Six Sigma*. O primeiro deles nasceu na década de 50 na Toyota Motor Corporation, através da estruturação de um conjunto de técnicas e métodos que fundaram o Sistema Toyota de Produção (TPS), num cenário onde o Japão passava por uma reestruturação profunda, num período após a Segunda Guerra Mundial. O *Lean* possui uma abordagem técnica, estratégica e filosófica, cujos principais benefícios da sua implementação nas indústrias podem ser identificados como o aumento de eficiência na produção, a promoção da segurança e a garantia de fornecimento, a redução de custos e a minimização de desperdício (Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz, 2012). Já o *Six Sigma* nasceu nos Estados Unidos na década de 80 através da Motorola Inc., que enfrentava dificuldades na gestão do seu complexo sistema industrial e em resposta às crescentes reclamações sobre as garantias e os defeitos em seus produtos/serviços. Esta abordagem utiliza uma metodologia de melhoria especialmente voltada para a qualidade, os processos e a satisfação dos clientes, ao promover mais estabilidade, conformidade e confiabilidade; ao utilizar um conjunto de ferramentas estatísticas para eliminar erros, defeitos e custos (Tennant, 2017).

Desta forma, sendo a gestão integrada LSS tão apelativa em termos dos resultados que podem ser alcançados nas indústrias a partir da sua utilização, torna-se relevante identificar e entender as principais barreiras relativas à sua implementação. A aplicação de qualquer modelo, técnica ou método é precedida sempre de riscos inerentes, por isso, se não houver critérios bem estabelecidos e um conjunto de conhecimento sólido prévio sobre as dificuldades e os desafios intrínsecos, o que será alcançado no final pode-se traduzir em resultados diferentes do esperado, decorrentes de falhas, erros e barreiras existentes na implementação (Bortolotti et al., 2015; Schröders & Cruz-Machado, 2015).

1.2. Problema de pesquisa

No contexto das economias globais, as indústrias representam um papel crucial para o desenvolvimento e a produção de riqueza das nações. Em ambientes cada vez mais competitivos, as indústrias têm que estar ainda mais preparadas para procederem às transformações que forem necessárias nos seus modelos de gestão e de produção, para que, assim, possam encontrar melhores formas de alcançarem os seus objetivos organizacionais.

Em corroboração, segundo os dados do Serviço de Estatística da União Europeia (EUROSTAT, 2020), a indústria é o setor que comanda a economia neste continente, sendo o país com maior peso do setor no Valor Acrescentado Bruto (VAB) a Irlanda (35%), seguido da República Checa (29,2%) e da Eslovénia (27%). Enquanto isso, Portugal fica situado apenas em 18º lugar no *ranking* dos 27 países, com uma estimativa de 17,5%, apresentando-se abaixo da média da UE. O país ainda tem como maior peso a categoria que engloba comércio grossista e retalhista, transporte, alojamento e serviços alimentares (24,5%), seguido da categoria de prestação de serviços (19,3%).

Outro fator a se destacar é que, do ponto de vista econômico, o valor da produção industrial da UE em 2020, quase 70% foi gerado por apenas 4 países, sendo a Alemanha a líder (29%), seguida por Itália (18%), França (12%) e Espanha (9%). Enquanto isso, a indústria portuguesa representou apenas 1,4% do total. Para além destes dados, nos períodos da Pandemia COVID-19 que assolou o mundo, a produção industrial caiu -0,8% na zona do Euro e -0,4% na UE em 2020, ao passo que Portugal apresentou a segunda maior queda da UE (-4,3%), atrás apenas da Bélgica (-4,6%), com uma diminuição de -7,2% no VAB. Tais dados apontam que Portugal ainda tem muito espaço para desenvolvimento e crescimento do ponto de vista industrial, onde se torna essencial um maior investimento para que o setor cresça, prospere e se prolifere. Nesse aspeto, a gestão integrada LSS oferece uma excelente oportunidade, ao permitir a implementação de métodos e ferramentas que aumentem os seus graus de competitividade no mercado utilizando baixos custos.

Todavia, é necessário ressaltar a importância do conhecimento teórico e prático prévio dessas metodologias para evitar uma implementação incorreta ou falha, já que tal fato pode acarretar em resultados pouco expressivos e/ou não sustentáveis a longo prazo. De modo a identificar as causas-raiz desses impedimentos ou dificuldades e poder garantir uma implementação adequada, torna-se necessário mapeá-las, categorizá-las e encontrar soluções possam mitigá-las. É nesse enquadramento que o desafio foi proposto, de avaliar o cenário nacional face ao global, ao mesmo tempo o de fornecer dados para investigadores, consultores e profissionais poderem criar estratégias e ações para vencer tais barreiras, de forma mais eficaz e instrutiva.

Sendo assim, a pergunta central de pesquisa deste trabalho é: *“Como diagnosticar e avaliar as barreiras relativas à implementação da melhoria contínua através da Gestão Integrada Lean Six Sigma nas indústrias portuguesas para que tais desafios sejam ultrapassados de forma mais eficaz?”*. Existem, no entanto, outras perguntas que levaram ao desenvolvimento do trabalho: *“Será possível elaborar um mapa de risco para identificar as barreiras mais críticas?”*; *“Será possível identificar as ferramentas do Lean Six Sigma mais impactantes e importantes?”*

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Diagnosticar e avaliar as principais barreiras relativas à implementação da Gestão Integrada *Lean Six Sigma* nas indústrias portuguesas e incrementar o nível de sucesso nos processos de implementação.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Realizar um levantamento na literatura das principais barreiras na implementação da gestão *Lean Six Sigma* a nível global e nacional, bem como efetuar uma categorização e análise comparativa destas barreiras a partir dos resultados obtidos;
- b) Mapear as principais entidades e agentes que prestam serviços de consultoria em implementação da Gestão *Lean Six Sigma* nas indústrias em Portugal; além de elencar, sob suas experiências no setor, as principais barreiras encontradas e as soluções empregadas para vencê-las;
- c) Desenvolver uma análise quali-quantitativa das respetivas barreiras encontradas e elaborar uma matriz de risco a partir do grau de frequência e de criticidade de cada uma delas, de forma a auxiliar os agentes envolvidos a obterem maiores taxas de sucesso na implementação da Gestão *Lean Six Sigma* nas indústrias;
- d) Avaliar as ferramentas da gestão *Lean Six Sigma*, quanto a frequência de uso, grau de dificuldade de implementação e impacto através de uma Matriz de Decisão;
- e) Definir ações ou iniciativas que devam ser realizadas de forma a eliminar ou mitigar o impacto das principais dificuldades existente na implementação do LSS.

1.4. Contextualização das indústrias portuguesas

Para se entender melhor o perfil das empresas em Portugal, a Base de Dados Portugal Contemporâneo (PORDATA), através da Fundação Francisco Manuel dos Santos, apresenta diversas estatísticas sobre a quantidade e distribuição das indústrias em Portugal ao longo dos anos. Em 2019, do total de 1.335.006 empresas registadas em atividade, apenas 5,2% eram indústrias, das quais 99,4% classificadas como PME – Pequenas e Médias empresas (68.453 indústrias), contra apenas 0,6% (378 indústrias) de grande dimensão no país. Sobre a taxa de crescimento vegetativo das indústrias (Taxa de natalidade – Taxa de mortalidade) este número diminuiu ao longo dos últimos 15 anos, de 2004 a 2019, houve uma queda de 22% no número absoluto indústrias. Isto porque a taxa de mortalidade era muito superior ao número de empresas nascentes, fator que veio a mudar gradativamente (taxa de crescimento absoluto: igual a -1.444 em 2004; igual a +522 em 2019). Um resumo dos percentuais dos setores pode ser observado na Figura 1-1

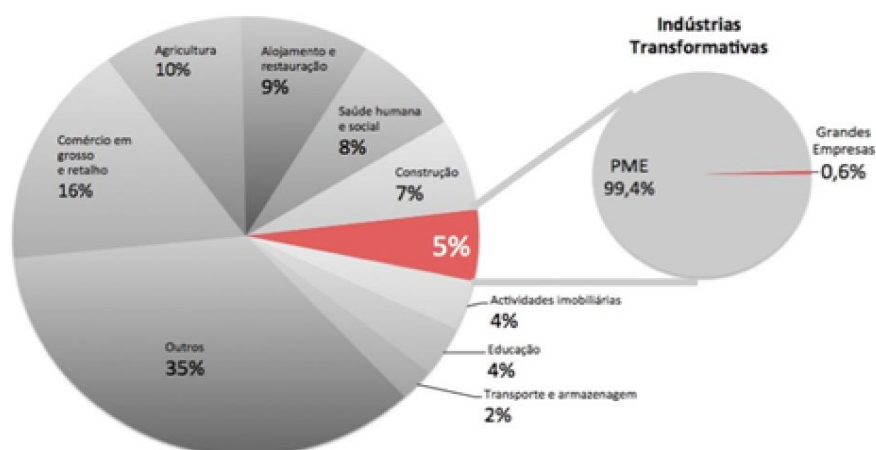


Figura 1-1 Percentual de empresas por setor económico em Portugal.

Fonte: Adaptado de (PORDATA, 2019)

O Instituto Nacional de Estatística (INE), através do relatório de “Estatísticas da Produção Industrial – 2019”, revela uma série de dados sobre empregabilidade, resultados económicos e perfil das indústrias transformadoras em relação às empresas não financeiras no país. Sobre a geração de empregos, apesar de representarem um pequeno percentual em relação ao total de empresas, empregaram 22,9% do pessoal (média de 10,9 pessoas ao serviço), superior à dimensão média nacional de que é de apenas 3,2 pessoas. Relativamente aos resultados económicos, foram responsáveis por 21,9% do VAB e 21% do Excedente Bruto de Exploração (EBE) do total de empresas. Deste número, as indústrias de grande porte destacaram-se, sendo responsáveis por 36% e 42% respetivamente do VAB e do EBE das indústrias, embora tenha sido responsável por apenas 22,9% do emprego de pessoal ao serviço do setor contra 77,1% das PMEs. Em 2020 ainda houve uma queda nestes valores: -3,4% pessoal ao serviço, -7,2% no VAB e -9,3% no EBE, efeitos da pandemia COVID-2019 (Tabela 1-1).

Tabela 1-1 Percentual de trabalhadores ativos por escalão (2020 x 2019)

ESCALÃO Pessoal ao Serviço	EMPRESAS		PESSOAL		VAB		EBE	
	total	Tx. Var.	total	Tx. Var.	total	Tx. Var.	total	Tx. Var.
0-9	82,2%	-0,7%	17,1%	-2,5%	10,3%	-3,0%	11,7%	-0,3%
10-49	14%	-5,0%	27,7%	-2,5%	22,4%	-5,3%	18,2%	-5,7%
50-249	3,3%	-4,5%	31,2%	-4,3%	33,4%	-4,6%	33,3%	-2,7%
250 ou +	0,5%	-2,5%	24%	-2,2%	33,9%	-12%	36,8%	-18,3%

Fonte: (Instituto Nacional de Estatística, 2021)

O setor da indústria transformadora havia registado expansão da produção industrial em 2019: o valor das vendas de produtos e da prestação de serviços industriais registou 94,1 mil milhões €, com aumento de 2,2% no mercado interno e 3% na exportação, frente ao ano anterior. Neste contexto, o país também vinha a apresentar crescimento no peso do total da produção industrial na União Europeia (UE), saindo de 1,22% em 2013 para 1,44% em 2019.

Sobre o perfil de atividades das indústrias, cinco divisões principais concentraram quase metade do volume total de negócios gerado no setor (45,5%), além de terem crescido mais que a média do setor com +4,9%, contra 2,7% do total, conforme é possível observar na Tabela 1-2. Num paralelo entre estas atividades com os seus mercados de destino, é possível observar que no mercado nacional se destacam as divisões 10 e 19, enquanto para exportação dentro da própria União Europeia as mais relevantes são as 28 e 25 e fora da UE as 19 e 20 (Figura 1-2).

Tabela 1-2 Total de volume financeiro das 5 maiores divisões de setores de atividade industrial

CAE	SETOR DE ATIVIDADE	Volume 10 ³ euros	Peso %	Tx. Var. 19/18	Rank
10	Indústrias alimentares	11.931.152	12,7%	+3,2%	1º
28	Veículos / componentes automóveis, (semi)reboques	11.661.008	12,4%	+13,0%	2º
19	Coque, produtos petrolíferos refinados e combustíveis	8.366.722	8,9%	+0,4%	3º
25	Produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos	6.324.031	6,7%	+2,0%	4º
20	Químicos e Fibras (sintéticas e artificiais), exceto farmacêuticos	4.555.802	4,8%	+2,7%	5º
Total da Indústria		94.107.101	100%	+2,7	
Total das 5 Divisões		42.838.715	45,5%	+4,9	

Fonte: (Instituto Nacional de Estatística, 2020)

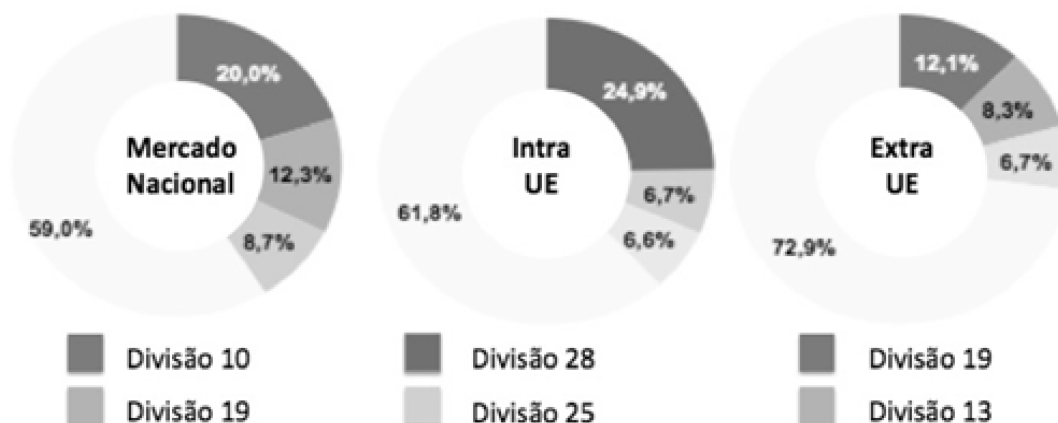


Figura 1-2 Principais atividades industriais por mercado de destino em 2019.

Adaptado de (Instituto Nacional de Estatística, 2020)

De acordo com “Inquérito à Atividade Empresarial – Relatório 2019” conduzido pela Associação Industrial Portuguesa (AIP), sobre uso do recurso ao crédito bancário, 62,6% das empresas industriais recorrem pontualmente ou não recorrem, contra apenas 37,4% que utilizam normalmente. Destes, os principais são: Empréstimos de médio/longo prazo (76,7%); Conta corrente caucionada (62%); E empréstimos de curto prazo (22%). Em relação a busca por investimentos, apenas cerca da metade

das indústrias o fazem (50,3%), das quais distribuem aplicação em média em três áreas de investimento, sendo as principais delas as seguintes

- equipamentos produtivos (expansão, substituição ou modernização) (39%)
- tecnologias da informação (39%);
- formação profissional (34%);
- qualidade (28%);
- Investigação e Desenvolvimento (I&D) (24%);
- internacionalização (23%), entre outros.

O inquérito ainda aborda que especificamente sobre a I&D, apenas cerca de 17,5% das indústrias o fazem de forma permanente e 19% de maneira frequente, contra 62% que nunca ou raramente aplicam. Das que realizam de forma permanente, mais de 80% são advindos de grandes empresas e médias empresas (51%, 30% respetivamente). De referir que nos relatórios consultados nunca se observa uma quantificação do esforço ou investimento que as empresas industriais fazem na “transformação organizacional e melhoria contínua”. As áreas

1.5. Motivação

Para contribuir com a evolução deste cenário e aumento da competitividade das indústrias em Portugal, surgem diversas iniciativas públicas e privadas no país. Em 2016, a Associação Empresarial de Portugal da Câmara do Comércio e da Indústria (AEP), com o financiamento de quase 2,8 milhões de euros, aplicou o projeto de qualificação “+Produtividade” (2017-2020), dando apoio a 40 indústrias transformadoras exportadoras PMEs, melhorando seus níveis de produtividade. O objetivo foi promover “um processo de transformação, através da otimização de fluxos produtivos e informativos e a criação da cultura de melhoria contínua”, empregando metodologias *Lean* e *Kaizen* através de diagnósticos e *workshops*. Em 2019, com intuito de contribuir para o fortalecimento e crescimento das indústrias no país, a AEP lança o “Programa Estratégico para a Valorização da Indústria Portuguesa: Portugal Industrial 5.0” (2020-2027), reforçando a importância da reindustrialização, como sendo “o caminho certo rumo à inovação, à melhoria da produtividade e competitividade e ao crescimento económico sustentável”. O programa integra as 4 dimensões (Tabela 1-3):

Tabela 1-3 Dimensões do Programa Portugal Industrial 5.0

DIMENSÃO	DESCRIÇÃO
Capacitação Tecnológica	Inovação, Investigação, Desenvolvimento e Tecnologia
Capacitação para Competências	Formação e (Re)qualificação Profissional
Capacitação para a Eficiência	Produtividade, Competitividade, Comercialização, Internacionalização e Marketing
Capacitação Financeira	Capitalização e Diversificação das Fontes e Capacitação das Entidades de Apoio à Indústria

Fonte: Adaptado de (Associação Empresarial de Portugal, 2020)

Em 2020, o Ministério das Finanças e Economia, através da Agência para a Competitividade e Inovação (IAPMEI), lançou o programa “Indústria 4.0 – Sistemas de Incentivos à Economia Digital” com objetivo de gerar as condições para o desenvolvimento da indústria e serviços nacionais na era digital, auxiliando no desenvolvimento, modernização, competitividade e inovação em produtos, serviços e modelos de negócios de PMEs. Os sistemas foram distribuídos em três tipologias: Economia digital, Inovação produtiva e I&D.

Ainda no mesmo ano, foi lançado pela iniciativa governamental da Coesão Territorial o “Programa de Apoio à Produção Nacional” (PAPN), dirigido ao setor industrial, com o objetivo de estimular a produção nacional das PMEs e reduzir a dependência do país face ao exterior. Com um montante de investimento de 100 milhões de euros (sendo 60% a fundo perdido), este Programa apoia o “investimento em máquinas, equipamentos, serviços tecnológicos/digitais, bem como sistemas de qualidade e de certificação que permitam alterar os processos produtivos das empresas”.

Apesar de tantos programas e incentivos crescentes, as Estatísticas da Produção Industrial em 2020 (INE, 2020) apresentam que houve um decréscimo pelo segundo ano consecutivo na taxa de investimento nas indústrias transformadoras, ao registar 19,5%, correspondente a menos 1,8 pontos percentuais (p.p) que o ano anterior. Tal fator é decorrente, provavelmente, dos impactos da pandemia COVID-2019 e da diminuição do valor das vendas de produtos e prestação de serviços industriais que caiu em 10,6% comparado a 2019.

Com tantas mudanças globais a ocorrer, seja a partir da migração para a Indústria 4.0, do aumento da concorrência e da oferta ao consumidor, além das frequentes instabilidades e transformações econômicas, sociais e políticas no mundo, estar em processo de transformação organizacional e de melhoria contínua é condição *sine qua non* para garantir o sucesso das organizações. Frente às quedas nos resultados obtidos pelas indústrias transformadoras em Portugal e à crescente oferta de programas de incentivos para melhoria e desenvolvimento, é preciso compreender hoje melhor este cenário para que as intervenções utilizadas sejam mais efetivas.

Para isso, há que analisar o quão estas empresas estão de fato preparadas para receber inovação e sistemas de gestão, como é o caso da gestão LSS para se tornarem mais competitivas, não só na União Europeia, como também nos mercados globais. Essa preparação é não só do ponto de vista de implementação da filosofia, métodos e técnicas associadas à gestão LSS, mas principalmente de sustentabilidade a longo prazo da transformação organizacional induzida. Se as empresas ainda não possuírem mentalidade e cultura de melhoria contínua, em que os processos estão bem definidos, controlados e estáveis, tenderão fortemente ao decréscimo ou até mesmo à extinção.

Desta forma, compreender as barreiras e as dificuldades na implementação da gestão LSS no setor industrial torna-se relevante, não só para contribuir para o sucesso económico e comercial das empresas do setor, como também do ponto de vista académico-científico ao se analisar pontos críticos e estratégias que potenciem a implementação destes modelos de gestão e, por esta via, os resultados das indústrias portuguesas.

1.6. Estratégia Metodológica

A estratégia adotada para a investigação e desenvolvimento do tema consiste em 5 fases, a saber: (1) Pesquisa bibliográfica; (2) Pesquisa analítica-comparativa; (3) Pesquisa documental; (4) Pesquisa de campo qualitativa; (5) Pesquisa de campo quantitativa; (6) Conclusão e propostas práticas, conforme apresentado na Tabela 1-4.

Tabela 1-4 Fases da metodologia de investigação utilizada

FASE	TIPO DE PESQUISA	INSTRUMENTOS DE PESQUISA
FASE 1	Pesquisa Bibliográfica	• Revisão de Literatura
FASE 2	Pesquisa Analítica-Comparativa	• Análise Comparativa
FASE 3	Pesquisa Documental	• Plataformas de Busca (Google e LinkedIn)
FASE 4	Pesquisa de Campo Qualitativa	• Entrevista Semi Estruturada
FASE 5	Pesquisa de Campo Quantitativa	• Inquérito <i>Online</i> • Escala Likert • Mapa de Risco • Matriz de Decisão

Fase 1 – Pesquisa Bibliográfica: Foi realizada uma revisão sistemática da literatura sobre os trabalhos desenvolvidos sobre as barreiras na implementação do *Lean Six Sigma*, tanto a nível global como a nível nacional. Essa revisão foi conduzida em duas etapas:

1. Para encontrar as publicações a nível global, foram utilizadas as plataformas de pesquisa *Google Acadêmico*, *SCOPUS*, *B-On* e *Science Direct*, com a utilização das seguintes palavras-chave:
 - “*Barriers*”
 - + “*Industry*”
 - + “*Lean*” ou “*Lean Manufacturing*”
 - + “*6 Sigma*” ou “*Seis Sigma*” ou “*Six Sigma*”
2. Na segunda etapa, para encontrar as publicações a nível nacional, foi procurado no *Google Acadêmico*, trabalhos nacionais que envolvessem:
 - “Barreiras”
 - + “Indústria Portugal” ou “Indústria portuguesa”
 - + “*Lean*” ou “*Lean Manufacturing*”
 - + “*6 Sigma*” ou “*Seis Sigma*”

Foram encontradas no total 60 publicações consideradas como relevantes para a investigação, sendo delas 40 artigos científicos a nível global e 20 dissertações e teses a nível nacional.

Fase 2 – Pesquisa Analítica Comparativa: Tomando como base o estado-da-arte relativamente sobre as classificações de diversos autores que abordam as barreiras na implementação do *Lean Six Sigma*, os resultados foram: (1) Barreiras identificadas: Foram encontrados 20 tipos barreiras mais relevantes

no total da revisão; (2) Tipo de categorização usado: Foram categorizadas em 6 categorias; (3) Contabilização ou quantificação: As barreiras foram quantificadas de acordo com a frequência absoluta. A seguir a esta pesquisa e a partir dos dados recolhidos, foi realizada uma análise comparativa entre as barreiras a nível nacional e global, ao se calcular a discrepância das frequências das barreiras.

Fase 3 – Pesquisa Documental: Foi feito um processo de pesquisa documental, para verificar o número de profissionais que atuam com ou na implementação da gestão LSS em Portugal. A plataforma utilizada foi a rede profissional *LinkedIn* e o mecanismo de busca *Google*. Foram utilizadas palavras-chave como “consultoria *Lean Six Sigma* Portugal”, “consultor *Lean Six Sigma*”. Com o resultado dessa pesquisa, foi possível levantar 21 empresas de consultoria (ANEXO I) e 50 consultores, onde foram levantados dados a respeito da área de formação, grau académico, tempo de atuação no mercado e certificações obtidas.

Fase 4 – Pesquisa de Campo Qualitativa: Foi elaborada uma entrevista semiestruturada individual, onde o investigador teve um roteiro previamente estabelecido, colocando questões sobre os tópicos que deseja investigar, mas com a liberdade de realizar outras perguntas que desejar e considere relevantes para a pesquisa (Marconi & Lakatos, 2003). As entrevistas tiveram duração média de 45 minutos, tendo sido gravado o áudio destas, com o consentimento dos participantes e de carácter de uso único e exclusivo deste estudo académico. Das 30 empresas contactadas por email, somente 4 responderam e se disponibilizaram para participar da entrevista. O resultado dessas entrevistas permitiu a recolha de dados qualitativos para extrair a experiências desses consultores face aos diversos desafios de implementação do *Lean Six Sigma*. Essa entrevista foi semiestruturada com os seguintes tópicos e pode ser conferida no ANEXO VI:

1. Informações sobre o consultor
2. Informações sobre a implementação do *Lean Six Sigma* e perfil das indústrias
3. Informações sobre as barreiras de implementação vivenciadas e vencê-las

Fase 5 – Pesquisa de Campo Quantitativa: A partir dos dados recolhidos da fase anterior e com o objetivo de se obter uma visão quantitativa sobre a implementação do LSS em Portugal, foi possível estruturar um inquérito, criado na plataforma *Qualtrics*, já que se trata de “*um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador*” (sic) (MARCONI & LAKATOS, 1991) que permite aplicação em maior escala. Esse inquérito foi composto de 22 questões dividido nos seguintes tópicos:

1. Perfil do consultor
2. Perfil das indústrias atuadas
3. Barreiras de implementação do *Lean Six Sigma*
 - a. Frequência das Barreiras (escala *Likert 1-5*)
 - b. Criticidade das Barreiras

4. Ferramentas utilizadas no *Lean Six Sigma*

- a. Frequência de utilização
- b. Nível de dificuldade
- c. Grau de impacto

Para os tópicos 3 e 4, foi usada uma Escala *Likert*, que representa uma avaliação quantitativa com uma resposta psicométrica, utilizada para a medição de opinião ou preferência sobre questões em específico (Albaum, 1997). O questionário completo encontra-se no ANEXO VII.

Como última etapa, foi desenvolvido um Mapa de Risco para avaliação do nível de criticidade, *i.e.*, frequência x impacto, das barreiras de implementação do LSS, bem como uma Matriz de Decisão para avaliação do uso de ferramentas do LSS, tendo em conta a frequência e o grau de dificuldade de cada barreira e um *ranking* com aquelas consideradas mais importantes e de maior impacto pelos consultores.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Este capítulo tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica utilizada no desenvolvimento desta dissertação. Na primeira parte, foi feito um enquadramento histórico e são apresentados conceitos, princípios, objetivos e ferramentas habitualmente utilizados na implementação de sistemas *Lean Manufacturing*. Na segunda parte é apresentada a origem, os conceitos e os objetivos do *Six Sigma*, assim como a metodologia DMAIC e ferramentas utilizadas. A seguir, é apresentada a Gestão Integrada *Lean Six Sigma* (LSS) e seus benefícios. Por fim, é demonstrado o estado-da-arte das barreiras de implementação do LSS, divididas entre 6 aspetos que são: Gestão de topo; Financeiro; Comportamental; Educacional; Técnico; Governamental. Esse estado-da-arte serviu como base para a investigação dessas barreiras no país.

2.1. Lean Manufacturing

2.1.1. Contextualização histórica do Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* tem a sua origem no Japão na década de 1950, num cenário em que o país se encontrava numa crise profunda e passava por uma reestruturação após a Segunda Guerra Mundial. Diversos setores da economia sofreram impacto, não sendo diferente com a indústria automobilística. Neste contexto, Taichii Ohno e Shigeo Shingo desenvolveram um novo sistema de produção para a Toyota, o “Sistema Toyota de Produção” (TPS), cujo objetivo estava focado na identificação e eliminação de desperdícios, que se traduziriam numa diminuição de custos de produção e num aumento da velocidade de entrega do produto (Shingo, 2019).

Foi na década de 1970 que houve uma mudança drástica na visão dos sistemas de produção, uma vez que os sistemas produtivos do ocidente que tinham uma produção em massa sofreram bastante devido à crise do petróleo em 1973. Em concreto, as suas ineficiências e desperdícios de produção, que antes eram encobertas pelo lucro da produção em massa, ficaram visíveis com a retração econômica. No entanto, as várias fábricas japonesas que já aplicavam o TPS, mostravam-se promissoras e com crescimento contínuo mesmo com crise petrolífera. Esse foi o motivo principal que fomentou vários estudos sobre esse sistema produtivo diferente, o da Toyota, visto como uma solução eficiente para as novas realidades produtivas (Rodrigues, 2014).

Em 1980, investigadores do *Massachusetts Institute Technology* (MIT) realizaram um trabalho profundo de pesquisa no setor automobilístico, englobando indústrias nos Estados Unidos, Europa, Japão e Coreia do Sul. Tais resultados foram compilados e publicados na década de 90 no livro “*The Machine That Changed the World*” (A Máquina que Mudou o Mundo) por James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, onde o termo *Lean* foi apresentado e se tornou amplamente difundindo pelo mundo (James P. Womack et al., 1992).

Desde a sua origem, associada ao Sistema de Produção Toyota, este tipo de metodologia tem vindo a evoluir e novos conceitos têm sido introduzidos, trazendo uma vertente mais global à metodologia *Lean*. Esta evolução e difusão de conceitos tem permitido que os princípios associados ao TPS deixasse de ser apenas focada no setor automobilístico e se expandisse para outros setores, tais como os das tecnologia da informação, serviços, hospitais, escritórios, administração pública, entre outros (Akdeniz, 2015).

2.1.2. Conceito do Lean Manufacturing

O termo *Lean Manufacturing*, traduzido do inglês, quer dizer “produção magra”, cujo significado está associado a uma forma de especificar e criar valor de forma eficiente, produzindo “cada vez mais com cada vez menos”. Isto quer dizer que os sistemas produtivos podem utilizar menos esforço

humano, uso de horas-máquina, stock, tempo, espaço e matéria-prima, à medida em que entregam para o cliente um produto com maior valor, ou seja, que atenda às suas necessidades da melhor forma possível (Jones & Womack, 2004; Ohno, 1979).

O Sistema *Lean* pode ser definido como uma filosofia, um processo contínuo e sistemático, um conjunto de medidas práticas com abordagem técnica e estratégica, para auxiliar na identificação e eliminação de desperdícios ou excessos, ou seja, redução ou eliminação de todas as atividades que não agregam valor ao produto, serviço ou processo (Garcia-Alcaraz et al., 2014). O conceito de “valor” pode ser resumido, de forma esquemática, com auxílio de um Diagrama de Venn (Figura 2-1), onde o círculo maior representa todas as atividades na cadeia produtiva – desde compra de materiais até entrega do produto ao consumidor final (cadeia de valor), enquanto o círculo menor representa os desperdícios (custos e atividades desnecessários que não agregam valor ou benefício). Como referido na figura, o *Lean Manufacturing* é um conjunto de estratégias e ferramentas adotadas para identificar e eliminar desperdícios dentro de uma Cadeia de Valor (Wieckhorst et al., 2003).

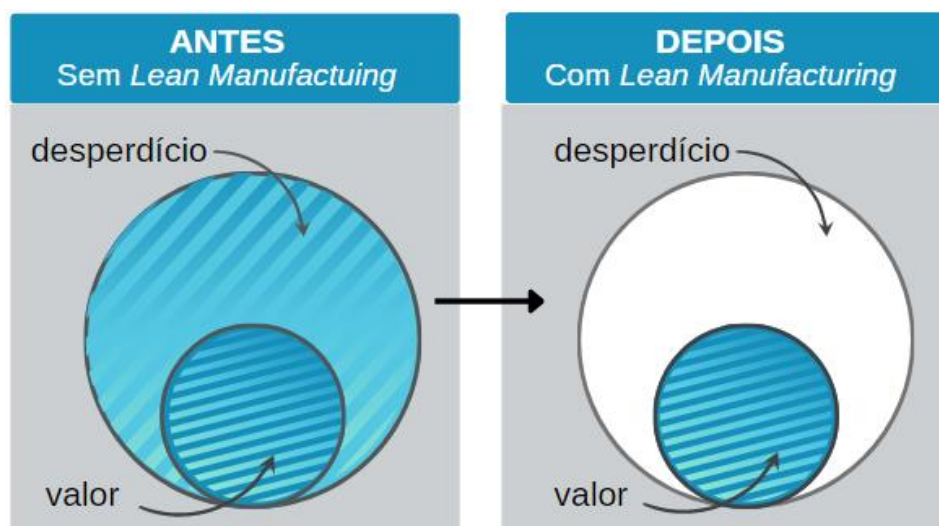


Figura 2-1 Diagrama de Venn: conceito do Lean Manufacturing.
Adaptado (Wieckhorst et al., 2003)

2.1.3. Objetivos e Princípios do Lean Manufacturing

Os principais objetivos e benefícios da implementação do *Lean Manufacturing* nas indústrias podem ser elencados como: O aumento da qualidade na produção, a promoção da segurança e a garantia de fornecimento, a redução de custos, a minimização de desperdício, o aumento do lucro (Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz, 2012), o aumento da produtividade e a redução do tempo na produção e entrega. Além disso, não se trata de um sistema estático ou fechado, mas em constante evolução e com uma forte cultura baseada na premissa da consciência, consistência e continuidade da melhoria dos produtos e processos produtivos (Wilson, 2010). Para tal, são cinco os princípios fundamentais e etapas que norteiam a sua implementação (Figura 2-2),



Figura 2-2 Princípios do *Lean Manufacturing*.
 Fonte Baseado em (J. P. Womack & Jones, 1997)

Sobre cada um destes cinco princípios fundamentais listados por J. P. Womack & Jones (1997), é importante a sua correta definição tal como se apresenta em seguida:

1. **Identificar o Valor** (*Value*): É o princípio inicial que norteia todos os demais. O valor de um produto está relacionado a atender plenamente as necessidades, expectativas e desejos do cliente final, sendo definido pelo cliente e criado pela empresa (Rodrigues, 2014).
2. **Identificar a Cadeia de Valor** (*Value Stream*): Uma vez que esse valor foi identificado, é necessário então mapear o fluxo do valor. Ao se fazer essa análise, será encontrado 3 tipos de fluxo de valor. O primeiro que agrega valor diretamente ao produto/serviço, o segundo que não agrega valor, mas que é necessário para a produção do produto/serviço e o terceiro que não agrega valor e não é necessário (J. P. Womack & Jones, 1997).
3. **Criar Fluxo Contínuo** (*Flow*): Uma vez que a cadeia de valor é identificada e os tipos de fluxo de valor são corretamente atuados, é necessário passar a uma etapa fundamental que é a criação de um fluxo contínuo. Essa etapa permitirá a visualização de pontos de bloqueio no fluxo e posteriormente a resolução desses pontos para melhorar a eficiência (Anselmo de Castro, 2013).
4. **Planeamento Puxado** (*Pull*): Nesse princípio, ao invés da premissa de produzir o máximo possível, é, na verdade, a necessidade do cliente que vai “puxar” toda a produção. Isto permite a redução, minimização de stock e a superprodução (Akdeniz, 2015).
5. **Melhoria Contínua** (*Perfection*): O último princípio é a conjunção dos princípios anteriores de forma cíclica, retornando ao primeiro ponto da identificação de valor. É o ponto que define o *Lean*, de forma a ter como objetivo a perfeição através das várias ferramentas, métodos ou técnicas que se associam à melhoria (Anselmo de Castro, 2013).

Os princípios, tal como referidos, estão associados às etapas que podem constituir um processo de implementação do *Lean* numa organização. No entanto, para que esta implementação possa decorrer é importante caracterizar de forma clara o significado e compreender a relação de aspetos que existem em todas as empresas, como seja a variabilidade, a sobre carga e os desperdícios. Para além disso torna-se relevante identificar as principais “ferramentas” que podem ser utilizadas para a

implementação do *Lean*.

2.1.4. Os 3 M's e 8 desperdícios

Na Filosofia *Lean*, são frequentemente utilizados três termos japoneses para se referir às práticas que geram desperdícios, configurando o Modelo 3M: (1) “*Muda*” são os desperdícios em si, considerados como quaisquer atividades que não agregam valor ao cliente; (2) “*Mura*” são as irregularidades no processo produtivo ocasionado pelo desnivelamento do trabalho ou das máquinas, gerando inconstância, flutuação ou variação; e (3) “*Muri*” são as sobrecargas ou excessos, seja de máquinas, operadores ou na estação de trabalho. Como exemplo prático para explicar tais conceitos, é possível apresentar o exemplo de um caminhão que transporta cargas, conforme ilustrado na Figura 2-3 (Sinha, 2019). Caso o caminhão transporte poucos recursos para a sua capacidade, há desperdício de espaço, custo de transporte, entre outros. Caso transfiram recursos com pesos muito diferentes em cada atrelado, gera um desnível ou desequilíbrio no uso dos meios disponibilizados e que se traduz numa má distribuição do peso, e aproveitamento das capacidades, ou ainda na variação e irregularidade na colocação da carga. No último caso deste exemplo, transporta-se recursos acima da sua capacidade, gerando sobrecarga (Shook & Marchwinski, 2014).

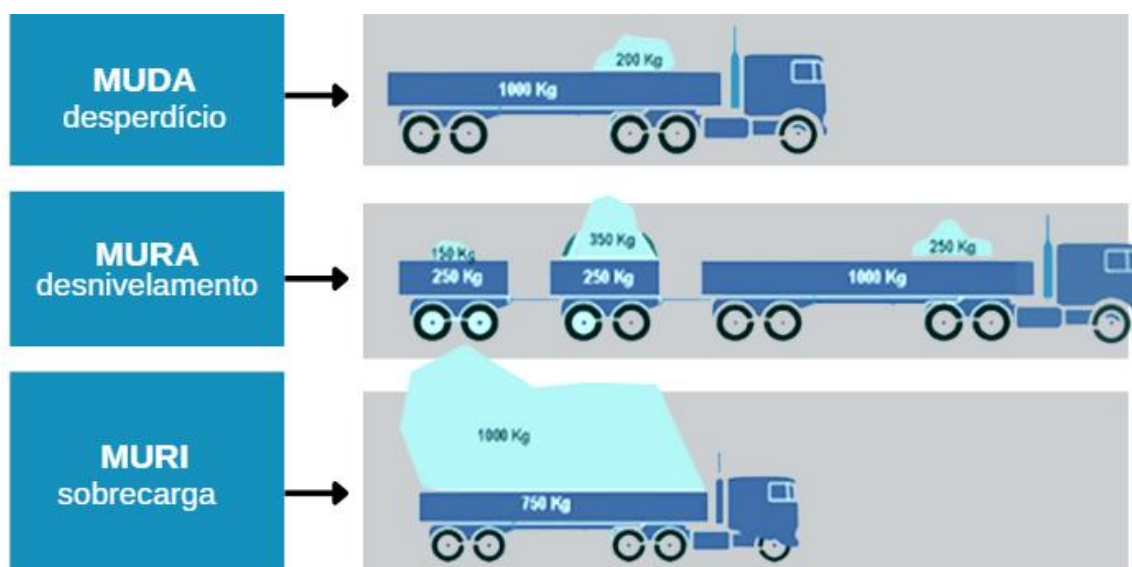


Figura 2-3 Representativo dos 3 M's.

Fonte: Adaptado de (Shook & Marchwinski, 2014)

Foi justamente na análise das possibilidades de aumentar a produtividade na Toyota que Tachii Ohno constatou a solução na redução de custos, ao observar que uma fração dos custos estavam associados ao desperdício. Tendo como objetivo então a produtividade máxima, ele definiu que para alcançar tal objetivo é necessário que o desperdício seja zero. Ou seja, é possível produzir sempre mais com a mesma ou menor força de trabalho. Mas foi com a ajuda de Shigeo Shingo, consultor da Toyota na época, que a visão do desperdício foi ampliada para 7 categorias, sendo elas: Movimentação, Espera, Transporte, Defeitos, Stock, Excesso de Processamento e Superprodução (Rodrigues, 2014).

Posteriormente, durante a década de 1990, foi difundida uma nova forma de desperdício, categorizada como Trabalho ou Talento. Isso porque, é o facto de subutilizar uma força de trabalho de grande qualidade em um projeto que não necessita de tantos recursos (Carreira & Trudell, 2006). A Tabela 2-1 resume os 8 desperdícios e exemplifica situações práticas.

Tabela 2-1 Definição dos 8 Desperdícios e seus exemplos

DESPERDÍCIO	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS
MOVIMENTAÇÃO	Qualquer movimentação de operadores que não contribui para adicionar valor ao produto/serviço	• Excesso de movimentação • Materiais, ferramentas e equipamentos dispersos • Procurar pessoas para buscar informações
ESPERA	Tempo ocioso que ocorre quando eventos interdependentes não estão totalmente sincronizados	• Operadores ociosos a esperar por equipamento • Gargalos na produção • Não planeamento de tempo de inatividade de equipamentos
TRANSPORTE	Qualquer movimentação de material não necessária ou que não oferece suporte direto à produção	• Stock complexo • Excesso de equipamentos de transporte • Múltiplos locais de armazenamento de stock
DEFEITOS	Reparos ou retrabalho de produto ou serviço para cumprir os requisitos do cliente e resíduo/sucata que resulta do material não mais aproveitado	• Alta quantidade de defeitos • Falhas na manutenção • Falta de padronização e controle da qualidade • Erros: Fabrico, instalação, projeto, comunicação, etc.
EXCESSO DE PROCESSAMENTO	Esforço redundante que não agrega valor (processo, produção, comunicação etc.)	• Etapas redundantes ou desnecessárias • Excesso de formulários • Múltiplas inspeções • Duplicação de informações
SUPERPRODUÇÃO	Produzir mais do que é necessário, mais rápido ou mais devagar do que necessário	• Equipamento com capacidade produtiva superior ao necessário • Superdimensionamento do local de produção
STOCK	Mais suprimentos ou itens no processo que o necessário para produzir o que o cliente precisa	• Elevados índices de stock • Compras em excesso • Não cumprimento de prazos de fornecedores
TALENTO	Subutilização de capital intelectual, não retenção de talentos	• Funcionários com tarefas aquém de sua capacidade • Não valorização de pessoal

Fonte : Adaptado de (Ohno, 1988; Wieckhorst et al., 2003; J. P. Womack & Jones, 1997).

2.1.5. Ferramentas do Lean Manufacturing

O conjunto de técnicas, métodos e ferramentas do *Lean Manufacturing* para eliminação do

desperdício é fundado em dois pilares fundamentais: (1) *Just in Time* (JIT) e (2) *Jidoka*. São fundados na base da chamada "Casa TPS", conforme ilustrado na Figura 2-4: O primeiro deles se refere a abastecer a produção apenas com o que é necessário, ou seja, “na quantidade certa, no momento certo e na localização certa”. Enquanto isso, o segundo pilar é baseado na capacidade de se detectar defeitos ou anormalidades na produção, utilizando processos de automação em conjunto com inteligência humana para tal. Poderia ser traduzida como “autonomação”, ou seja, automação com toque humano (Ohno, 1988; Wilson, 2010). Esses dois pilares têm como base a padronização do trabalho e toda essa estrutura é para sustentar o foco e direcionamento para as necessidades do cliente.

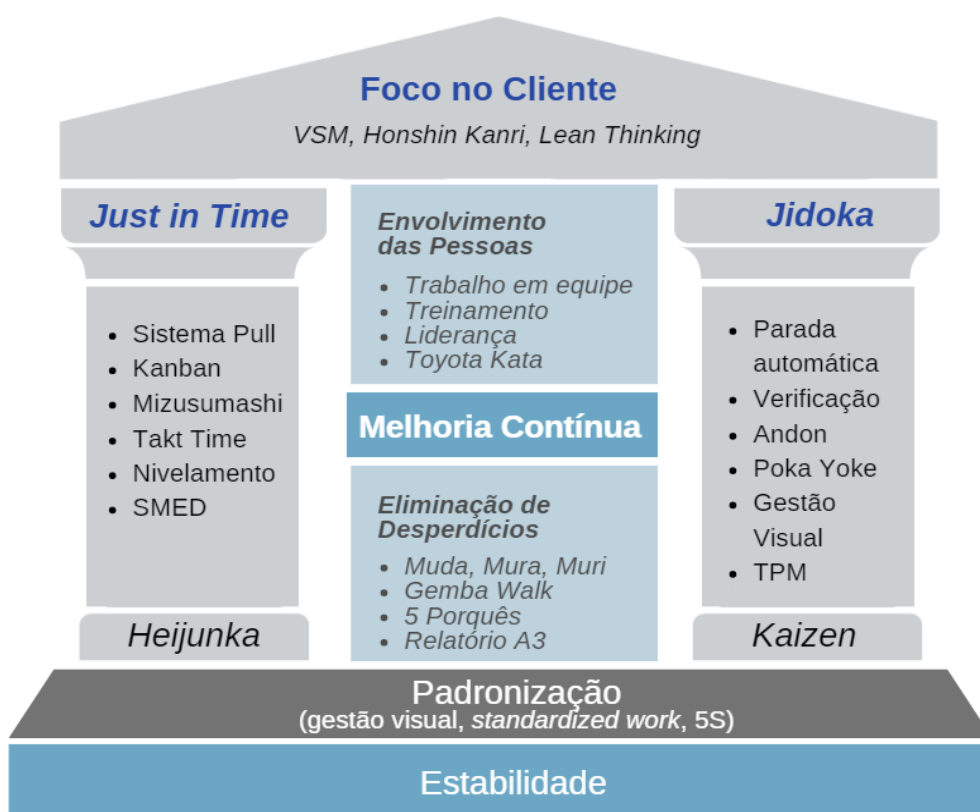


Figura 2-4 Casa TPS - *Lean Manufacturing* e seus componentes.

Fonte: Adaptado de (Dennis, 2007)

Dentre as diversas “ferramentas” do *Lean Manufacturing*, destacam-se as seguintes:

○ **5S – Seiton, Seiri, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**

(Senso de Utilização, Organização, Limpeza, Padronização, Disciplina)

Os 5S baseia-se numa filosofia de vida criada no Japão, com a premissa de um ambiente mais produtivo e eficiente, seja ele profissional ou pessoal com 5 princípios (também chamados de “sensos”), que são os seguintes (J. D. Carvalho, 2021):

- Seiri* (Utilização): Triagem e separação do que é útil e necessário
- Seiton* (Organização): Cada item num lugar específico para uso fácil

- c. *Seiso* (Limpeza): Limpar e inspecionar o ambiente de trabalho
- d. *Seiketsu* (Padronização): Criar normas e segurança de trabalho
- e. *Shitsuke* (Disciplina): Criar rotinas para manter os demais sentidos

Dentro das indústrias, o foco é mobilizar, motivar e conscientizar toda a empresa para uma cultura de excelência, tendo como benefícios maior produtividade, aumento da segurança, melhoria do clima organizacional, entre outros (Wieckhorst et al., 2003). Uma aplicação básica do 5S é a reorganização de postos de trabalho, como mostrado na Figura 2-5.



Figura 2-5 Aplicação do 5S numa bancada de manutenção.

Fonte: (Voitto, 2021)

- o **Gemba Walk (Genchi Genbutsu)**

(Caminhada no Chão-de-Fábrica)

Gemba Walk é definido por (J. Womack, 2013) pela sua tradução literal, ou seja, um caminho pelo chão-de-fábrica. No entanto, esse caminho deve ter um propósito definido, que é “ver e entender como mais valor pode ser criado com menos desperdício” (J. Womack, 2013, p.10). É importante ressaltar que essa ferramenta não se restringe unicamente aos diretores e líderes, pelo que pode ser feita também por chefes de equipa e supervisores. Ao se realizar essa caminhada, é possível perceber como os processos são feitos, identificar valor e desperdício, obter facilmente e rapidamente *feedback*, demonstrar aos trabalhadores confiança e escutar suas observações.

É muito importante lembrar que, o *Gemba Walk* é uma ferramenta de observação, e não de ação. Ou seja, deve-se recolher o máximo de informação possível para posteriormente elaborar planos de ação para cada ponto visto. Se ações são tomadas durante uma caminhada, é possível haver perda de informações e não tratar os valores e desperdícios de modo global, reduzindo a eficiência da ferramenta. É possível fazer o acompanhamento através de um relatório que estrutura toda a rota a ser feita e pontos importantes a visualizar, como se ilustra na Figura 2-6.

NORMA GEMBA WALK



1 Observar a constituição da Rota 1

Rota	#	Área / Tema	Equipa	Kamishibai	Temas a rever	Duração (min)
1	1	Preparação	Líder	-	-	-
	2	Planeamento	Líder Planeamento	1	Kaizen Diário e Eficiência	15
	3	Produção	Sólidos	Líder Sólidos	Kaizen Diário e Eficiência SME D	15
	4			Líder Líquidos	Good Manufacturing Practices Kaizen Diário e Eficiência SME D	15
	5			Líder Embalagem	Good Manufacturing Practices Kaizen Diário e Eficiência SME D	15
	6	Manutenção	Líder Manutenção	2	Kaizen Diário Organização e Armazenagem	15
	7	Fim Gembu Walk	Líder	-	-	-
Rota #1				12	-	75

Líder	A	B	C
Frequência (GW por mês)	2 (opcional)	4	8
Semana 1	#1	#2	#1 + #2
Semana 2		#1	#1 + #2
Semana 3	#2	#2	#1 + #2
Semana 4		#1	#1 + #2

2 Chamar responsável de área* e selecionar cartões Kamishibai

3 Realizar auditorias referentes à rota selecionada**

4 Garantir comunicação do resultado e preenchimento do PDCA

Data	Auditor	Local	Observações	Prova Resolução	Seguimento
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa
					☐ Corrigido
					☐ Escalado para PDCA Equipa

As observações inseridas na tabela devem ser identificadas com um dos três parâmetros de seguimento:

- Corrigido
- Escalado para _____
- PDCA Equipa

Por forma a garantir a implementação das ações corretivas, esta tabela deve ser revisitada no início da realização de cada Gembu Walk

Figura 2-6 Exemplo de procedimento para Gembu Walk.

Fonte: (Kaizen Institute, n.d.)

o Kanban

Inicialmente foi uma ferramenta desenvolvida por Taiichi Ohno na década de 40, cuja tradução do japonês significa “cartão” e representa uma aplicação da gestão visual da informação. O quadro Kanban se trata de um método utilizado nos sistemas “Pull” de produção para identificar um determinado produto de consumo da linha produtiva, com informações como material, fornecedor e quantidade, como mostrado nas Figura 2-7 e Figura 2-8. Tem como função transmitir informação para: (1) Início de produção de um determinado produto; (2) a necessidade de movimentação do produto (Shook & Marchwinski, 2014).

Descrição do produto				ID do produto	
CARTÃO KANBAN				1/3	
Quantidade	250	Lead time	6 dias	Data do pedido	
Fornecedor	Soluções industriais SA			Data de entrega	
Solicitado por	J. Peres	Cartão 2 de 3			
		Localização	Estante R8		

Figura 2-7 Exemplo de cartão Kanban

Fonte: (Mecalux, 2021)

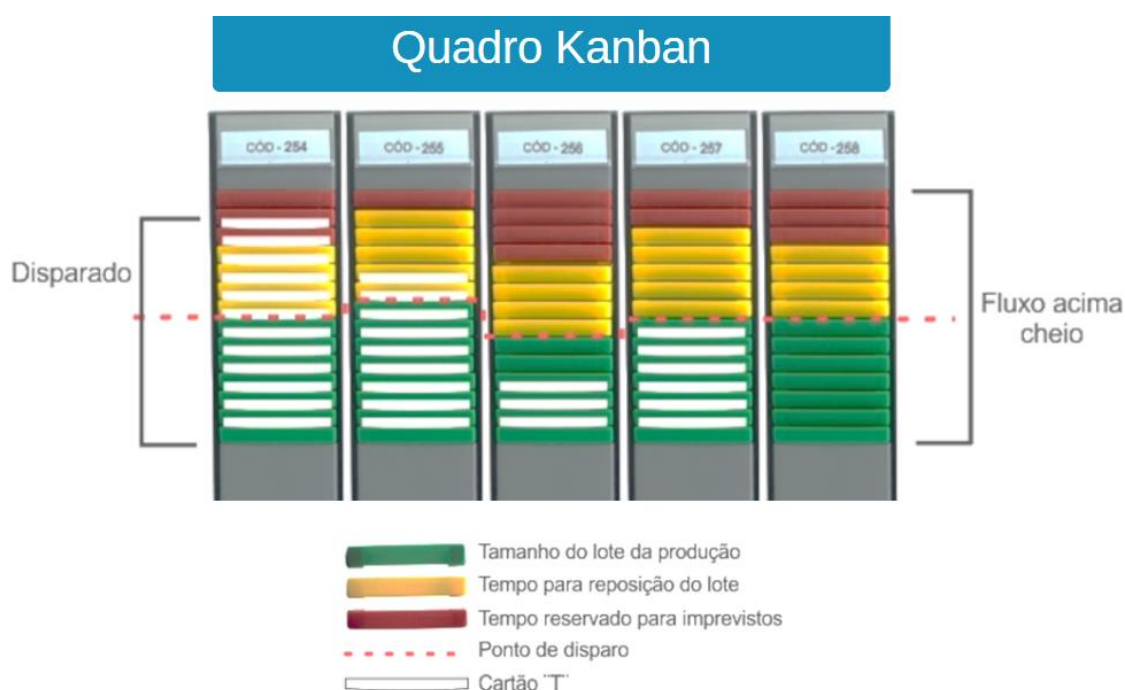


Figura 2-8 – Exemplo de quadro Kanban.

Fonte: (ISOFLEX, n.d.)

Tais conceitos e ideias evoluíram nos anos 2000 com a criação das ferramentas ágeis para desenvolvimento de *softwares*, tendo sido empregado para auxiliar na elaboração de um trabalho altamente estruturado, visível e flexível de se gerir. Com a contribuição de diversos autores como Henrik Kniberg, Mattias Skarin, David Anderson, entre outros, transformou-se num método de trabalho (método *Kanban*), apoiado em 6 práticas: (Anderson & Carmichael, 2015)

1. Visualize o fluxo de trabalho;
2. Limite o trabalho em andamento;
3. Torne as políticas de processo explícitas;
4. Meça e faça a gestão do fluxo;
5. Implemente mecanismos de feedback;
6. Melhore colaborativamente, evolua experimentalmente.

○ **Mizusumashi**

(Comboio logístico)

Palavra japonesa que significa "aranha d'água", no *Lean* trata-se do uso de um operador logístico para o abastecimento interno, sendo responsável por abastecer os postos de trabalho com novos consumíveis, normalmente com o uso de um carro motorizado para puxar o chamado comboio logístico. Usa-se uma sistemática também conhecida como *milk run* (corrida para entrega do leite), ao seguir rotas pré-definidas em horas marcadas nas estações da fábrica. Os principais benefícios são: Organização do espaço, aumento da produtividade, ritmo contínuo à atividade, redução de desperdício, melhoria do inventário, entre outras. A Figura 2-9 faz um demonstrativo do caminho pensado para o ciclo do mizusumashi numa dada linha de produção (Carvalho, 2021).

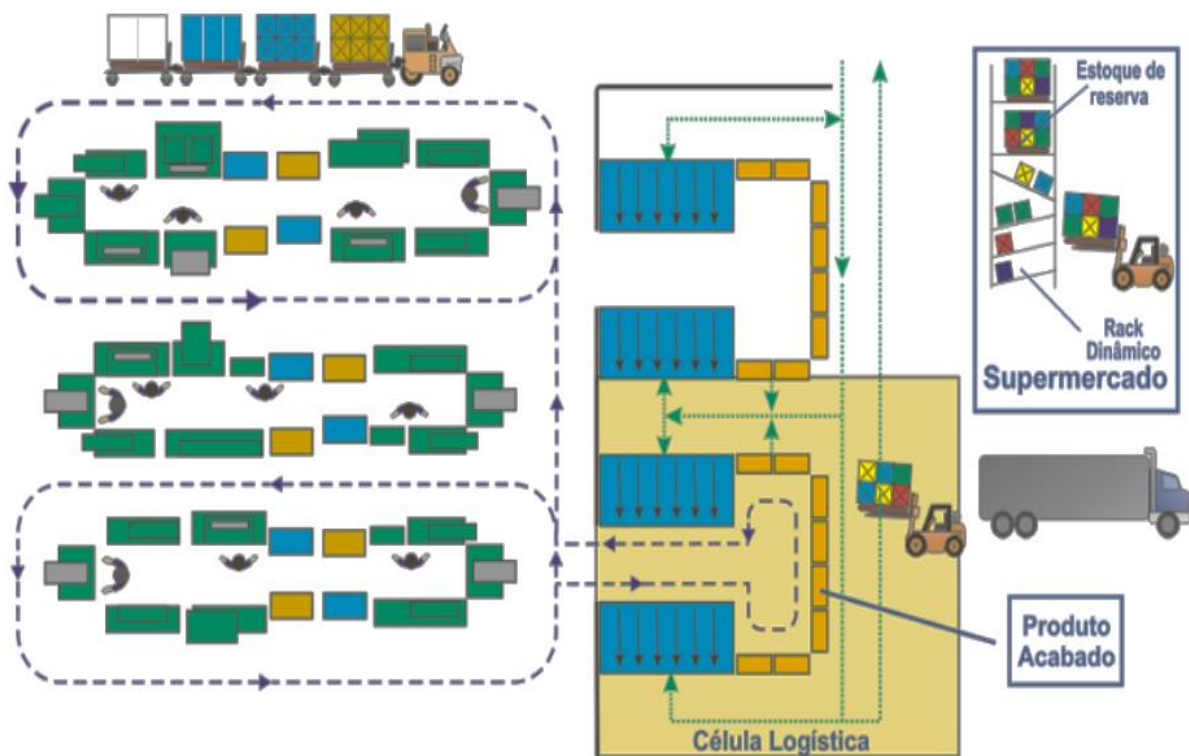


Figura 2-9 Exemplo de caminho e organização para Mizusumashi.

Fonte: (Kaizen Institute, n.d.)

Algumas das responsabilidades que podem ser atribuídas ao comboio logístico são:

- Ter operações padronizadas (caminho a seguir, intervalo de abastecimento, quantidade de peças a repor - fixos ou flexíveis)
- Preparar os *kits* de realimentação
- Fazer reposição do supermercado usando Kanban e garantir o FIFO – *First in, First Out* (Primeiro a entrar, Primeiro a sair)
- Distribuir os consumíveis nas linhas de produção
- Recolher caixas vazias e lixo/resíduos suplementares

- **Heijunka**

Palavra em japonês que significa nivelamento, é uma ferramenta criada por Taiichi Ohno que tem por objetivo nivelar a produção de modo a otimizar pedidos, *Lead time* e mão-de-obra, quando visto de um modo global. Os principais benefícios são: Reduzir a desigualdade no processo de produção, reduzir os custos de inventário, processar pedidos de acordo com a procura, manter um fluxo de trabalho estável e minimizar as chances de sobrecarga. A Figura 2-10 mostra um exemplo de um *Heijunka* adaptado inclusive para os ciclos do *Mizusumashi*. Ressalta-se que o *Heijunka* pode ser aplicável até em produções em massa, de modo a nivelar a produção e criar *buffers* para suprir períodos de alta procura, evitando assim picos de custos com mão-de-obra e matéria prima (Shook & Marchwinski, 2014).

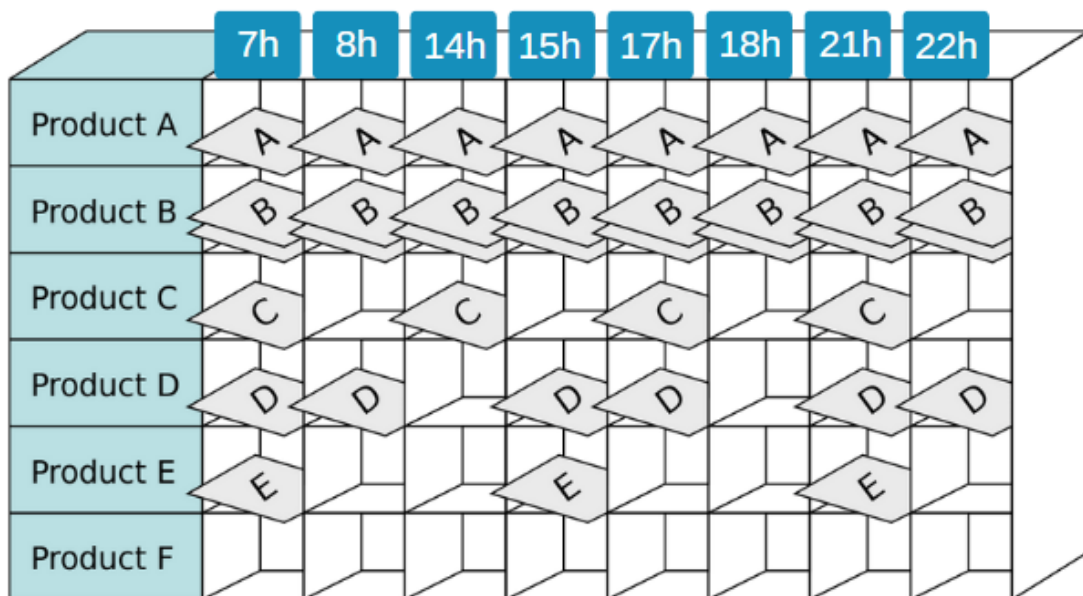


Figura 2-10 Ilustrativo organizacional do Heijunka.

Fonte: (4Lean, n.d.)

- **Kamishibai**

É uma palavra japonesa que quer dizer "teatro de papel", usada na educação de crianças através da prática de teatro e partilha de histórias. No contexto do *Lean*, trata-se de uma ferramenta de gestão visual da informação que auxilia a padronizar o trabalho, agregar responsabilidade ao sistema, sustentar a manutenção do *Lean* à medida que audita e controla a implementação dos processos.

Numa placa ou cartaz, como mostrado na Figura 2-11, os cartões Kamishibai oferecem instruções e referências dos processos, atividades ou operações (Niederstadt, 2018). De um lado são verdes e do outro vermelhos, informando se foram ou não executadas as atividades, respectivamente. Pode ser aplicado para auditar inclusive o 5S, normas, segurança, qualidade, TPM, etc. em cada estação de trabalho. Em caso de não cumprimento, preenche-se o relatório respondendo a diversas perguntas, tais como: O que aconteceu? Por que aconteceu? O que podemos fazer a respeito?

QUADRO Kamishibai Responsável: _____

1 st Shift	2 nd Shift	#	OK	NG	Problem Statement	Root Cause	Countermeasure
		1	✓				
		2	✓				
		3	✓				
		4		✓	No set-up tooling	Not sent to regrind	Add visual stand
		5					
		6					
		7					
		8					
		9					
		10					

Figura 2-11 Exemplo de Quadro Kamishibai

Fonte: (Gemba Academy, 2017)

○ **JIT – Just In Time**

Sistema que surgiu na década de 70 sendo um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, cujo conceito chave é de se consumir o mínimo possível para se produzir somente o necessário para o cliente, ou seja, entregar o máximo de qualidade, com o mínimo possível de custo e recursos com tempo reduzido. Para que o JIT seja aplicado, é necessário que a ferramenta do Heijunka seja usada para nivelar a produção, para que posteriormente sejam implementadas as suas bases: para a produção puxada, fluxo contínuo de produção e cálculo de tempos (Tetteh & Uzochukwu, 2014). Os tempos e suas respectivas fórmulas são os seguintes:

- Takt time (Tt):** Tempo mínimo de produção necessário para cumprir a procura do produto ao cliente. É um fator de base para um produto ou serviço, de modo que a produção é otimizada para cumprir com esse tempo. É necessário ressaltar que, em caso de alterações por parte do cliente, a empresa deve ter flexibilidade para ajustar essas novas alterações.
- Cycle time (Ct):** Tempo que leva uma unidade a ser produzida, do momento que entra até sua saída da estação de trabalho, ou seja, o tempo que o trabalhador leva para começar e finalizar o trabalho numa unidade.
- Lead time (Lt):** É a diferença de tempo entre o momento em que ordem de fabrico é recebida e o momento em que ela é entregue ao consumidor.

$$Tt = \frac{\text{Horas de trabalho}}{\text{Unidades requeridas}}$$

$$Ct = \frac{\text{Tempo Líquido de Produção}}{\text{Unidades produzidas no tempo líquido}}$$

$$Lt = \text{Tempo de entrega} - \text{Tempo de recepção da encomenda}$$

○ **Jidoka**

Segundo pilar do *Lean Manufacturing*, o Jidoka é o conceito de que não há partes com defeitos que avançam na produção. Para isto, é aproveitado a capacidade de “autonomação”, ou seja, a máquina ter a automação para realizar complexas tarefas e ser capaz de diferenciar o que é uma peça conforme de uma não conforme, como um operador. Essa diferenciação é feita, por exemplo, através do *Andon*, que é o uso de sensores e identificação visual através de cores (verde, amarelo e vermelho), mostrado na Figura 2-12. Dessa forma, não só o processo é automatizado, como o operador pode gerir múltiplas máquinas ao mesmo tempo (Wilson, 2010).

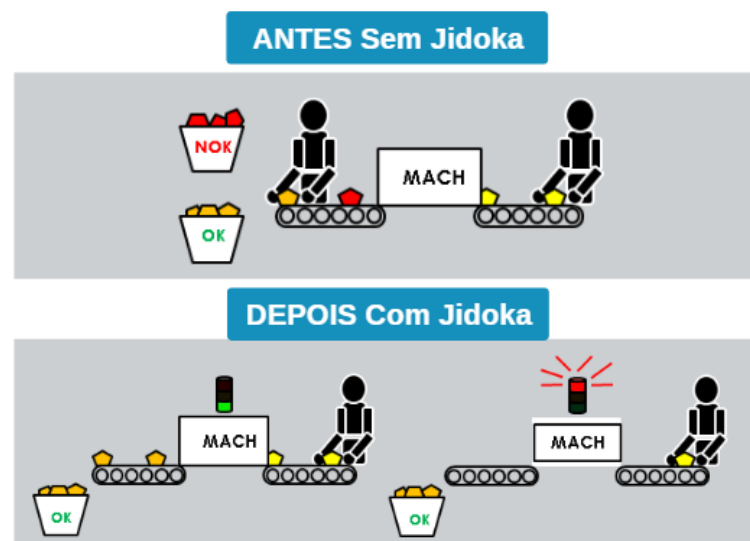


Figura 2-12 Exemplo de situação com e sem a aplicação do Jidoka.

Fonte: (4Lean, n.d.)

○ **Poka-Yoke**

(À Prova de Erro)

Palavra japonesa que significa “a prova de erro”, conceito desenvolvido pelo engenheiro Shingeo Shingo e faz parte de seu sistema chamado de *Zero Quality Control* (Controle de Qualidade Zero). Trata-se de uma técnica, filosofia e prática para pensar e avaliar problemas, permitindo a criação de métodos e sistemas que evitem falhas e erros (Liker & Meier, 2005). O sistema *Poka-Yoke* pode ser aplicado a partir do uso de ferramentas e soluções anti-erro, sejam dispositivos de encaixe, eletrônicos etc. Os principais tipos de sistema *Poka-Yoke* são os seguintes, a saber (Shingo, 2021):

A) *Funções regulatórias*: São fontes de inspeção para detetar erros e suas fontes antes que causem defeitos, gerando ações imediatas que parem as operações quando o erro é detetado.

Pode ser de dois tipos:

- *Controle de métodos*: As máquinas devem ser automaticamente desligadas ou travas acionadas para parar as operações quando há anormalidade;
- *Métodos de avisos*: Mecanismos para chamar atenção dos colaboradores como ativação de sons ou luzes (regular cores, local, intensidade etc.).

B) *Configurações de funções*: São dispositivos simples e acessíveis utilizados para impedir erros,

ou seja, “a prova de erros”. Podem ser classificados em três principais categorias:

- *Métodos de contato*: Dispositivos que impeçam o contato entre o produto e o equipamento/máquina para evitar erros como formas e tamanhos específicos de encaixe ou posicionamento, mostrado na Figura 2-13;
- *Métodos de volume fixo*: Anormalidades são detetadas verificando o número de movimentos quando operações devem ser repetidas um número de vezes específico;
- *Métodos de passos de movimento*: Anormalidades são detetadas através da verificação de erros de movimentos-padrão em casos em que operações devem ser realizadas com movimentos pré-determinados.



Figura 2-13 Aplicação do método de contacto.

Fonte: (Indústria Hoje, 2013)

○ **SMED – Single Minute Exchange of Die**

(Troca Rápida de Ferramentas)

Idealizada por Taiichi Ohno e consolidada com Shingeo Shingo, é uma ferramenta aplicada para a troca eficiente de ferramentas entre produção de lotes. De uma maneira geral, tem como fundamento reduzir o tempo de *setup* entre os ciclos, ou seja, o tempo de preparação das máquinas, equipamentos, ferramentas e linhas de produção. Os *setups* podem ser classificados como externos (realizados com a máquina parada) ou internos (realizados com a máquina a funcionar) e o cálculo do tempo inclui a soma de operações de: Preparação, ajustes, verificação de ferramentas, (des)montagem, remoção de ferramentas, medições, configurações e calibrações de ferramentas, testes (Shingo, 2019).

O SMED é aplicado em 4 estágios, representados na Figura 2-14, onde:

- Estágio Preliminar*: Obter informações dos tempos de operações, utilizando planilhas e métodos como observação, cronômetro, entrevista com operadores ou análise de filmagem de operações, por exemplo.
- Estágio 1*: Separar operações de *setup* interno e externo, utilizar checklists e realizar verificação das condições de funcionamento
- Estágio 2*: Converter operações de *setup* interno em externo, preparar as condições operacionais antecipadamente e padronizar as funções
- Estágio 3*: Implementar melhorias sistemáticas em cada operação.

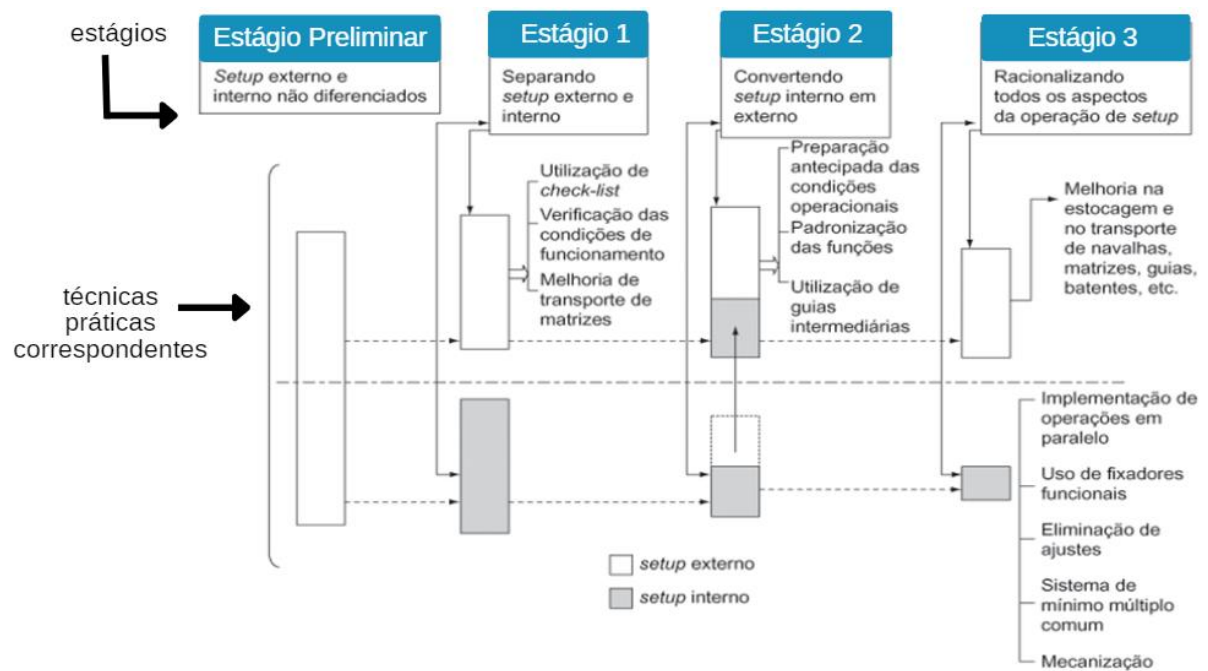


Figura 2-14 Estágios da aplicação do SMED.

Fonte (Shingo, 2019)

A otimização do processo pode ser feita a partir de operações como: Reconfiguração das ferramentas, aplicação de dispositivos de fixação (grampos funcionais), uso de *checklists* de operações, melhoria no transporte das ferramentas, padronização de *setups*, uso de painéis de fixação de ferramentas, criação de Procedimento Operacional Padrão (POP), entre outros.

○ **TPM – Total Productive Maintenance**

(Manutenção Produtiva Total)

Foi introduzido por Seiichi Nakajima na década de 80, consiste no envolvimento não só do setor de manutenção, como também do operador para a realização da manutenção (Nakajima, 1988). Esse conceito permite o aumento da produtividade, pois uma máquina não precisa esperar a equipe de manutenção para reparações simples que o operador pode fazer, além de aumentar o conhecimento do operador ao ser capacitado para realizar pequenas manutenções (J. Allen et al., 2001). Ressalta-se que para uma aplicação correta da TPM é necessário ter seus 8 pilares bem estáveis. Esses pilares são: Manutenção Planeada, Processos de Treinamento, Manutenção Autônoma, Manutenção Focada, Equipamentos, Manutenção da Qualidade, Processos Administrativos e Segurança, Saúde e Meio ambiente, como mostradas na Figura 2-15 (Rodrigues, 2014):

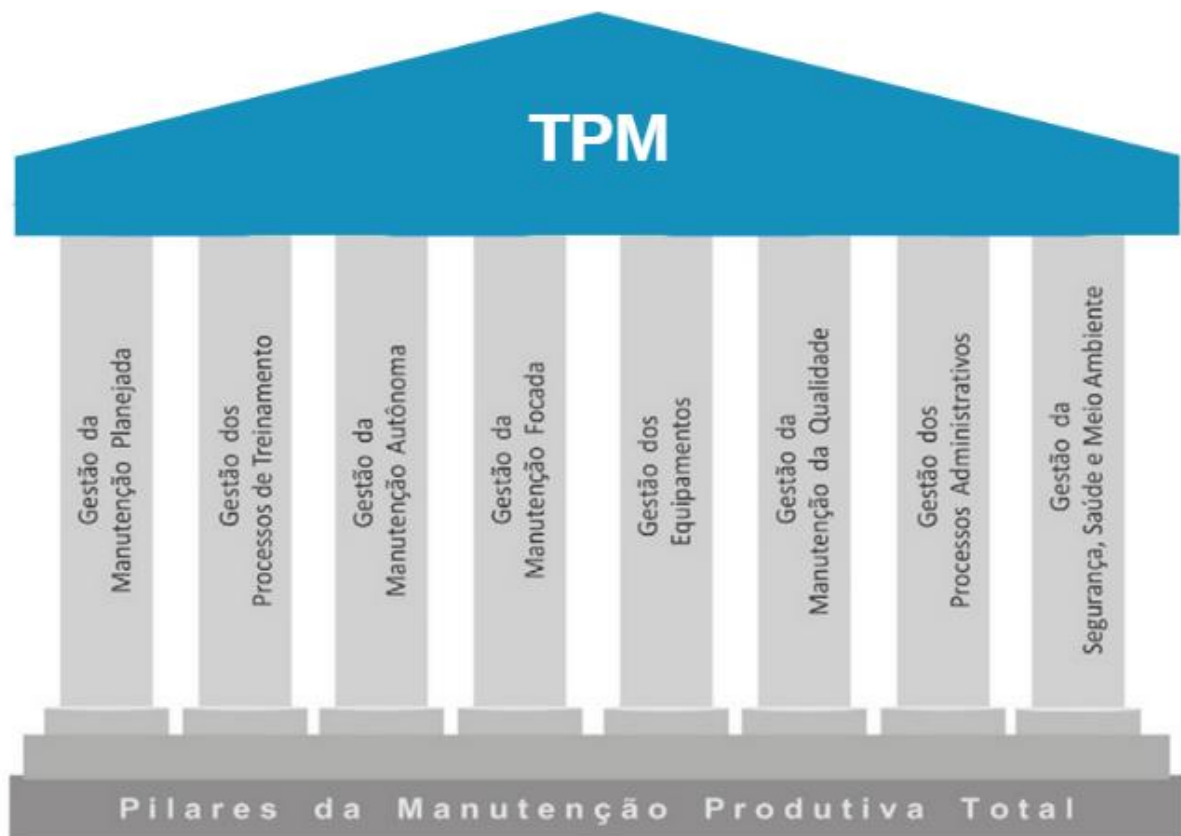


Figura 2-15 Pilares da TPM.
 Fonte: Adaptado de (Rodrigues, 2014)

Uma das métricas consideradas das mais importantes do TPM é o OEE – *Overall Equipment Effectiveness*, que representa um indicador da efetividade global sobre um equipamento. O OEE é calculado através da seguinte fórmula:

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade$$

Onde,

- *Disponibilidade*: Tempo que o equipamento produziu em relação ao tempo total disponível para produção ($Disponibilidade = \text{Tempo Produzido} / \text{Tempo Programado para Produzir} \times 100\%$)
- *Performance*: Está relacionada à velocidade de operação do equipamento ao comparar a quantidade real produzida com a quantidade teórica que poderia ter sido produzida enquanto o equipamento estava produzindo ($Performance = \text{Quantidade da Produção Real} / \text{Quantidade da Produção Teórica} \times 100\%$)
- *Qualidade*: Diz respeito à qualidade do produto ao sair do equipamento, ou seja, quantos produtos conformes foram produzidos em relação ao total de itens produzidos ($Qualidade = \text{Quantidade de Peças Conformes} / \text{Quantidade Total Produzida} \times 100\%$).

Uma representação esquemática é mostrada na Figura 2-16:

TEMPO TOTAL							
OEE = Disponibilidade * Performance * Qualidade	Disponibilidade = B / A	A	tempo programado para produzir			Horário não planejado	Horário não alocado
		B	tempo a produzir		Perdas de Disponibilidade: -Quebra de Máquina -Ociosidade -Setup	Horário de não responsabilidade da equipe de produção	Horário em que fábrica está com as portas fechadas
	Performance = D / C	C	produção técnica		Perdas de Performance: -Velocidade reduzida -Pequenas paradas		
		D	produção real				
	Qualidade = F / E	E	Boas + Ruins		As Grandes Perdas de Produção		
		F	Boas	Perdas de Qualidade: -Refugos de Partida -Refugos de Produção			

Figura 2-16 Representação do OEE para com o tempo total.

Fonte: (Vince Soluções e Tecnologia, 2021)

○ 5 Porquês

Foi uma ferramenta criada por Sakichi Toyoda com o uso de técnicas interrogativas, especificamente 5 perguntas “*porquê?*” em seguida, para explorar a relação de causas e efeito, com o objetivo de chegar à causa-raiz e resolver problemas em específico, como mostrado na Tabela 2-2 para um caso exemplo de vazamento de óleo numa máquina. Para cada resposta, é possível aplicar uma solução pontual de modo a melhorar o processo como um todo (Ohno, 1988). O objetivo principal é conseguir chegar à causa raiz para resolver problemas, ao invés de atacar em causas superficiais.

Tabela 2-2 Exemplo de aplicação dos 5 porquês

Nível de entendimento de um problema	Nível da mudança correspondente
Há uma poça de óleo no chão.	Limpe o óleo.
- Por quê há uma poça de óleo no chão?	
Porque está vazando óleo da máquina.	
- Por quê está vazando óleo da máquina?	
Porque a junta se estraga fácil.	Troque a junta (temos várias em estoque)
- Por quê a junta se estraga fácil?	
Porque é a pior do mercado.	Compre melhores (e jogue fora as outras)
- Por que adquirimos a pior?	
Porque fizemos um bom negócio com elas.	
- Por que é considerado um bom negócio a compra de um item que dá problema no uso?	
Porque “Compras” é avaliado pela economia feita no momento da compra.	Mude a política.

Fonte: (FM2S Treinamentos, n.d.)

○ **Matriz de Stakeholders**

Uma definição utilizada por (Martinelli & Milosevic, 2016) sobre a matriz de *Stakeholders*, quem são os indivíduos (seja pessoas ou empresas) que estão interessados no resultado de um projeto ou produto. Além disso, esses indivíduos podem influenciar o resultado, seja de uma forma positiva ou negativa. Ressalta-se que esses indivíduos podem inclusive ser internos a empresa, seja um departamento ou setor diferente. É importante apontar que, não raro há conflitos de interesses entre os *stakeholders*, pois cada um aporta ao projeto sua perspectiva, seus desejos e seus objetivos com o resultado. Para que possa existir uma boa gestão dos *stakeholders*, é necessário mapear todos seus interesses e informações relevantes, como mostrado um exemplo de mapeamento na Tabela 2-3.

Tabela 2-3 Exemplo de listagem de *stakeholders*

Categoria	Nome	Posição	Função
Gestão	Pessoa 1	Responsável de produção	Patrocinador
	Pessoa 2	Responsável do departamento de software	Provedor de recursos
	Pessoa 3	Gestão com cliente	Especialista na categoria
	Pessoa 4	Estrategista	Consultor
Serviços profissionais	Pessoa 5	Advogado	Especialista legal
Cliente	Pessoa 6	Diretor de empresa	Cliente
Vendedores	Pessoa 7	Vendedor de software	Responsável pela I&D
	Pessoa 8	Consultor de gestão de vendas	Especialista na categoria
Subcontratada	Pessoa 9	Contratante de teste	Gestor
	Pessoa 10	Contratante de teste	Engenheiro de teste

Fonte: Adaptado de (Martinelli & Milosevic, 2016)

Uma vez que esse levantamento é feito, é possível realizar uma análise desse mapa para identificar quais as expectativas de cada *stakeholder* e suas influências no projeto, mostrada na Tabela 2-4. A seguir, para visualizar de forma fácil como os diferentes *stakeholders* influenciam o projeto pela sua lealdade a este.

Tabela 2-4 Mapeamento de *stakeholders*.

Nome	Função assumida	Expectativas	Observações	Recursos para o projeto	Controle de decisões
Pessoa 1	Patrocinador	Projeto corresponde as metas estabelecidas	Capacidade da empresa em desenvolver novas habilidades	Direção e decisão	Aprovadora
Pessoa 2	Gestor de departamento	Sem expectativas para o projeto	Acredita que outro projeto pode fornecer melhores soluções	Recursos para o projeto	Alocadora de recursos
Pessoa 3	Cliente	Projeto é finalizado abaixo do orçamento	Quer urgência nos prazos	Investimentos	Aprovadora
Pessoa 4	Expert no projeto	Projeto vai se manter no prazo e no orçamento	Já está alocado em outros projetos	Tempo e experiência	Não toma decisões

Fonte: Adaptado de (Martinelli & Milosevic, 2016)

Após essa análise, é necessário identificar quais são os *stakeholders* chave, ou seja aqueles que tem mais poder de influência no projeto, e criar a matriz de *stakeholders* (Figura 2-17). Para isso, são definidos comumente 4 quadrantes, que são (1) Monitorar atentamente; (2) Manter informados; (3) Monitorar; (4) Manter satisfeito.

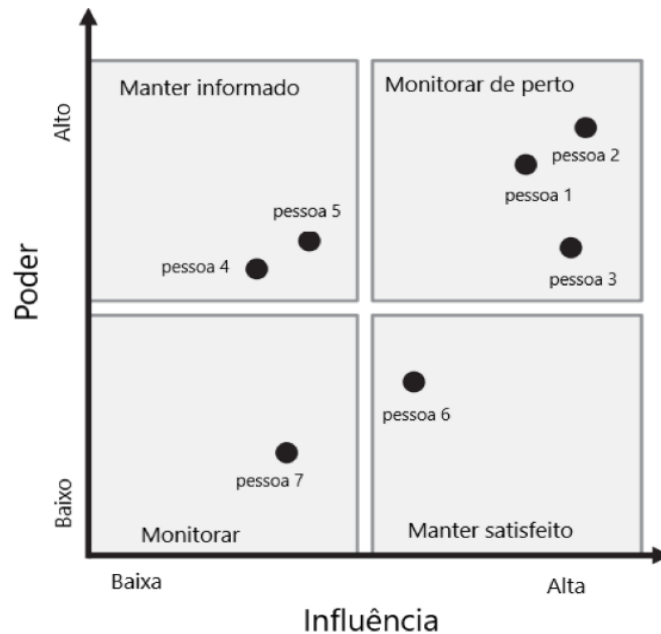


Figura 2-17 Exemplo de Matriz de Stakeholder.

Fonte: Adaptado de (Martinelli & Milosevic, 2016)

○ **Modelo Kaizen**

Termo do japonês que quer dizer "mudar para melhor", sendo um movimento de ensinamentos e práticas criadas pelo professor Masaaki Imai, fundador do Kaizen Institute™. Trata-se de uma filosofia de implementação de pequenas melhorias feitas continuamente para criar mais valor para as empresas, seus funcionários e clientes, ao gerar menos desperdício/custo e mais produtividade/eficiência (Rodrigues, 2014). O Kaizen Change Model (KCM) é um modelo para implementação da cultura de melhoria contínua organizacional, sendo dividido em quatro níveis, a depender do tipo de problema que se deseja resolver (Figura 2-18) (Kaizen Institute, n.d.):

- I. *Kaizen diário*: Mudar comportamentos e cultura no gembu
- II. *Kaizen líderes*: Desenvolver comprometimento dos líderes/gestores
- III. *Kaizen suporte*: Obter orientação especializada
- IV. *Kaizen projeto*: Conseguir resultados disruptivos



Figura 2-18 Modelo de Mudança Kaizen (KCM)

Fonte: (Kaizen Institute, n.d.)

Este modelo é constituído de uma série de eventos – também chamados de “eventos Kaizen” –, os quais são aplicados em ciclos. São 7 os princípios para aplicação dos ciclos:

- (1) Certificar-se que os funcionários trabalhem em grupo;
- (2) Identificar problemas / oportunidades de melhoria;
- (3) Encontrar possíveis soluções para estes problemas;
- (4) Testar, experimentar e aplicar as soluções – tentativa e erro;
- (5) Analisar os resultados dos testes;
- (6) Padronizar as soluções com resultados positivos;
- (7) Repetir etapas anteriores e reiniciar o Ciclo Kaizen.

○ Relatório A3

Idealizado pela Toyota Corporation, tem esse nome porque era utilizado uma folha de papel de tamanho A3 (297 x 420 mm), cujo objetivo era visualizar numa única folha um problema a resolver, geralmente com o uso de gráficos (Shook & Marchwinski, 2014). É uma ferramenta de gestão visual da informação que auxilia a acompanhar um ciclo PDCA., dividindo-se nos seguintes blocos: (i) Contexto (cenário atual, problema ou oportunidade de melhoria); (ii) Definição do objetivo e metas; (iii) Análise do problema (causa raiz e causa-efeito); (iv) Situação desejada (proposta de melhoria); (v) Plano de ação; (v) Monitoramento (acompanhamento dos indicadores); (vi) Resultados. Um exemplo na Figura 2-19.

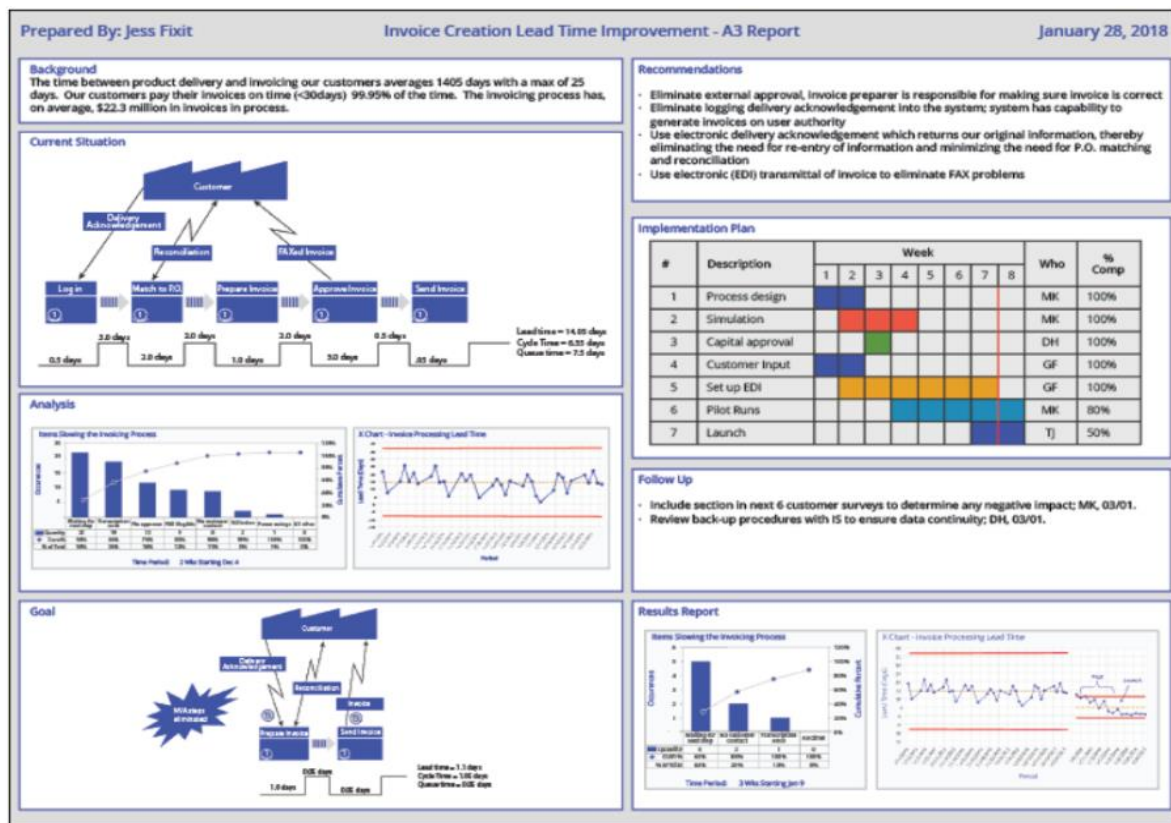


Figura 2-19 Exemplo de relatório A3.

Fonte: (MoreSteam, 2018)

○ Toyota Kata

A palavra *Kata* vem do japonês, que significa sequência de movimentos que devem ser aprendidos nas artes marciais para se tornar um "faixa preta". O conceito foi elaborado pelo autor Mike Rother e trata-se de um conjunto de práticas para preservar, documentar e incorporar o conhecimento, além de transmitir *know how*, sendo praticado com orientação e apoio de um mentor ou treinador experiente. É um mecanismo para "*aprender a aprender*", onde o objetivo é que o conhecimento se torne natural, inconsciente e automático através da repetição e da prática rotineira. Cria-se, desta forma, o hábito e a cultura da melhoria contínua. Desdobra-se no *Kata melhoria* e no *Kata coaching*. O primeiro é a prática: Uma sequência de passos a serem seguidos que se assemelham ao pensamento científico. O segundo é a mentoria: A sequência de perguntas e ciclos de coaching para ajudar o praticante a alcançar seus objetivos. A Figura 2-20 mostra o fluxograma da informação entre o aprendiz e o treinador (Rother, 2009).

KATA MELHORIA (a prática)

A) **Desafio:** Escolha um desafio a enfrentar., considere visão de médio/longo prazo

B) **Situação atual:** Compreenda a situação atual, considere dados e padrões

C) **Condição-alvo:** Estabeleça uma nova condição que você deseja obter após superar o desafio, com métricas e prazos definidos

D) **Prática:** Experimente caminhos e identifique obstáculos para chegar à condição-alvo, usando ciclos do PDCA.

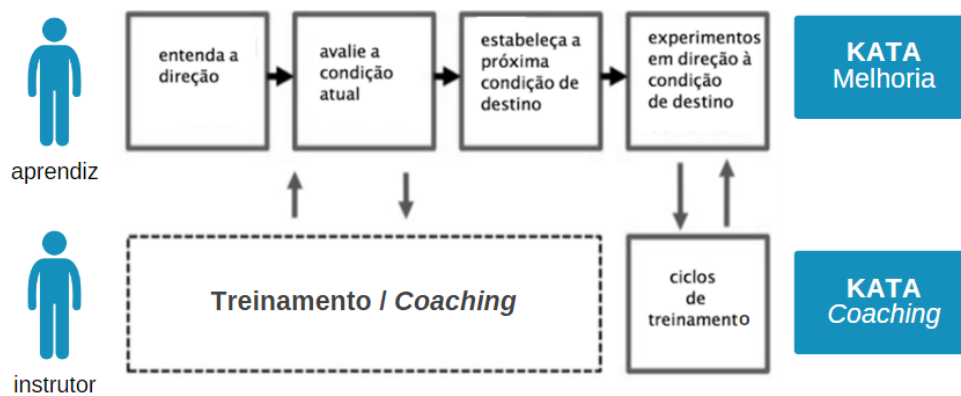


Figura 2-20 Fluxograma de informação entre aprendiz e treinador

Fonte (Rother, 2009)

KATA COACHING (a mentoria)

1. Qual é a condição alvo?
2. Qual é a situação atual?
 - a. Qual foi o último passo?
 - b. Qual era a expectativa?
 - c. O que aconteceu realmente?
 - d. O que se aprendeu com isso?
3. Quais são os obstáculos você acredita estarem impedindo ou dificultando você de chegar à condição alvo? Qual obstáculo você está trabalhando agora?
4. Qual é o seu próximo passo? O que você espera alcançar/realizar?
 - a. O que você quer aprender?
 - b. Como vai fazer isso exatamente?
5. Quão rápido conseguimos avançar e ver o que se aprendeu com este passo?

○ **Método Harada**

O Método *Harada* foi desenvolvido no Japão na década de 80 pelo professor Takashi Harada enquanto lecionava atletismo em escolas e enfrentava ambientes hostis e com altos níveis desmotivação. Seu método auxilia o indivíduo a: Trazer reflexões e autoanálises; desenvolver senso de propósito, objetivos e metas; criar ideias e visão de futuro; elevar a autoconfiança e níveis de motivação; ajudar a criar novos hábitos e rotinas. O método conduz o indivíduo através de 5 níveis: (Harada & Bodek, 2012)

- Premeditação: Escolher uma habilidade na qual a pessoa deseja se destacar
- Excelência pessoal: Desenvolver excelência na habilidade escolhida
- Definição de metas: Definir metas para alcançar a excelência
- Serviço abnegado: Dando tudo de si para as tarefas
- Autossuficiência: Fazer você mesmo e confiar em si para o que deseja alcançar

Consiste na aplicação de 5 formulários com auxílio de um coach:

- a. *33 Questões para Autoconfiança*: Ferramenta que trabalha a autossuficiência e a autoconfiança do indivíduo ao responder um questionário com 33 autodescrições e se

autoavaliar para entender suas forças e fraquezas e onde concentrar esforços.

- b. *Formulário do Objetivo* (Longo Prazo): Deve levar em consideração o propósito, os valores, as capacidades, níveis de habilidade e estilo de vida.
- c. *Janela 64*: Trata-se de uma matriz 9x9 onde deve ser colocado o objetivo definido no centro, decompondo-o em 8 etapas que precisam ser realizadas para que o objetivo seja cumprido. Cada uma dessas etapas deve ser decomposta em mais 8 pequenas tarefas, ações ou rotinas, gerando, assim, 64 atividades para realização do objetivo.
- d. *Folha de verificação de rotinas*: Serve de controle e verificação das atividades. Auxilia a construir novos hábitos e monitorar o progresso na implementação das tarefas.
- e. *Agenda/diário*: Agenda a ser preenchida diariamente com o planejamento e as atividades importantes a serem realizadas, gerando orientação e direção.

○ VSM – Value Stream Mapping

(Mapeamento do Fluxo de Valor)

Com termo cunhado por Mike Rother e John Shook na década de 90 em seu livro "*Learning to See*", é uma ferramenta permite realizar um mapeamento do fluxo da cadeia de valor, retirando aspectos confusos e complexos de um dado processo. A partir deste mapeamento, pode ser feita uma análise e compreensão da sequência de atividades que ocorrem durante a produção de um determinado produto ou família de produtos, bem como identificar os desperdícios e suas respectivas fontes, ao tornar visível o fluxo de materiais e informações (Rother et al., 2003). O resultado é um mapa, exemplificado na Figura 2-21, que contém todos os dados necessários para o dado fluxo de produção, com informação com e sem valor agregado. É uma eficiente forma de visualizar a situação atual do processo para a tomada de ação (J. Allen et al., 2001).

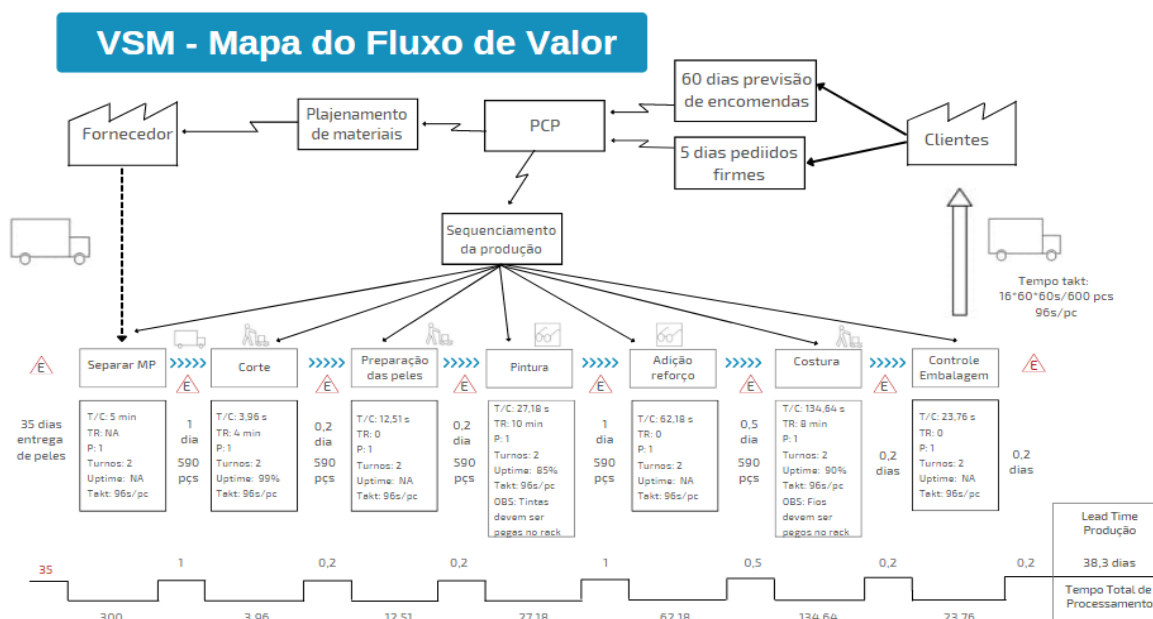


Figura 2-21 Exemplo esquemático de VSM.

○ **Hoshin Kanri**

(Desdobramento de Metas)

Desenvolvida pelo professor Yoji Akao na década de 90, trata-se de uma metodologia de planejamento e gestão utilizada para definir visão, objetivos, criar metas, atribuir indicadores mensuráveis e monitorar o progresso ao longo do tempo. Permite alinhar os objetivos organizacionais de nível estratégico com planos de gestão tática e o trabalho a nível operacional realizado pelos colaboradores. Desta forma, comunica, integra e conecta a gestão de topo com todos os departamentos e níveis, criando uma visão compartilhada na organização e evitando conflitos de gestão (Akao, 2004). Para iniciar é preciso estabelecer (Lean Institute Brasil, 2010), ilustrado na Figura 2-22:

- **Visão:** Trata-se da visão de futuro, o guia, norte ou bússola para a organização;
- **Missão:** A razão de ser da empresa ao externar a todos quais os objetivos voltados a resultados, funcionários, comunidade, clientes e colaboradores;
- **Valores:** Eles guiarão cada uma das ações, sendo princípios e crenças que criam uma identidade à cultura da organização;
- **Sistemas de Gestão:** Definição de filosofias, ferramentas e sistemas de gestão;
- **Desdobramento de metas:** Definição e desdobramento vertical e horizontal das metas organizacionais de forma integrada.

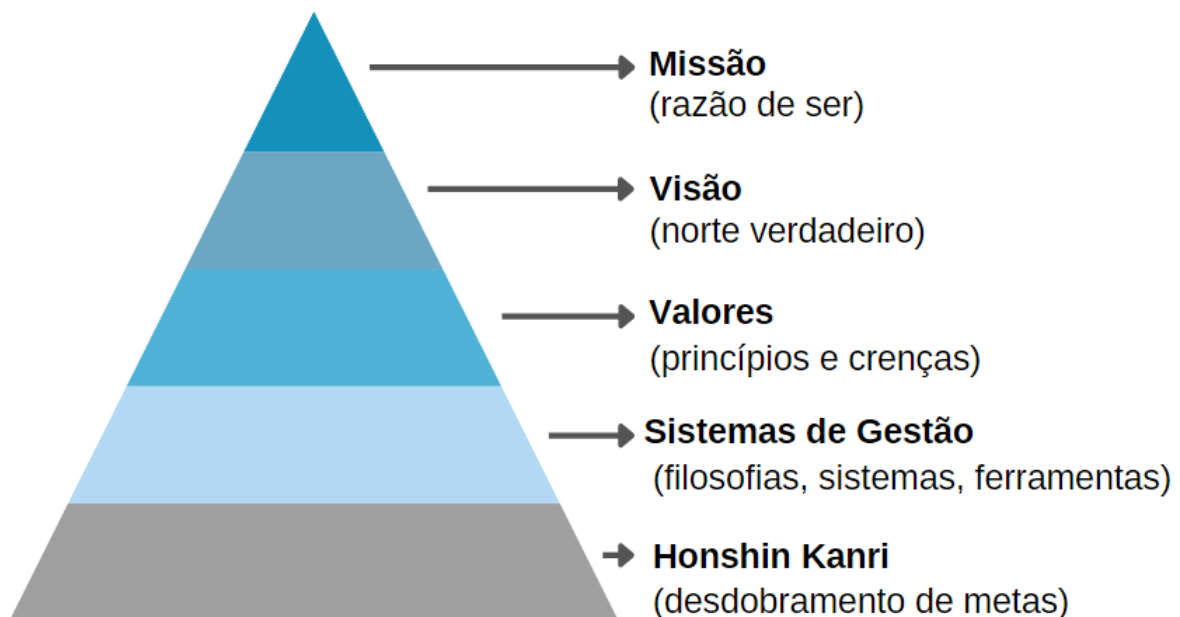
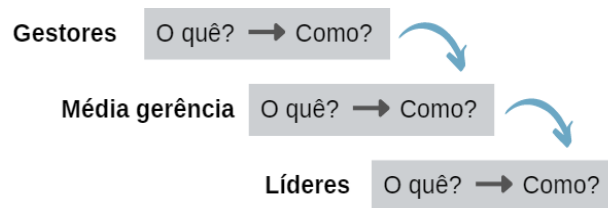


Figura 2-22 Pirâmide da estrutura do Hoshin Kanri.

Adaptado de (Lean Institute Brasil, 2010)

Para realizar o tal desdobramento das metas, é utilizado o conceito de “*catchball*” (receber a bola), passando pelos diferentes níveis da organização, definindo metas integradas desde a gestão de topo, às gerências médias até o nível operacional. Desta forma, as metas são definidas em cascata, como pode ser observado na Figura 2-23.



Para auxiliar a visualizar e organizar todas essas informações, pode ser utilizada uma matriz dividida em quatro quadrantes, onde embaixo são colocadas as metas de longo prazo, na esquerda os objetivos do ano, em cima as iniciativas prioritárias de curto prazo e na direita as metas críticas que precisam ser melhoradas. A partir do preenchimento, é possível visualizar as relações de dependência e interdependência entre cada atividade de cada seção, conforme exemplo da Figura 2-24.

Figura 2-24 Matriz em X para organização de informações.

2.2. Seis Sigma (6σ)

O Sigma (letra grega σ) é um símbolo estatístico utilizado para desvio padrão, sendo uma medida de variação numa determinada distribuição de valores. O sigma em um processo, por exemplo, é calculado a partir do número de defeitos em um número de oportunidades. Tal conceito foi definido e publicado em 1931 por Walter A. Shewhart, físico, engenheiro e estatístico, em seu livro “*Economic Control of Quality of Manufactured Product*” (Shewhart, 1931).

Posteriormente, no final da década de 1980, o termo “6 Sigma” surgiu introduzido pelo Engenheiro Bill Smith da fábrica da Motorola Inc., que passava por uma série de dificuldades do ponto de vista da qualidade para a produção do seu sistema complexo. Inicialmente tratava-se de uma abordagem para medição da qualidade baseada em princípios estatísticos. Atingir o nível de qualidade 6 Sigma em um processo quer dizer este produz apenas 3.4 defeitos por 1 milhão de oportunidades (DPMO), ou seja, é 99.99966% livre de defeitos, chegando próximo à “perfeição” (Figura 2-25); (Tabela 2-5) (Brue & Howes, 2004).

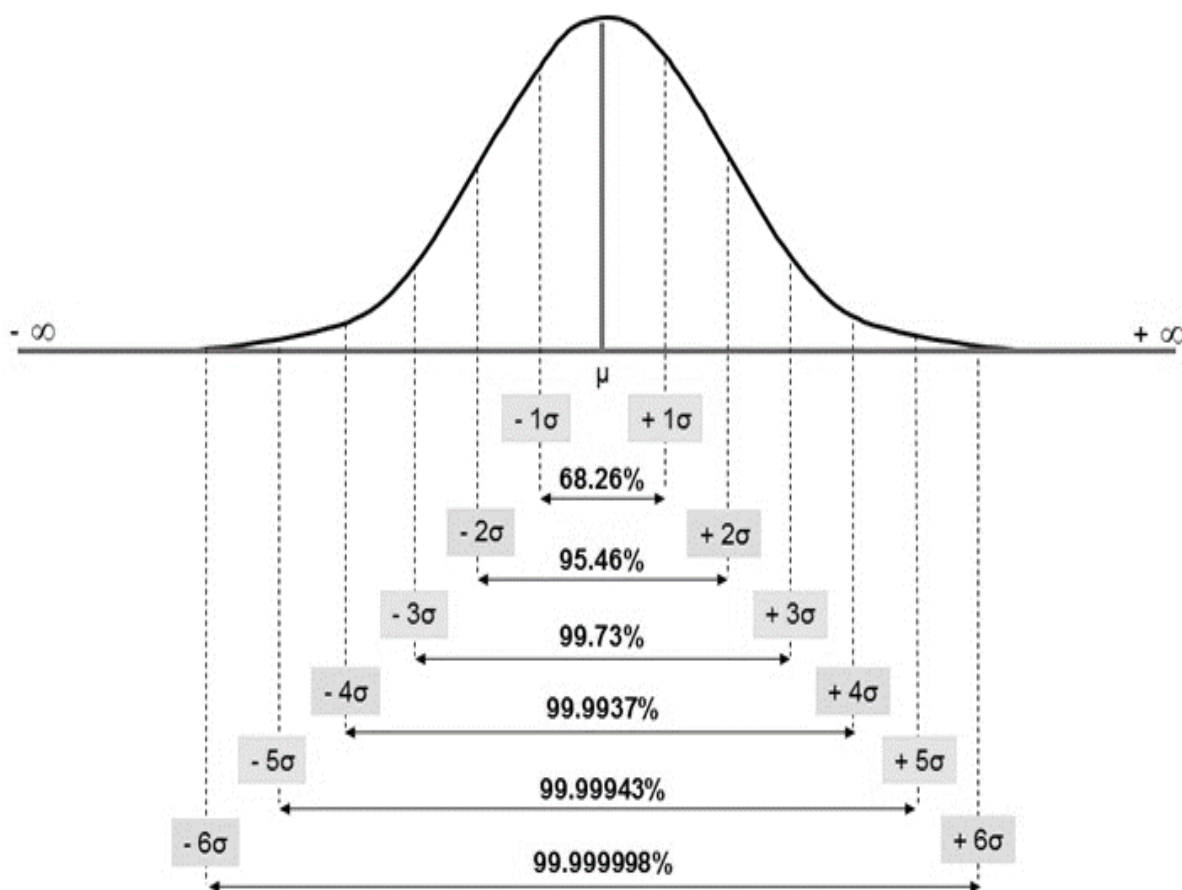


Figura 2-25 Gráfico de capacidade para diferentes valores de sigma.

Fonte: Adaptado de (Hutwelker, 2019)

Tabela 2-5 Relação entre valores de Sigma e eventos por milhão

Valor do Sigma	DPMO	%
----------------	------	---

1 σ	691.462	30,85%
2 σ	308.538	69,146%
3 σ	66.807	93,319%
4 σ	6.210	99,379%
5 σ	233	99,9767%
6 σ	3.4	99,99966%

Fonte: Adaptado de (Truscott, 2012)

A abordagem antes focada na melhoria da qualidade e redução de defeitos evoluiu quando Dr. Mikel Harry, engenheiro da Motorola, iniciou pesquisas/experimentos para a resolução de problemas através de análises estatísticas, fazendo com que os produtos da empresa fossem concebidos e produzidos de forma mais rápida e mais barata. Ele formulou um método de aplicação do 6 Sigma na empresa, o qual foi publicado no seu trabalho intitulado “*A Strategic Vision for Accelerating Six Sigma within Motorola*” em 1990 (Harry, 1990). A Figura 2-26 mostra como a Motorola focava em reduzir a variação do processo através de 3 fases, a primeira sendo a fase fora de controle, a segunda sendo a fase de estabilidade e, por fim, a de melhoria contínua.

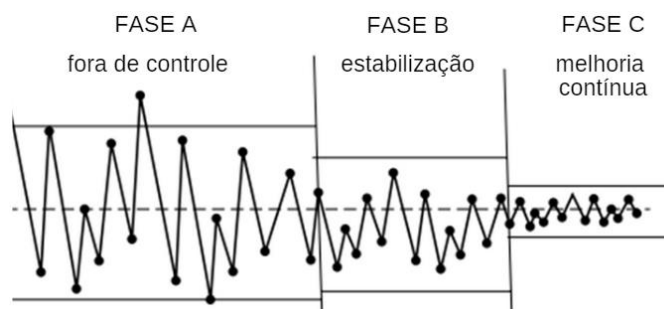


Figura 2-26 Fases de aplicação do 6 Sigma pela Motorola.

Fonte: Adaptado de (Voehl et al., 2013)

A metodologia ganhou força, com empresas como a *General Electric* (GE) na década de 1990, aplicando em sua linha de produção. No entanto, diferentemente da Motorola, a GE percebeu que os maiores ganhos de eficiência de um processo consistiam em sua simplificação, com a redução de tempos de ciclo e custos. Dessa forma, a GE introduziu e expandiu o conceito do Programa 6 Sigma, criado pela Motorola, com as premissas de redução de custos e tempos de ciclo (Voehl et al., 2013).

Posteriormente, Dr. Mikel Harry e Richard Schoerder (ex-executivo da Motorola) foram responsáveis por criar uma combinação de gestão de mudanças e metodologias baseadas em dados que transformaram o 6 Sigma de um simples de mensuração da qualidade para uma filosofia de excelência e avanço das organizações. Junto com outros líderes como Larry Bossidy da Honeywell, Jack Welch da GE e Bob Gavin da Motorola, desenvolveram estratégias, ferramentas e os “*belts*” (cinturões que demonstram níveis de competência, ex.: *Green belt*, *black belt*), criando uma revolução no mundo dos negócios (Asefeso, 2012).

2.2.2. Conceito do 6 Sigma

O Seis Sigma se trata de uma metodologia de resolução de problemas aplicada a qualquer tipo de processo para eliminar causas de erros e defeitos associados aos custos, utilizando ferramentas que reduzam a variação e os defeitos para entregar aos clientes produtos e serviços que cumpram suas expectativas. Tais ferramentas incluem a identificação de fatores críticos para qualidade como determinado pelo cliente, a redução de variação em processos e a melhoria da capacidade e da estabilidade de processos (Brue & Howes, 2004). É um sistema compreensível e flexível para alcançar, suportar e maximizar o sucesso dos negócios: Através do entendimento das necessidades dos clientes e uso disciplinado de fatos, dados e análises estatísticas para gerir, melhorar e reinventar processos empresariais (Pande et al., 2000).

Desta forma, o Seis Sigma pode ser considerado como: (1) Uma filosofia de novo paradigma da satisfação do cliente, (2) Um conjunto de ferramentas de medições estatísticas e (3) Uma metodologia de melhoria dos processos, baseado na “excelência da qualidade e satisfação total das necessidades dos clientes” (Tennant, 2017).

Uma visão matemática do que é o 6 Sigma é a utilização da equação abaixo, que ajuda a visualizar a causa e efeito de um dado projeto. No 6 Sigma, essa equação é comumente chamada de *Breakthrough Equation* (Equação da Descoberta) (Gygi et al., 2005):

$$Y = F(X) + \varepsilon$$

Em que:

- $Y = Outcome$ ou resultado desejado. Exemplo: Objetivo estratégico, Requisitos do cliente, Lucratividade, Satisfação do cliente, Eficiência empresarial.
- $X = Input$ ou fatores necessários para criar o resultado desejado. Exemplo: Ações para alcançar objetivos estratégicos, qualidade do trabalho, indicadores de satisfação do cliente, variáveis do processo (mão de obra, tempo de ciclo, número de máquinas, etc), qualidade dos inputs do processo (de clientes e fornecedores).
- $f = Função$, forma ou processo para transformar *Inputs* em *Outputs*.
- $\varepsilon = Erro$ presente, a incertitude entre os X 's e a transformação esperada.

2.2.3. Objetivos do 6 Sigma

Dentre os principais objetivos do programa, estão:

- **Aumentar eficiência do processo:** A implementação do 6 Sigma gera otimização da eficiência e efetividade de todos os processos, tarefas e transações nas empresas, através de indicadores e análise estatística de dados (Truscott, 2012).

- **Estabilidade dos processos:** Diminuir o grau de variação e dispersão nas atividades dos processos, desenvolvendo mais controle, estabilidade, previsibilidade e padronização.
- **Reduzir custos e aumentar lucratividade:** Um dos benefícios mais tangíveis da melhoria da qualidade através do 6 Sigma é a redução de custos associados às não conformidades (variação, erros, falhas, defeitos, desperdícios) (Figura 2-27). A Motorola economizou mais de 13 mil milhões de dolares nos primeiros 10 anos de implementação do Seis Sigma e a GE declarou que apenas em 3 anos (1996-1998) de implementação conseguiu economizar 1,84 mil milhões de dólares (Pande et al., 2000).



Figura 2-27 Gráfico de Custo x Melhoria da Qualidade

Fonte: Adaptado de (Pande et al., 2000)

- **Melhorar produtos/serviços e satisfação dos clientes:** Sendo o cliente o principal julgador da qualidade do produto/serviço que adquire, sua percepção de valor e satisfação são influenciadas por uma série de fatores. É preciso compreender completamente os atributos de produtos/serviços, o cumprimento dos requisitos estipulados, redução de defeitos e erros e resolução de reclamações. Assim, as empresas conseguem gerar mais valor ao cliente e aumentam sua satisfação e lealdade (Evans & Lindsay, 2014).
- **Garantia de Qualidade:** Garantir a excelência do produto ou processo. O foco principal da qualidade na fonte é garantir que não seja propagado um defeito de uma etapa para a seguinte. Esse objetivo é sensivelmente mais visto em serviços, pois um erro numa etapa pode afetar totalmente o resultado ao final do processo. Além disso, é necessário ter clareza que o nível de qualidade depende de cada indivíduo que faz parte do processo, do operador da máquina ao diretor (Voehl et al., 2013).
- **Aumento de desempenho:** Ao utilizar análises estatísticas de processos, é possível identificar variáveis e causas de problemas, definir métricas específicas, calcular desempenhos (seja de qualidade de produtos, eficiência produtiva etc.), controlar processos e aumentar seus desempenhos (International Six Sigma, 2020)

- **Desenvolver cultura de mudança e melhoria contínua:** O conceito de melhoria contínua está diretamente vinculado com a definição de Kaizen, isto é, mudança e melhoria em toda a empresa para que desenvolva uma cultura de mudança e melhoria contínua. Essa cultura é motivada fundamentalmente pelo contínuo ciclo PDCA, que cultiva esse sentimento de continuamente estar avançando em prol da eficiência do processo (Voehl et al., 2013).
- **Inspirar colaboradores:** Empresas que aplicam o 6 Sigma dão voz aos colaboradores no processo de decisão, envolve todos eles com as mudanças, promovem seu desenvolvimento e sua capacitação profissional, instala uma cultura de atitude, inspiração e satisfação geral dentro da empresa (Brue & Howes, 2004).

2.2.4. Metodologia DMAIC

O modo principal para a aplicação do conceito de 6 Sigma é a utilização do modelo DMAIC, que do inglês significa: Definir (D), Medir (M), Analisar (A), Melhorar (I), Controlar (C) (Figura 2-28). Ressalta-se o facto que essa metodologia consiste em um caminho, que começa no Definir, passando pelas diversas etapas até finalizar no Controlar, onde em cada etapa são aplicadas ferramentas que possibilitam a conclusão efetiva dessas fases (Munro et al., 2015).

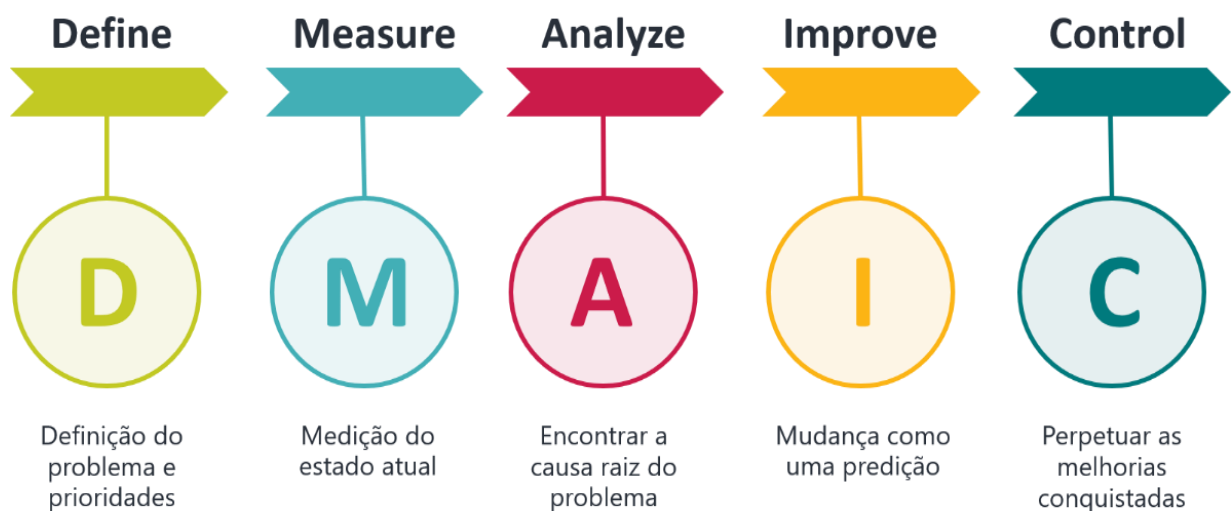


Figura 2-28 Etapas do modelo DMAIC

Fonte: adaptado (Hutwelker, 2019)

1. **Definir:** Nesta fase, como o próprio nome diz, é feita a definição do objetivo de melhoria. De maneira clara, é necessário identificar o que se pretende realizar, além obter a situação atual do sistema. Naturalmente, as ferramentas utilizadas nessa etapa têm como objetivo obter informações e criar uma visualização do processo, que são SIPOC (Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas e Clientes), VOC (Voz do Consumidor), 5 porquês, gráficos de fluxo. (Munro et al., 2015)
2. **Medir:** Nesta fase, é realizada a medição do processo estudado, dados como a performance

através de *Key Performance Indicators* (KPI) e desenvolver uma análise quantitativa do processo. As ferramentas usadas podem ser gráfico de tendência, histograma, gráficos de barras, gráfico de Pareto, análise de capacidade (Voehl et al., 2013).

3. **Analisar:** Esta terceira etapa consiste na análise dos dados recolhidos na etapa anterior de uma forma qualitativa, ou seja, a partir desses dados será possível identificar os pontos para desenvolver mudanças sobre o processo. Isto é feito a partir de 3 etapas, que são a análise de capacidade do processo, a definição dos objetivos de performance e, por fim, a identificação das fontes de variação do processo. Algumas das ferramentas aplicadas para esta etapa são *Design of Experiments* (DOE), Análise de modo e Efeito de Falhas (FMEA), Diagrama de causa-efeito, por exemplo (Brue & Howes, 2004).
4. **Melhorar:** Na quarta fase da metodologia, o objetivo dessa fase é identificar ações que reduzam defeitos e variações no processo e implementar essas ações para verificar se o sistema vai reagir como previsto. Em outras palavras, será possível saber ao final desta etapa quais mudanças funcionam e quais não funcionam a partir de ferramentas como testes tipo AB e comparação simultânea de situações. É importante ressaltar que, se nenhuma das mudanças avaliadas resultar em melhoria, deve-se retornar ao passo 1 e refazer o processo, visto que não foram encontradas melhorias no sistema (Voehl et al., 2013).
5. **Controlar:** Na última fase da metodologia, é feita a aplicação das mudanças que foram positivas da fase anterior no sistema, de forma permanente. Além disso, é necessário continuar monitorando o sistema com os parâmetros escolhidos, registrar as lições aprendidas e verificar se existe possibilidade de reaplicar tais melhorias em outros processos similares, visto que toda a metodologia foi feita. Um aspeto que não se pode ignorar nesta fase é que, ao se implementar as mudanças, deve-se ter um extremo cuidado com a parte humana envolvida, pois naturalmente existe uma resistência a implementação dessas melhorias (Voehl et al., 2013).

2.2.5. Faixas do 6 Sigma - "Belts"

Na década de 90, Harry Mikel, ex-funcionário da Motorola, juntou-se como Richard Schroeder para fundar a *Six Sigma Academy*, através da qual oferecia treinamentos em *Lean Six Sigma* e auxiliava negócios a implementarem com sucesso os princípios e a metodologia em suas empresas. Inspirado nas artes marciais, aplicou o conceito dos "*belts*", ou seja, das faixas, para nomear o grau de habilidade, prática e experiência na metodologia. Atualmente, os níveis mais utilizados são o *White Belt*, *Yellow Belt*, *Green Belt*, *Black Belt*, *Master Black Belt* e *Champion*. Existem instituições, inclusive, que oferecem validam tais níveis, oferecendo certificações reconhecidas internacionalmente como o caso da ASQ – *American Society for Quality*. As descrições das faixas podem ser observadas na Tabela 2-6.

Tabela 2-6 – Faixas (Belts) do *Lean Six Sigma*

NÍVEL	DESCRIÇÃO
	O <i>Champion</i> é considerado o chefe executivo que orienta todas

Champion	as iniciativas. Supervisiona os <i>Black Belts</i> e seus projetos. Ele os ajuda removendo obstáculos corporativos, criando sistemas de apoio e certificando-se de que terão dinheiro para realizar seu trabalho. Dá suporte à cultura de melhoria e à prática do LSS.
Master Black Belt	Funciona mais no nível do programa Seis Sigma, desenvolvendo métricas-chave e a direção estratégica. Atua como especialista <i>Six Sigma</i> de uma organização e/ou consultor, seleciona projetos e é responsável pela implementação da cultura de mudança nas organizações. Forma <i>Black</i> e <i>Green Belts</i> .
Black Belt	Possui experiência e conhecimentos avançados sobre o <i>Lean Seis Sigma</i> , lidera projetos de resolução de problemas, treina e orienta equipes de projeto (atua como coach/mentor).
Green Belt	Possui conhecimento intermediário sobre o <i>Lean Six Sigma</i> , inicia e gerencia projetos. Atua na recolha e análise de dados e reporta aos <i>Black Belts</i> .
Yellow Belt	Participa como membro da equipe do projeto, reporta aos Green e <i>Black Belts</i> . Revisa melhorias de processo que suportam o projeto com conhecimento básico sobre o <i>Lean Six Sigma</i>
White Belt	Trabalha em equipes locais de solução de problemas que apoiam projetos gerais, mas não faz parte de uma equipe de <i>projeto Lean Six Sigma</i> . Compreende terminologias do Seis Sigma a partir de uma perspectiva de conscientização.

Fonte: baseado em <<https://asq.org/>>. Acesso em: 16 mar. 2022

2.2.6. Ferramentas do 6 Sigma

○ **RACI – Responsible, Accountable, Consulted, Informed**

(Responsável, Autoridade, Consultado, Informado)

A ferramenta RACI é descrita como uma matriz que agrupa informações chave sobre um determinado projeto. O seu objetivo é listar os envolvidos no projeto para mapear ações e informações de modo a garantir o sucesso deste. De acordo com (Jacka & Keller, 2009), é dividida em quatro categorias de indivíduos:

- (R) *Responsáveis*: Os responsáveis pelo trabalho;
- (A) *Tomadores de decisão*: Aqueles com o poder, para tomar decisões;
- (C) *Consultados*: Os consultados antes do começo do projeto
- (I) *Informados*: Os que precisam ser informados sem paragem do processo.

De certo modo, se assemelha bastante com o mapeamento do processo, no entanto, como dito anteriormente, seu foco é em identificar os pilotos de cada categoria para garantir o avanço do

projeto. Para a construção de uma matriz RACI, é necessário listar os envolvidos no projeto no eixo X e as diferentes funções no eixo Y. A seguir, é feita a alocação das 4 categorias da ferramenta com base na função de cada envolvido no projeto. É importante ter em mente que um responsável por uma ação também pode ser um tomador de decisão, visto que não são atribuições antagônicas. Uma vez que essa matriz é feita, é possível ter uma visualização clara da função de cada membro, assim como suas tarefas e atribuições. É mostrado na Figura 2-29 um exemplo de matriz RACI no escopo de uma análise de dados de uma empresa.

Matriz de Responsabilidades	Diretor	Gerente	Analista	Assistente
Definir as regras e especificações do sistema	I	R/A	C	I
Projetar o sistema	I	A	R	I
Desenvolver o sistema	C	A	R	I
Documentar o sistema	I	C	R	I
Testar o sistema	C	A	R	I
Monitorar e acompanhar o desenvolvimento	I	R/A	C	I
Validar versão final	A	R	C	I
Implantar	I	R	A	I
Treinar	I	A	R	I
Lançar oficialmente o sistema	R/A	C	I	I

Figura 2-29 Exemplo de matriz RACI.

Fonte: adaptado (Jacka & Keller, 2009)

○ **BSC – Balanced Scorecard**

(Indicadores Balanceados de Desempenho)

Desenvolvida na década de 90 pelos professores Robert Kaplan e David Norton da *Havard Business School*, oferece aos gestores uma instrumentalização que precisam para navegar ao sucesso competitivo do futuro: Traduz a missão de uma organização e sua estratégia através de índices de performances compreensíveis que proporcionam uma forma estratégica de medir e gerir sistemas (Kaplan & Norton, 1997). A ferramenta auxilia a: clarificar e traduzir a visão e a estratégia do negócio; comunicar e ligar objetivos com índices estratégicos; planejar, direcionar, definir metas e alinhar estratégias; enfatizar o *feedback* e aprendizagem das estratégias. Trata-se de um "mapa estratégico" que permite desenvolver uma visão mais clara e mais conectada perspectiva de fatores críticos de (Figura 2-30):

- Clientes*: Conhecer o cliente, suas necessidades e como gerar valor para ele, incluindo fatores-chave como índices de: Satisfação, fidelização, retenção, aquisição e rentabilidade do público-alvo, segmentação de mercado.
- Finanças*: Compreender e ter visão sobre os aspectos financeiros, tais como retorno sobre o capital, redução de custos, aumento de produtividade, estratégias de preços, planos de investimentos, índices de lucratividade, vendas, geração de fluxo de caixa.

- c. *Processos Internos*: Conhecer e aperfeiçoar os processos internos em toda sua cadeia de valor, incluindo desde planejamento, gerenciamento, produção, inovação em produtos, marketing e até serviço de pós-venda.
- d. *Crescimento e aprendizagem*: Criar um ambiente de desenvolvimento e aprendizagem contínuo na organização, observando índices sobre os: Colaboradores (*empowerment*, satisfação, motivação, retenção, requalificação e habilidades); Sistemas de tecnologia da informação (processos críticos de informação, acurácia dos dados em tempo real, etc.).



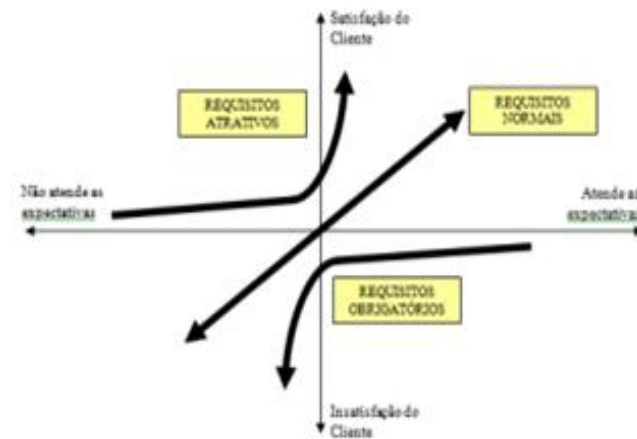
Figura 2-30 Exemplo de mapa estratégico para diferentes áreas

Fonte: <https://blog.contaazul.com/>> Acesso em 06 jun. 2022

- **VOC – Voice Of Customer**

(Voz do Cliente)

Consistem em um conjunto de ferramentas que tem como finalidade identificar as necessidades solicitadas pelo cliente, além de estabelecer metas e prioridades para atender essas necessidades. Algumas das ferramentas que permitem a realização do VOC são aplicação de entrevistas, questionários, grupos focais, Modelo Kano, entre outras (George et al., 2004). Por exemplo, esta última, foi criada na década de 80 pelo professor Noriaki Kano da Universidade de Tóquio, para mapear, categorizar e analisar as necessidades, expectativas e grau de satisfação de clientes em relação a produtos/ serviços oferecidos (Figura 2-31).



Exemplo de Questão Modelo Kano

QUESTÃO POSITIVA (FUNCIONAL) Se o atributo xxx fosse bom, como você se sentiria? Se existisse o atributo xxx, como você se sentiria?	1 = Ficaria Satisfeito 2 = Deveria ser assim 3 = Seria Indiferente 4 = Poderia conviver com isso 5 = Ficaria Insatisfeito
QUESTÃO NEGATIVA (DISFUNCIONAL) Se o atributo xxx fosse ruim, como você se sentiria? Se NÃO existisse o atributo xxx, como você se sentiria?	1 = Ficaria Satisfeito 2 = Deveria ser assim 3 = Seria Indiferente 4 = Poderia conviver com isso 5 = Ficaria Insatisfeito

Tabela de Avaliação de Requisitos do Modelo Kano

Questões		DISFUNCIONAL				
		1	2	3	4	5
F U N C I O N A L	1 – Satisfeito	Q	A	A	A	N
	2 - Deve ser assim	R	Q	I	I	O
	3 – Indiferente	R	I	I	I	O
	4 - Posso conviver com isso	R	I	I	Q	O
	5 - Insatisfeito	R	R	R	R	Q

I = indiferentes O = obrigatórios (esperados) A = atrativos (excitantes) N = normais (uni-dimensionais) R = reversos Q = questionáveis

Figura 2-31 Modelo Kano aplicado para o VOC.

Fonte (Rosamilha, 2014)

A classificação dos atributos é feita com base em três grandes categorias: (a) Elementos atrativos (ATT) – atributos que, quando ausentes o cliente é neutro; (b) Elementos necessários (MB) – atributos que, se ausentes, causarão insatisfação no cliente; (c) Elementos unidimensionais (OD) – atributos com uma ligação direta entre os níveis de satisfação entre a presença ou a ausência no produto (Tang et al., 2007). Assim, é possível definir os CTQs – *Critical to Quality* (Requisitos Críticos para Qualidade).

○ QFD – *Quality Function Deployment*

(Desdobramento da Função Qualidade)

Ferramenta usada para encontrar de forma mais objetiva a necessidade do cliente, com a finalidade de relacionar essa necessidade em especificações e atributos chave para o produto e processos de fabrico. Para isto, é usado uma matriz chamada de “*House of Quality (HOQ)*” que descreve as várias especificações com diferentes pesos, características e informações (Tang et al., 2007). A Figura 2-32 mostra os elementos da matriz: Necessidades do cliente, requisitos, avaliação, correlações da matriz, metas de performance, análise e diagnóstico.

QFD Casa da Qualidade

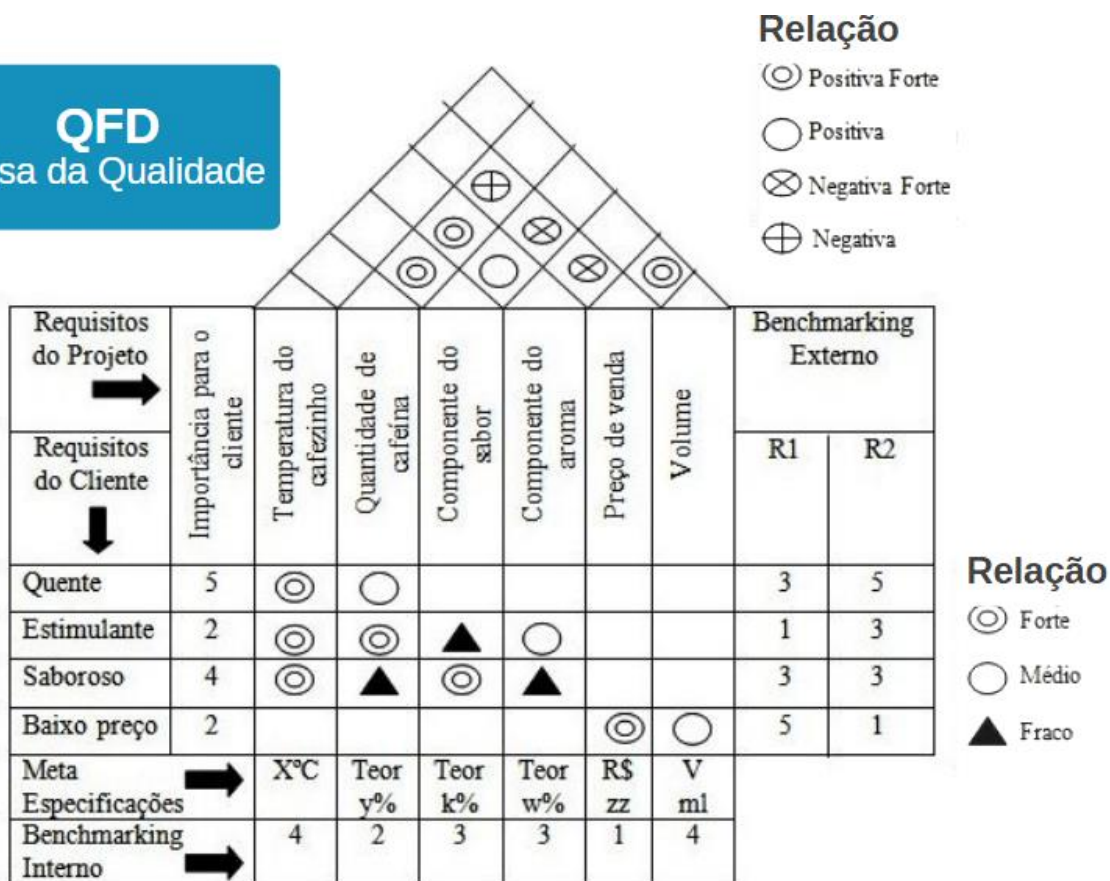


Figura 2-32 Template da Tradicional de *House of Quality*.

Fonte: Adaptado <<https://blogdaqualidade.com.br/>> Acesso em 28 mai. 2022

○ SIPOC – *Supplier, Input, Process, Output, Customer*

(Fornecedor, Entrada, Processo, Saída, Cliente)

Tem o objetivo de identificar de forma visual todas as informações importantes e limites de um dado processo. Para sua criação, é necessário seguir 4 passos: (1) Identificação dos limites do processo e atividades chaves; (2) Identificar as saídas chave do processo e seus clientes; (3) Identificar as entradas e os fornecedores; (4) Identificar as características críticas a qualidade para a entrada, processo e saída (George et al., 2004). É possível observar um exemplo na Figura 2-33.

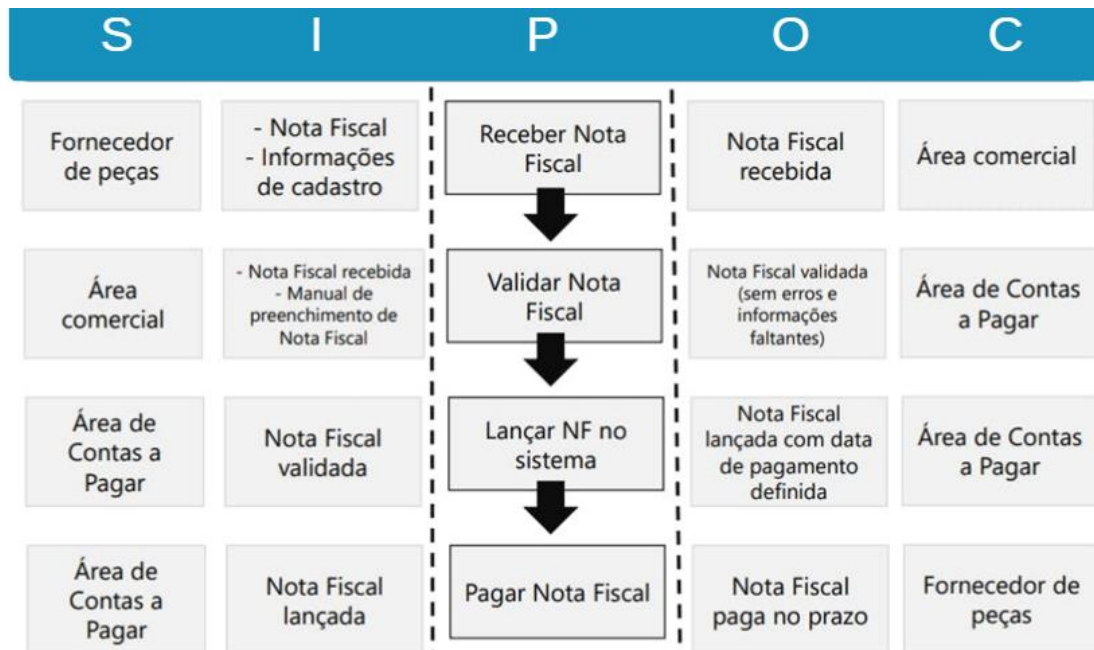


Figura 2-33 Esquema de SIPOC,

Fonte: adaptado <<https://www.voitto.com.br/>> Acesso em 15 abr. 2022

○ Diagrama de Esparguete

Ferramenta visual para identificar incidências de movimentações em espaços da fábrica durante determinados períodos, com intuito de analisar e procurar melhores disposições de equipamentos ou alterações em procedimentos para aumentar eficiência. Tem este nome porque traça, numa representação do layout da unidade de produção a ser analisada, linhas que representam as movimentações dos colaboradores fazendo lembrar um esparguete (J. D. Carvalho, 2021).

Pode ser aplicada em 8 passos (T. T. Allen, 2018):

1. Obter ou criar um desenho de layout de instalação.
2. Obter uma folha rotas ou percursos existentes ou criar uma usando um produto típico produzido pela instalação.
3. Desenhar uma curva contínua começando no primeiro local no desenho de layout da instalação até os locais restantes. Fluxos de aparência complexa podem indicar oportunidades de melhoria, tal como ilustrado na Figura 2-34.
4. Calcular a distância total de viagem (DTV) adicionando a distância percorrida usando: $DTV = \sum_i n_i d_i$ onde n_i é o número de vezes que a rota percorreu e d_i é a distância para a i -ésima rota.
5. Estimar o tempo de viagem usando a distância percorrida a uma taxa de caminhada de 1,34 metros/segundo ou a velocidade do dispositivo usado para mover produtos ou informações, caso seja um comboio logístico.
6. Estudar o diagrama espaguete e identifique os fluxos com distâncias de viagem e áreas na instalação que raramente ou nunca são usados.
7. Aproximar os processos ou reorganizá-los para reduzir o DTV.
8. Repetir os passos 4 a 7 usando novos *layouts* conforme necessário.



Figura 2-34 Exemplo de diagrama de esparguete.

Fonte: <<https://gratispng.com>>. Acesso em 10 jan. 2022

○ Diagrama de Ishikawa

(Diagrama de Causa-Efeito / Espinha de Peixe)

Essa ferramenta foi criada pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, considerado um dos pioneiros na gestão da qualidade. O nome da ferramenta lembra uma espinha de peixe, onde na cabeça está o efeito (ou problema) a ser analisado e nas espinhas estão as causas-raiz, que podem ser divididas em diversas categorias, tais como: Método, Material, Mão-de-obra, Máquina, Medida e Meio-ambiente. Em cada categoria podem ainda ser criadas várias subcategorias tanto quanto forem necessárias, de modo a cobrir todo o escopo do problema analisado. Uma vez que o diagrama foi estabelecido, são escolhidas as causas mais importantes para a criação de planos de ação. A ferramenta é, desse modo, utilizada para encontrar e agir rapidamente nas causas-raiz para solucionar problemas (Ishikawa & Organization, 1986). A Figura 2-35 mostra um exemplo.

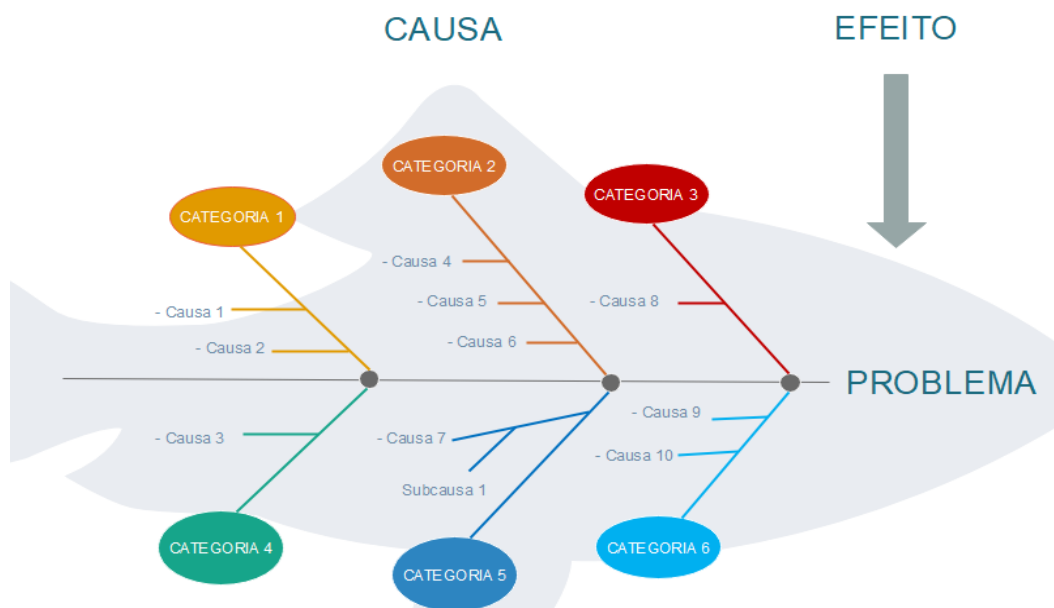


Figura 2-35 Exemplo de diagrama de Causa-efeito.

- **TOC – Theory of Constraints**

(Teoria das Restrições)

Essa ferramenta foi originalmente criada por Eliyahu Goldratt na década de 80 ao demonstrar em seu livro "*The Goal*" (A Meta) um caso prático de identificação e eliminação de restrições (gargalos) numa fábrica, isto é, qualquer fator que impeça um sistema de ter sucesso, elevar seu desempenho e/ou atingir seu objetivo. Goldratt aborda que as restrições podem ser internas, quando o mercado exige mais que o sistema produtivo oferece, ou externas, quando o sistema produtivo produz mais que o mercado pode suportar, sendo as principais internas relacionadas a equipamentos, instalações, pessoas e políticas de gestão (Goldratt et al., 2012). A TOC é aplicada em 5 etapas, ilustrada na Figura 2-36:

1. Identificar a restrição: Identificar fatores que impedem a organização de melhorar seu desempenho ou conquistar sua meta;
2. Explorar a restrição: Decidir como explorar ao máximo a restrição;
3. Subordinar a restrição: Alinhar esforços e sincronizar todo o sistema para dar suporte à decisão tomada sobre as restrições;
4. Elevar a restrição: Implementar mudanças para quebrar as restrições;
5. Identificar nova restrição: Repetir o ciclo continuamente.

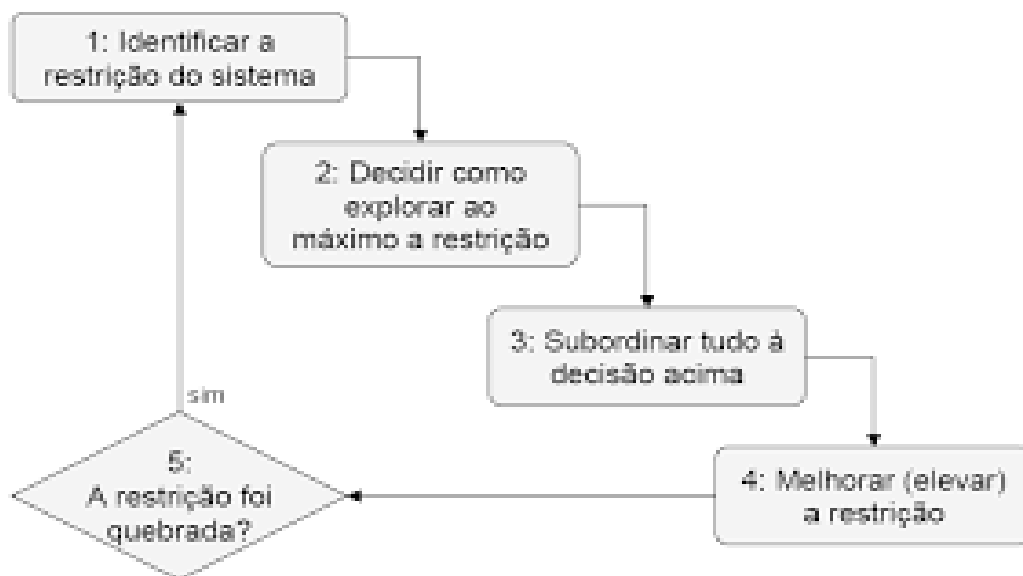


Figura 2-36 Fluxograma para metodologia do TOC.

Fonte: Adaptado de (Associação Educacional Dom Bosco, n.d.)

- **QRQC – Quick Response Quality Control**

(Resposta Rápida para o Controle da Qualidade)

Ferramenta que é formada pela união de dois procedimentos, a resposta rápida e o controle de qualidade. A velocidade, ou resposta rápida, é um fator chave desta ferramenta, pelo que permite, quando aplicado de forma correta, alcançar resultados mais rapidamente. Neste enquadramento, o QRQC modifica o pensamento da empresa para uma avaliação diária da situação, em vez de

avaliações semanais ou mensais, já que todo novo dia de produção é uma oportunidade de melhoria. Ressalta-se que a resposta rápida está interligada com a atuação diária na produção, e não com uma vista rápida e superficial do problema. Essa ferramenta é de tal forma estruturada para contemplar as várias etapas de um controle de qualidade, desde uma intervenção inicial até auditorias (Tabela 2-7).

Tabela 2-7 Desenvolvimento temporal do QRQC.

Período temporal	Ação a tomar
0-4 horas	Implementação de reação
24 horas	Implementação de medidas de segurança
5 dias	Análise e ação corretiva
10 dias	Aplicação de ações preventivas e corretivas
30 dias	Aprendizagem e auditorias
Futuro	Com base nos erros passados, um desenvolvimento robusto para prevenção de erros

Fonte (Testa & Aoudia, 2012)

Em relação ao controle da qualidade, está pautado na definição duas características-chaves, a saber: (a) Rigor: A disciplina para seguir as produtivas, assim como garantir os requerimentos de qualidade e segurança; (b) Verificação: A necessidade de continuamente verificar os padrões produtivos, no eventual caso de haver mudanças, para garantir o nível de qualidade desejado (Testa & Aoudia, 2012).

○ **FTA – Failure Tree Analysis**

(Análise de Árvore de Falhas)

É uma ferramenta que tem o intuito de mostrar graficamente o caminho de falhas de um sistema, para que posteriormente possa se fazer uma análise e avaliação deste caminho, fornecendo um mecanismo para avaliação de risco. Foi criada na década de 1960, por Thomas Watson, para a força aérea americana, e posteriormente foi reconhecida pela Boeing, como uma ferramenta fiável de análise de segurança de sistemas. Desde então, a FTA foi gradativamente sendo adotada pelos diversos setores da indústria, tais como aeronáutica, energia e robótica. O fundamento do funcionamento da FTA é transformar uma falha de um sistema físico em um diagrama visual e um modelo lógico, que tem como base a teoria da confiabilidade, álgebra booleana e probabilidade. Desse modo, é possível traduzir complexos sistemas e suas interações em diagramas de fácil entendimento a partir de símbolos e regras (Figura 2-37) (Ericson, 1999).

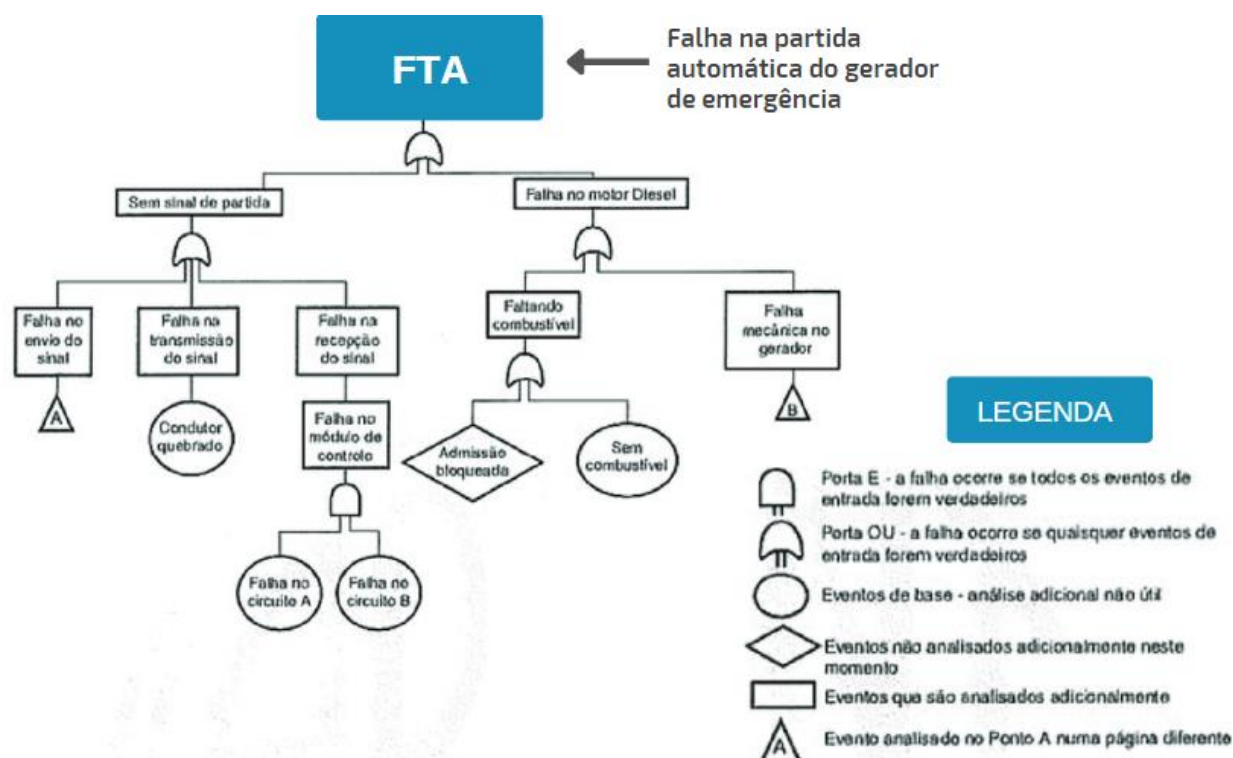


Figura 2-37 Exemplo de FTA aplicada a processo de molde.

Fonte: (Wessiani & Yoshio, 2018)

○ Mapeamento de Processos

Segundo (Jacka & Keller, 2009), é a ferramenta que é capaz de transcrever um dado processo num modelo visível físico, para que se possa ver e entender como tal processo funciona e seus vários aspetos. No entanto, é dito que o mapeamento de processos vai mais além que a criação de um fluxograma, uma vez que outros benefícios são uma visão holística do sistema, disponibilização de informação a trabalhadores (visão final do produto e como o valor é agregado) e identificação do que é passível de erro. O autor descreve que são necessárias 5 etapas para a criação de um mapa fidedigno, que são:

1. Identificação do processo: Todos as etapas do processo, desde a entrada até a saída
2. Recolha de dados: Recolher os dados de cada etapa como tempos de produção, envio, etc.
3. Criação do mapa: Criar o mapa do processo inteiro, com os dados recolhidos nas etapas anteriores. Para desenho do fluxograma, são utilizados alguns símbolos e elementos como os apresentados na Figura 2-38.
4. Análise dos dados: Verificação de pontos fortes e fracos no processo, criação de comentários e processamento dos dados recolhidos na etapa 2. Realizar perguntas-chave com as apresentadas na Figura 2-39.
5. Apresentação: Etapa final que é a apresentação do mapeamento de processo para a empresa, onde mostra todas as etapas de valor agregado, pontos fortes e fracos de modo a compartilhar com os diversos setores.

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Figura 2-38 Símbolos e elementos para fluxograma.

Fonte: Adaptado de (Peinado & Graeml, 2007)

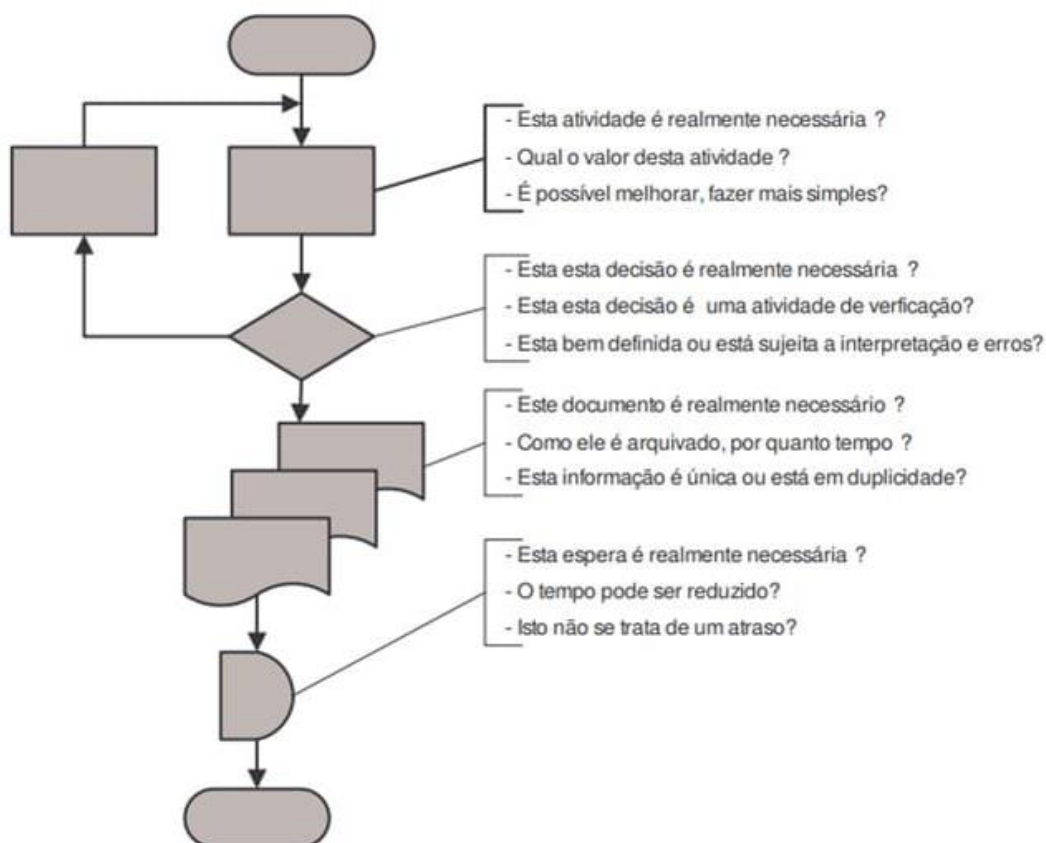


Figura 2-39 Análise de dados do fluxograma.

Fonte: Adaptado de (Peinado & Graeml, 2007)

- **FMEA – Failure Mode and Effect Analysis**

(Análise de Modo e Efeito de Falha)

É uma ferramenta analítica de para planeamento da qualidade, que permite o mapeamento de potenciais efeitos de falha no processo. Um exemplo dessa ferramenta é indicado na Figura 2-40. O objetivo é classificar todas as possíveis falhas do processo de acordo com o efeito medido em termos de severidade, detecção e ocorrência. Uma vez encontrada essas falhas, são tomadas ações para minimizá-las ou eliminá-las (Basu, 2009).

FMEA - Análise do Modo e Efeito da Falha													FMEA N°:			
													Página: de			
Cabeçalho	Projeto/ Processo:		Nome/Código do Produto:				Data Início:		Data Limite:							
			Máquina/Operação:				Revisão/ Data:									
	Preparado por:		Respons. Projeto/ Processo:				Aprovação da Gerência:									
	Equipe:															
Desenvolvimento	Item/ Etapa	Função	Modo de falha	Efeito da falha	Severidade	Causa da falha	Ocorrência	Controles atuais	Deteção Risco (NPR)	Ações recomendadas	Respons/ Prazo	Ação tomada	Resultado			
													Severidade	Ocorrência	Deteção	Risco (NPR)

Figura 2-40 Exemplo de matriz FMEA.

Fonte: Adaptado de (dos SANTOS & DALLA VALENTINA, 2015)

- **SPC – Statistic Process Control**

(Controle Estatístico do Processo)

Trata-se da utilização de ferramentas estatísticas para controlar os processos, apoiados em diversos tipos medidas descritivas e/ou do uso de gráficos. Nos parâmetros da estatística descritiva são usados média, moda, mediana, desvio padrão e variância. Enquanto isso, nos gráficos podem ser utilizados histogramas, *Box Plot*, gráfico de dispersão, gráfico de Pareto, cartas de controle, gráficos de tendência, etc. (Basu, 2009). Por exemplo, nas cartas de controle são criados gráficos onde o resultado do processo fica no eixo Y e o tempo no eixo X, de modo a avaliar o resultado de uma operação ou processo em termos estatísticos, levando em conta limites superior e inferior e a média. A Figura 2-41 mostra um exemplo típico das cartas de controle (Anselmo de Castro, 2013)

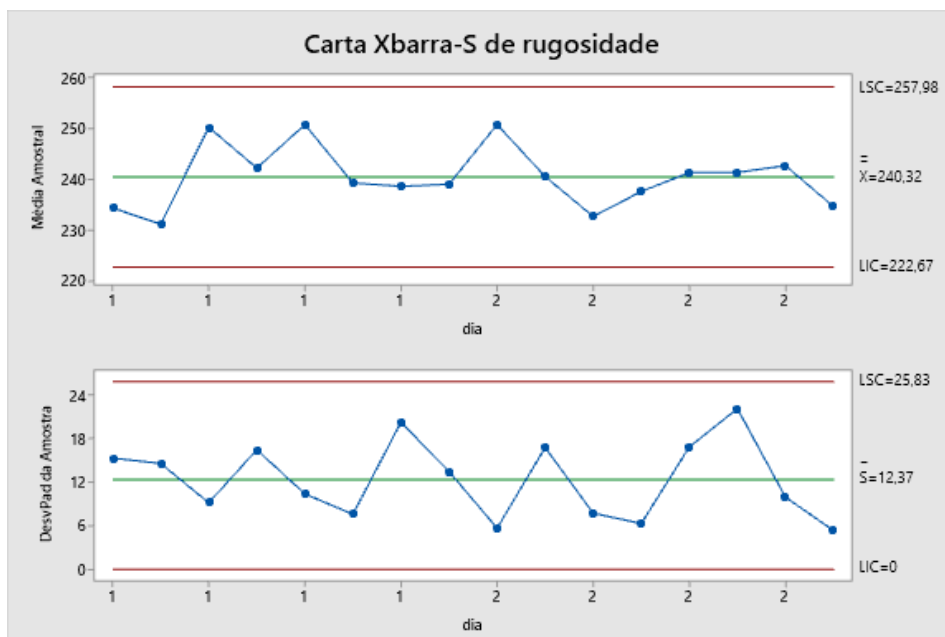


Figura 2-41 Exemplo de carta de controle.

Outro exemplo é o Diagrama de Pareto, ilustrado na Figura 2-42, tem esse nome em homenagem aos trabalhos de Vilfredo Pareto sobre a lei de distribuição de rendimentos (seu postulado era que 80% da riqueza mundial estava concentrada em 20% da população). O termo, entretanto, foi cunhado na década de 90 por Joseph Juran, consultor de qualidade e professor da Universidade de Nova Iorque, que descobriu padrão semelhante na distribuição de defeitos dos produtos – 80% dos problemas da qualidade de um produto estavam concentrados em 20% tipos de defeitos críticos (Defeo & Juran, 2010). Ao se fazer o levantamento de todos os defeitos poderá se entender quais os que possuem maior relevância para oportunidades de melhoria.

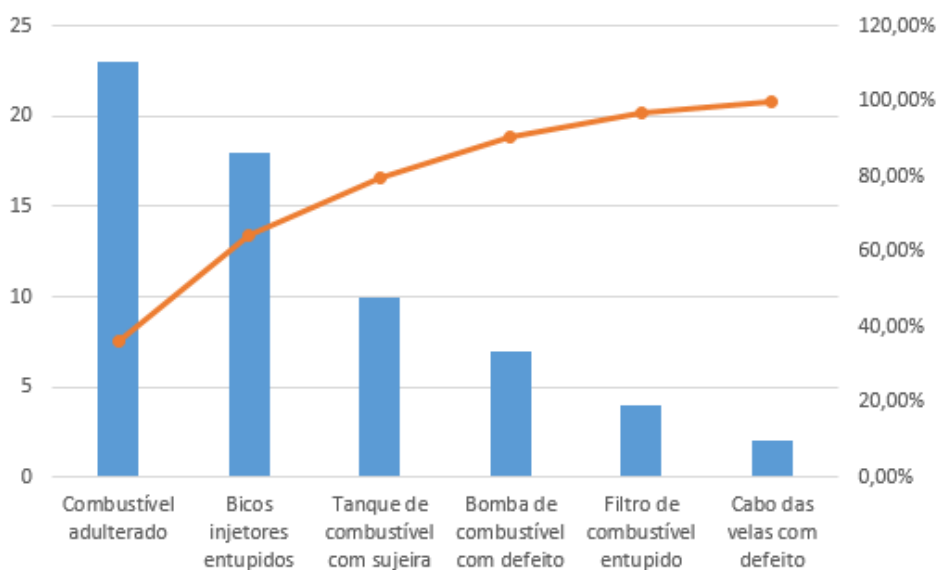


Figura 2-42 Exemplo de Gráfico de Pareto.

Fonte: Adaptado de (Defeo & Juran, 2010)

Outros tipos de análises e testes estatísticos utilizados incluem ainda: Análise de correlação, análise de regressão, análise de variância (ANOVA), análise de repetibilidade e reprodutibilidade (Gage R&R), teste de hipótese, entre outros.

○ Análise de Capabilidade

Ferramenta usada na fase de Medir e Controle da metodologia DMAIC, para visualizar o comportamento do processo atual e medir os resultados de uma melhoria implementada, respectivamente. De um modo geral, a análise de capacidade leva em consideração a média e os limites superior e inferior do processo. Uma observação a se fazer é que, para a análise de capacidade, pode ser usado 2 tipos de equações, o C_p e o C_{pk} . O C_{pk} é um índice mais completo, pois leva em consideração a centralidade da distribuição, como mostrado na Figura 2-43. Quanto melhor for o índice de capacidade, melhor é o processo (Figura 2-44) (Tang et al., 2007).

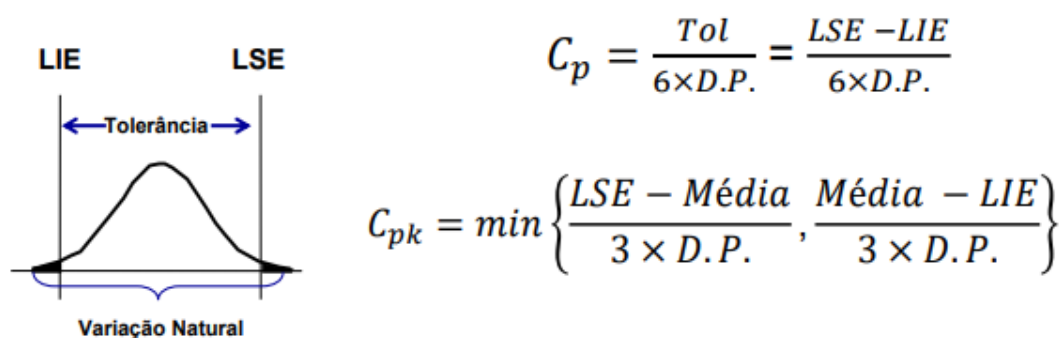


Figura 2-43 Fórmulas do C_p e C_{pk} .

Fonte: (F. M. dos Santos, 2010)

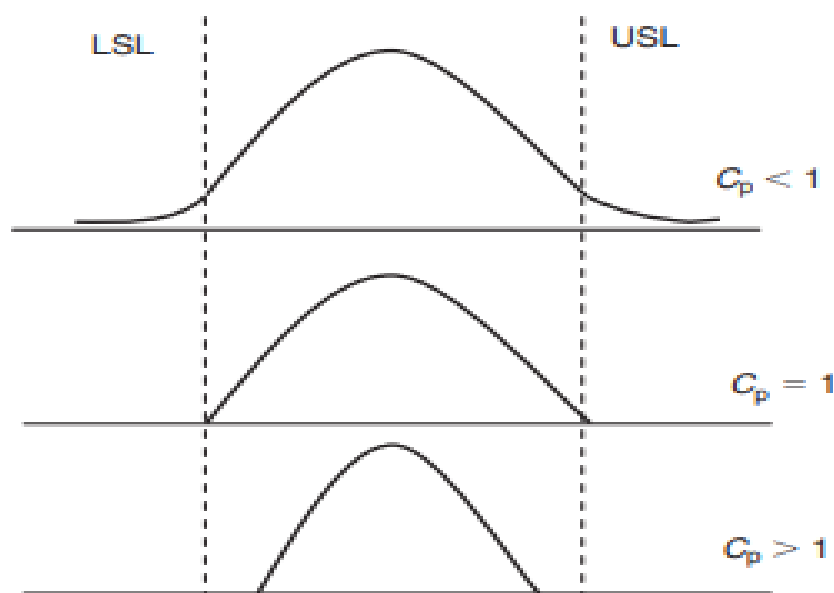


Figura 2-44 Variação do índice de capacidade e os limites do processo.

Fonte: (Basu, 2009)

○ **DOE – Design of Experiments**

(Projetos de Experimentos)

É um ramo da estatística aplicada originada do trabalho de Ronald Fisher na década de 20 que trata do planejamento, controle, análise e interpretação de testes controlados para avaliar fatores relacionados a valores de um parâmetro ou grupo de parâmetros. Esta ferramenta tem sido utilizada por profissionais da melhoria contínua e da qualidade para analisar o efeito de fatores em processos (American Society of Quality, 2021). Permite: Recolha e análise de dados; controle e manipulação de fatores para ter respostas desejadas em um dado processo; identificação de interações importantes; investigação combinações possíveis; otimiza e reduz variações dos processos. A Figura 2-45 demonstra um modelo dos diversos fatores que impactam um processo que podem ser identificados a partir do uso do *DOE*.

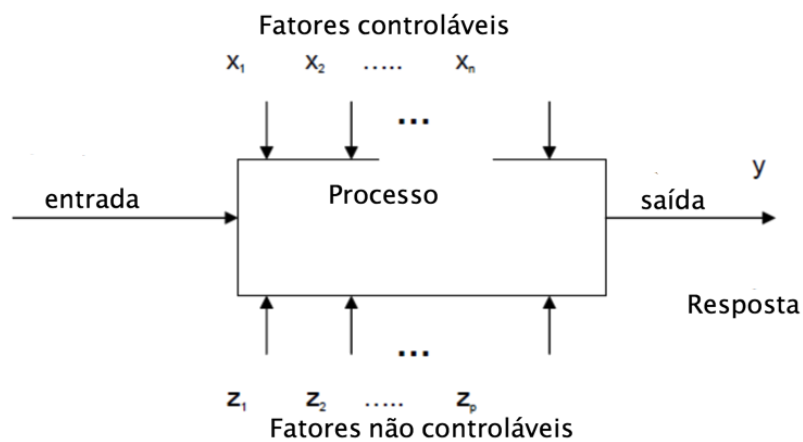


Figura 2-45 Modelo dos diversos fatores de um processo.

Fonte: Adaptado de (National Institute of Standards and Technology, 2013)

Os principais passos para implementação são (Castro, 2012):

- Definir os fatores, níveis e amplitudes das variáveis de entrada;
- Definir as variáveis de resposta (ex. média ou desvio padrão);
- Definir o projeto experimental (número de replicações, seleção da ordem de experiências, blocos de variáveis, aleatoriedade, tipo de DOE);
- Executar o DOE e analisar estatisticamente os dados (testes de hipótese e construção de equações empíricas).

Podem ser diversos tipos: (a) Tentativa e erro; (b) Projetos de único fator (níveis fixos e níveis aleatórios); (c) Projetos fatoriais com dois fatores; (d) Projetos tipo 2^k fatorial; (e) Outros: Taguchi, Box-Behnken, Shainin, Plackett-Burman.

○ **PDCA – Plan, Do, Check, Act**

(Planejar, Fazer, Avaliar, Tomar Decisões)

Método atribuído a William Edwards Deming, que corresponde a um processo cíclico para resolução de problemas, realizado em 4 etapas (Figura 2-46): (1) *Plan* – identificar o problema,

analisar o fenômeno, analisar o processo e construção de um plano de ação; (2) *Do* – executar o plano desenvolvido; (3) *Check* – verificar e avaliar o resultado da implementação; (4) *Act* – corrigir, padronizar e tomar decisões (caso resultado não seja o desejado, voltar à primeira etapa (J. D. Carvalho, 2021).

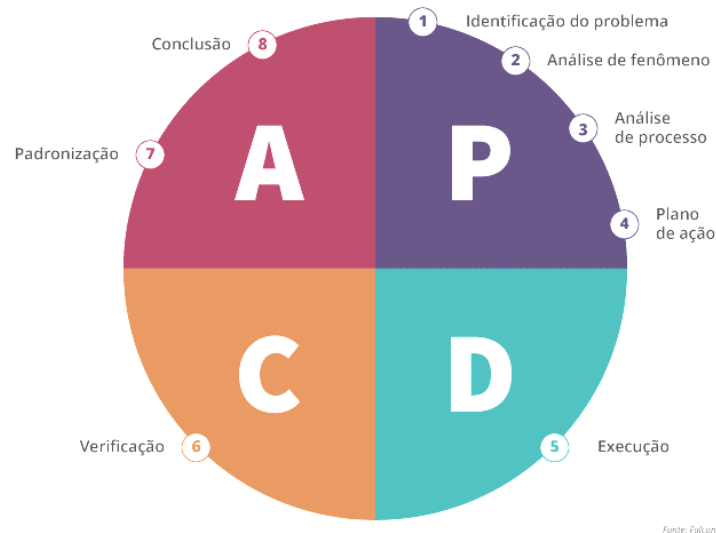


Figura 2-46 Ciclo PDCA ou Ciclo de Deming.

Fonte : Adaptado de (Q Solutions Groups, 2021)

○ **Scrum / Agile**

Scrum é uma ferramenta ágil de gestão de projetos criada nos anos de 1990 por Jeff Sutherland e Ken Schwaber com o objetivo de desenvolver, manter e entregar projetos complexos. Essa ferramenta é baseada em três princípios, a transparência, a inspeção e a adaptabilidade e cabe aos membros do time Scrum manterem esses princípios de modo a garantir a correta utilização deste. Para a formação deste time são três funções:

- *Product Owner* – responsável por maximizar o valor do projeto e garantir que o time mantenha o foco no objetivo. Pode ser exercido pelo cliente.
- *Scrum Master* – responsável por liderar a equipe, guiá-la para maximizar a eficiência e ajudá-la a definir quais são boas e ruins interações.
- Time de desenvolvimento – equipa de profissionais no ramo do projeto que estarão dedicadas para cumprir com as tarefas

Além da equipa, existem eventos que acontecem ao longo do projeto, importantes para o andamento. Os mais importantes são o *Sprint*, de duração igual ou inferior a 1 mês que ocorre a transformação do projeto pelas metas, e o Scrum diário. Este consiste em rápidas reuniões de 15 minutos onde o *Scrum master* faz 3 perguntas diretas para membro do time de desenvolvimento que são: (1) I que você fez ontem para a equipa a alcançar as metas do *Sprint*; (2) o que você fará hoje para a equipa alcançar as metas do *Sprint*; (3) Existe alguma dificuldade que te impeça de alcançar a meta do *Sprint*? (Schwaber & Sutherland, 2017). Adicionalmente, é também usado um quadro para visualização (e também transparência) nas reuniões diárias do Scrum. Nesse quadro, tem todas as ações (ou histórias, como caracteriza o autor) que já foram feitas, pendentes e em curso, para que toda

a equipe tenha conhecimento de todas as ações. Um exemplo é apresentado na Figura 2-47.

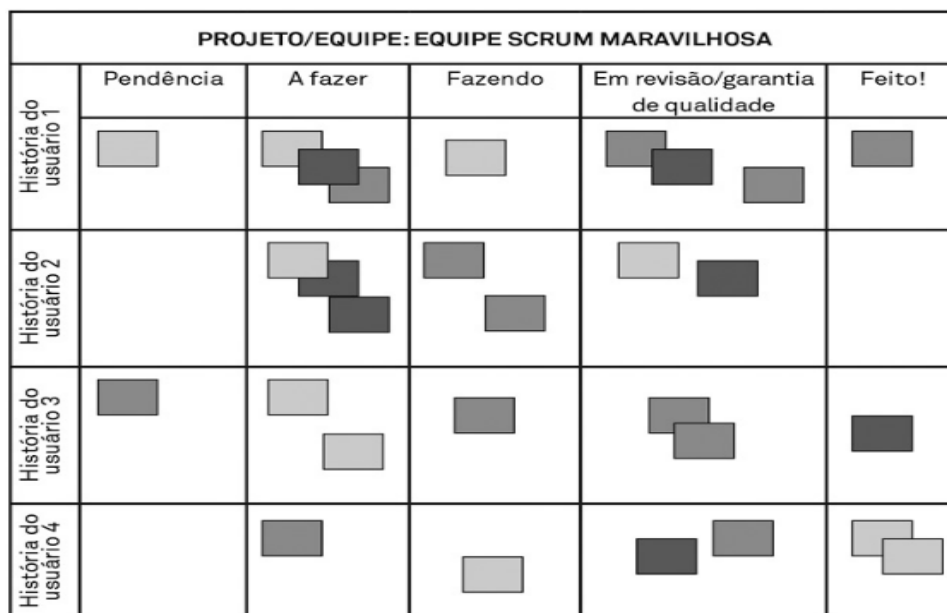


Figura 2-47 Exemplo de Quadro Scrum.

Fonte: (Sutherland, 2014)

○ **Benchmarking**

Método que serve para melhorar um produto ou serviço ao se realizar uma comparação com outros melhores que sejam similares. Essa comparação pode ser feita através de diversos meios, tais como publicações, encontros profissionais, investigação e desenvolvimento, avaliação dos produtos da concorrência. É de se verificar os benefícios que esse método tem, pois permite a visualização do nível de mercado dos produtos topo de gama.

Além disso, permite a equipa de melhoria contínua uma forma de visualizar e superar lacunas que antes seriam impossíveis, graças ao conhecimento de produtos classe A. Para uma correta aplicação do Benchmarking, é necessário realizar cinco etapas, indicadas na Figura 2-48, que são: (1) planejar a aplicação; (2) recolher conhecimento da concorrência e líderes; (3) analisar *gap*; (4) adaptar melhorias; (5) monitorar e reavaliar resultados. Ressalta-se também que o Benchmarking não se restringe somente fora da empresa, é possível realizar esse método internamente, ou seja, entre departamentos (Munro et al., 2015)

Fases de implementação de <i>benchmarking</i>				
Fase 1 PLANEJAR	Fase 2 COLETAR	Fase 3 ANALISAR	Fase 4 ADAPTAR	Fase 5 MELHORAR
Definir onde aplicar o BM e a equipe	Definir métodos de coleta	Identificar o <i>gap</i>	Analisar e propor alternativas	Implementar planos de melhoria
Entender o objeto do estudo de BM	Coletar dados	Identificar as causas do <i>gap</i>	Obter validação	Monitorar resultados
Selecionar os parceiros	Registrar as conclusões	Projetar desempenho futuro	Definir planos de melhoria	Reavaliar metas (recalibrar)

Figura 2-48 Fases de implementação do *Benchmarking*

Fonte:< <https://gennegociosegestao.com.br/benchmarking-de-sucesso-como-fazer/>>. Acesso em 15 jan, 2022

○ **5W2H – O quê, Porquê, Onde, Quem, Quando, Como, Quanto**

Essa ferramenta tem como origem desde a época dos gregos e tem como propósito esclarecer informações sobre as ações a serem tomadas. Em sua criação inicial, foi criada com a composição de 7 palavras em inglês, 5 delas começam pela letra *W* e duas delas pela letra *H* (Rumane, 2013), mostradas na Tabela 2-8.

Tabela 2-8 Significado do 5W2H e exemplo

Inglês	Pergunta	Exemplo
<i>Why?</i>	Por quê?	Por que um novo produto?
<i>What?</i>	O que?	Qual a vantagem deste produto perante similares?
<i>Who?</i>	Quem?	Quem será o consumidor deste produto?
<i>Where?</i>	Onde?	Onde será o mercado desse produto?
<i>When?</i>	Quando?	Quando este produto estará disponível?
<i>How?</i>	Como?	Como será produzido?
<i>How much?</i>	Quanto custa?	Quanto vai ser o custo para produção?

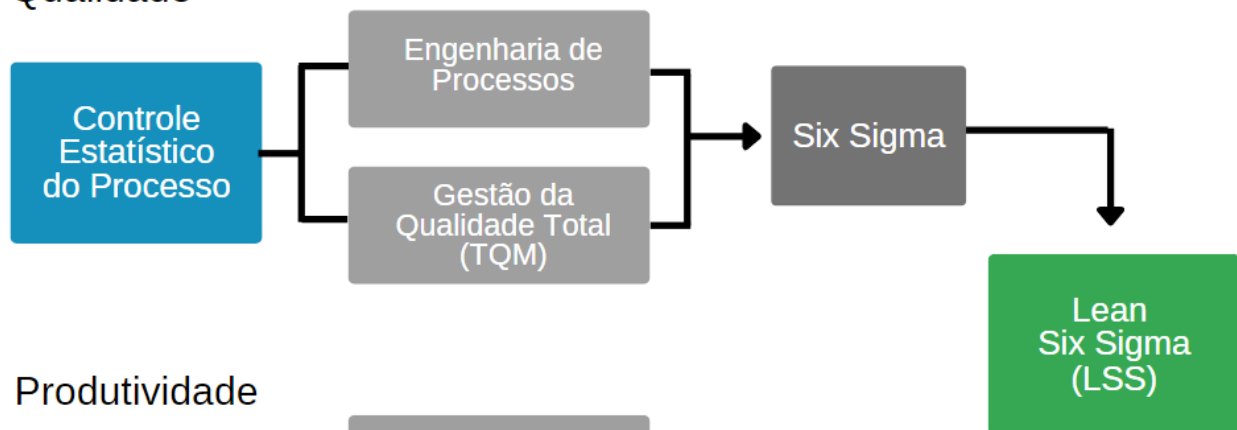
Fonte: Adaptado de (Rumane, 2013)

2.3. *Lean Six Sigma (LSS)*

2.3.1. Fusão do Lean com 6 sigma

É uma metodologia que maximiza o valor das empresas ao alcançar taxas mais elevadas de melhorias no custo, qualidade, eficiência dos processos, capital investido e satisfação do cliente. O programa resultante dessa integração é denominado Gestão *Lean Seis Sigma* (LSS) e constitui uma estratégia abrangente, poderosa e eficaz para a solução de problemas e para a criação de novos processos e produtos (Werkema, 2006). O resultado dessa fusão é mostrado na Figura 2-49, onde se observa as raízes de cada uma: (i) O 6 Sigma vem originado da qualidade e da engenharia dos processos, utilizando-se de controle estatístico; enquanto (ii) o *Lean Manufacturing* é originário do sistema Toyota de Produção.

Qualidade



Produtividade

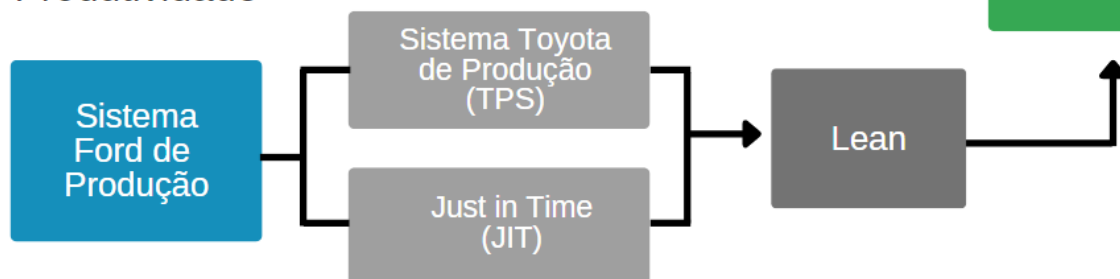


Figura 2-49 Evolução do *Lean Six Sigma*.

Fonte: Adaptado de (Sandra L, 2006)

2.3.2. Benefícios da gestão integrada Lean Six Sigma

O LSS é orientado pelo resultado, cujos projetos são focados na qualidade, produtividade e lucratividade, que pode ser traduzido em redução de custos e aumento da vantagem competitiva das empresas. Isto é possível através de 4 pontos, conhecidos pelo acrônimo FISH (*Focus, Improve, Sustain, Honor*); (F) foco nas áreas onde existem problemas-chave críticos para o sucesso das empresas; (I) melhoria na eliminação atividades que não agregam valor, como atrasos, erros, defeitos e variação, (S) manter a melhoria aplicada através da estabilização e monitoramento de KPI's e

respondendo as variações do processo; (H) honrar o progresso, reconhecendo, recompensando e mantendo o foco nos esforços (George, 2002).

A fusão do *Lean Manufacturing* com o 6 Sigma torna-se necessário porque: (1) O *Lean Manufacturing* sozinho não consegue garantir o controle estatístico de um processo; (2) O 6 Sigma sozinho não é capaz de reduzir a velocidade dos processos ou reduzir os desperdícios atrelados (George, 2002). Ao mesmo tempo, o desperdício ocorre quando há variação no processo e para reduzir a variação é necessário eliminar o desperdício: Sendo assim, os conceitos são convergentes e complementares (Anselmo de Castro, 2013). A Gestão Integrada *Lean Six Sigma* permite que a empresa usufrua dos pontos fortes de ambas as estratégias. Na Tabela 2-9, é possível verificar alguns dos principais benefícios, que não são exclusivos nem únicos, mas complementares.

Tabela 2-9 Principais Benefícios da Gestão LSS

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DO LSS			
<i>Lean Manufacturing</i>		<i>Six Sigma</i>	
↑ Aumento	↓ Redução	↑ Aumento	↓ Redução
Lucratividade	Custos	Lucratividade	Custos
Produtividade	Desperdícios	Valor dos produtos	Defeitos
Satisfação dos colaboradores	Movimentação	Eficiência nos processos	Não conformidade
Valor para o cliente	Tempo de espera	Controle	Erros/falhas
Eficiência na produção	Stocks	Qualidade	Instabilidade
Padronização	Atrasos	Inovação	Variação
Segurança		Competitividade	

2.3.3. Os Níveis da Gestão LSS

A Gestão *Lean Six Sigma* pode ser considerada um conjunto de três elementos conectados e interdependentes aplicados de forma integrada (Goskills, 2022), ilustrado na Figura 2-50:

1. **Ferramentas e Técnicas:** Utiliza-se de um conjunto de ferramentas e técnicas para identificar e solucionar problemas dentro das organizações;
2. **Processos e Metodologias:** A implementação é dada através de uma série de fases e etapas organizadas de forma sistemática;
3. **Mindset e Cultura:** Constitui-se numa "forma de pensar" e agir para atingir a excelência, os objetivos organizacionais e a melhoria contínua nas empresas.



Figura 2-50 Elementos que constituem a base do LSS.

Fonte: Adaptado de (Goskills, 2022)

Neste contexto, tais elementos podem ser categorizados em dois níveis diferentes de profundidade: (1) O lado visível - considerado tangível, concreto e observável de forma mais clara; e (2) o lado invisível - relacionado ao intangível, abstrato e não claramente perceptível. Estes níveis também podem ser identificados a partir de uma analogia com o *iceberg*, conhecido como o Modelo *Iceberg Lean Six Sigma*. O visível está no topo da superfície, parece ser pequeno, mais simples e ter menos volume. O invisível está na submerso, grande, mais complexo e profundo, como pode ser verificado na Figura 2-51 (Grove et al., 2010).

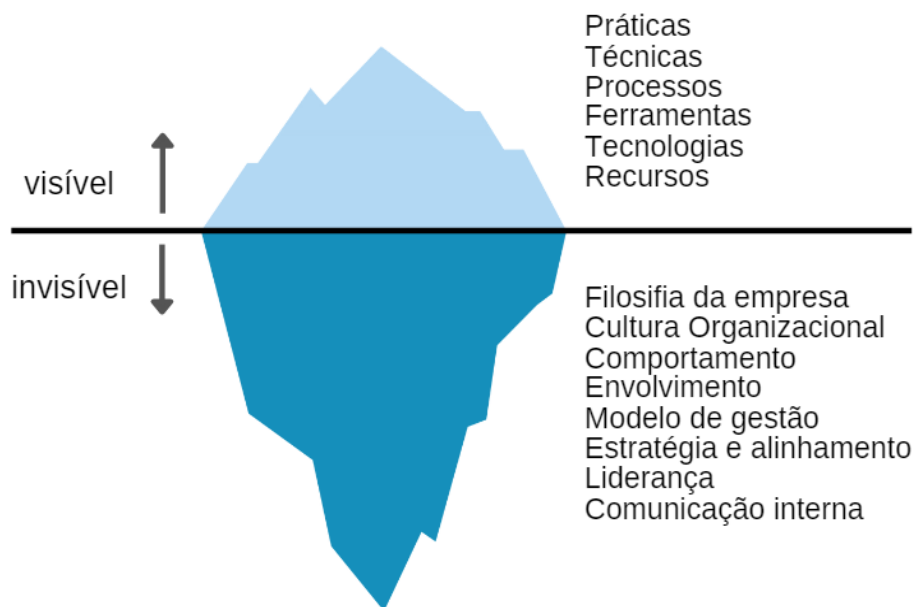


Figura 2-51 Modelo Iceberg *Lean Six Sigma* - visível e invisível.

Fonte: Adaptado de (Grove et al., 2010; Rother, 2009)

No lado visível, os conceitos são mais claros e evidentes, podendo ser observados nos custos, no desperdício, na eficiência, na padronização, na lucratividade, entre outros fatores (Rother, 2009). Por outro lado, os aspectos relacionados à cultura e aos comportamentos humanos – considerados invisíveis – fazem parte da dimensão vital para o sucesso a longo prazo das empresas. Estes estão relacionados à cultura de melhoria contínua, ao estilo de liderança, ao clima organizacional, ao espírito de equipe, ao comprometimento e à disciplina com as mudanças, à autorrealização e à autoestima dos colaboradores, por exemplo. Apesar da importância, no entanto, é mais desafiador identificar, medir e avaliar tais aspectos observando apenas os espaços físicos de produção (J. D. Carvalho, 2021). E, por vezes, por desconhecimento, podem ser ignorados ou simplesmente ficar em segundo plano.

2.3.4. Principais Ferramentas do Lean Six Sigma

Elaborando-se um resumo das ferramentas e técnicas empregadas na Gestão LSS, é possível observar que elas se complementam e trazem mais robustez a este modelo de gestão. Em cada fase ou etapa de ambas as metodologias, podem ser aplicados diferentes conjuntos de ferramentas, auxiliando seja na recolha de dados, mensuração e análise dos dados, planeamento, melhoria e controle. A escolha de cada uma delas depende dos problemas, objetivos e soluções propostas, cabendo aos responsáveis da implementação avaliar, selecionar e definir o uso mais adequado. Apesar de não corresponderem a um sistema estático e rígido, mas sim flexível e mutável, para fins didáticos, foi elaborado um quadro com as principais ferramentas do LSS nas etapas onde costumam ser mais aplicadas nas metodologias (*Lean Manufacturing* e *Six Sigma*), conforme ANEXO II.

2.4. Estado-da-Arte: barreiras de implementação do LSS

2.4.1. Principais Barreiras na implementação do Lean 6 Sigma

Durante a implementação do LSS nas indústrias podem surgir diversas barreiras que dificultem ou impeçam o sucesso da sua execução prática. Essas barreiras são definidas como qualquer questão técnica, organizacional ou social que comprometa o desempenho, a eficiência ou eficácia de um ou mais processos da implementação (Almeida Marodin & Saurin, 2015). Também pode ser encontrado na literatura termos equivalentes tais como "fatores de risco", "fatores críticos", "desafios", "obstáculos" ou "dificuldades". Sobre tais barreiras associadas à implementação do LSS, algumas das mencionadas frequentemente na literatura são:

- Falta de uma clara visão e estratégia;
- Falta de conhecimento dos conceitos LSS;
- Falta de metodologia estruturada de gestão, planeamento e controle;
- Falta de empenho e envolvimento de gestão de topo;
- Falta de uma liderança forte e suporte aos recursos humanos;
- Falta de uma cultura organizacional baseada na melhoria contínua sustentável.

As barreiras têm sido um tema estudado por diferentes grupos de investigação, procurando entender os fatores associados aos obstáculos na implementação da metodologia. A partir da revisão de literatura, foram encontrados diversos tipos de sistemas de classificação das barreiras, que dividem em categorias tais como: (a) Técnicas, econômicas e sociais (Elkhairi et al., 2019) ; (b) Organizacionais, Sociais, Técnicas e Externas (Almeida Marodin & Saurin, 2015) ; (c) Gestão, Recursos, conhecimento, Conflitos, Colaboradores, Financeira (Kumar & Kumar, 2014) ; (d) Gestão de topo, Financeiro, Educacionais, Governamental, Técnicos e Comportamentais (Mohammad Asri & Mohd Nawi, 2015). Tais sistemas foram combinados neste trabalho com o propósito de se chegar a um sistema de classificação mais abrangente, apresentado na Tabela 2-10.

Tabela 2-10 Descrição das categorias das barreiras

CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA DE BARREIRAS
(1) Aspectos de Gestão	Barreiras relacionadas com as funções de planeamento, organização, liderança e controlo. A gestão de topo deve reforçar e promover a iniciativa dos colaboradores de forma que estes participem, orientem e controlem cada projeto. O sucesso depende da forma como a gestão motiva os colaboradores a estarem comprometidos com os objetivos da organização

(2) Aspectos Financeiros	Barreiras relacionadas com a gestão financeira e com a obtenção de financiamento para a implementação do projeto, nomeadamente na aquisição de equipamentos e contratação de especialistas para implementação do <i>Lean</i> na indústria.
(3) Aspectos Educacionais	Barreiras relacionadas à aprendizagem, à formação, ao desenvolvimento e à comunicação eficaz no processo de implementação, onde é fornecido aos profissionais o conhecimento e a orientação necessária para a aplicação de uma mentalidade <i>Lean</i> e a integração entre as partes envolvidas no projeto.
(4) Aspectos Externos	Barreiras relacionadas com <i>stakeholders</i> envolvidos em toda a cadeia produtiva, como Governo (políticas públicas e a atitude governamental relativa à indústria), relação com fornecedores (tempo de entrega, qualidade dos materiais, etc.), relação com clientes (satisfação, requisitos, etc.)
(5) Aspectos Técnicos	Barreiras relacionadas aos aspetos técnicos e operacionais da organização como por exemplo: Carência de recursos ou uso inadequado de tecnologias (máquinas, equipamentos ou ferramentas), a falta de técnicos qualificados, a incorreta recolha ou gestão de dados técnicos, entre outros.
(6) Aspectos Comportamentais	Barreiras relacionadas com atitudes, cultura e comportamentos dos intervenientes independente do nível organizacional, como por exemplo o caso da resistência à mudança, a falta de perseverança ou motivação, conflitos ou a incompatibilidade com os sistemas de recompensa da empresa, ausência de uma cultura organizacional forte e definida.

Nesta mesma revisão de literatura, com uma amostra dos 40 artigos internacionais (ANEXO III) e 20 trabalhos nacionais (ANEXO IV), foi realizado o mapeamento das principais barreiras encontradas em comum nestes estudos. No total, foram identificadas de 20 barreiras com maior frequência (no mínimo aparição em 5% das publicações), as quais foram agrupadas e classificadas nas suas respectivas categorias. Para facilitar a análise, também foram enumeradas de B01 a B020 as diversas barreiras encontradas, de modo a facilitar a identificação e padronização neste estudo. As principais barreiras podem ser observadas na Tabela 2-11. Em seguida, pode-se observar as suas respectivas descrições, explicações e exemplos.

Tabela 2-11 Barreiras de implementação por categorias

CATEGORIA	COD.	BARREIRA DE IMPLEMENTAÇÃO
(1)	B01	Falta de Envolvimento dos Líderes/gestores
	B02	Falta de Planeamento, Organização e Controle adequados
	B03	Falta de KPI's adequados para avaliação de desempenho
	B04	Falta de visão a longo prazo
(2)	B05	Necessidade de Altos Investimentos
	B06	Falta de visibilidade financeira
(3)	B07	Carência/falta de Formações Adaptadas
	B08	Falta de Conhecimento do Sistema LSS
	B09	Comunicação pobre ou ineficiente
(4)	B10	Envolvimento com fornecedores
	B11	Falta de Foco no Cliente e Planeamento <i>Pull</i>
(5)	B12	Contratação de Experts em <i>Lean</i>
	B13	Carência de consultoria qualificada
	B14	Falta de <i>know-how</i> e gestão do conhecimento
	B15	Carência de equipamentos, recursos e tecnologia
	B16	Complexidade, dificuldade ou erro na recolha de dados
(6)	B17	Resistência dos Colaboradores à Mudança
	B18	Alinhamento da Cultura Organizacional
	B19	Conflitos entre diferentes Sistemas
	B20	Falta de motivação, autonomia e <i>teamwork</i>

2.4.1.1. Aspetos relacionados com a gestão de topo

- **Dedicação e Envolvimento dos Líderes:** A liderança é destacada como um fator crítico de sucesso na implementação do *Lean*, sendo necessário apresentar uma liderança firme, inspiradora, implacável, resiliente, exigente, focada e flexível. Algumas barreiras comuns são fatores relacionados com a responsabilidade e com a autoridade no que diz respeito à dedicação e ao compromisso no processo de gestores e líderes.
- **Definição Adequada no Planeamento, Organização e Controle:** É preciso que a gestão de topo realize estudos e análises para definir adequadamente um bom planeamento, organização e controle na implementação, como a determinação de recursos, responsáveis, prazos na implementação, ferramentas, entre outros.
- **Falta de KPI's adequados para avaliação de desempenho:** A gestão *Lean* requer métodos de avaliação de desempenho relacionados com os processos de criação de valor e os custos associados. Por vezes é difícil traduzir os benefícios obtidos com a sua implementação, o que pode

levar a organização a abdicar da mesma caso não se efetue uma medição com indicadores adequados. Os KPIs (Key Performance Indicators) ou indicadores-chave de desempenho devem ser estabelecidos de forma adequada e monitorados para os diversos setores de atividade da empresa, sendo alguns exemplos os indicadores relacionados com custos, prazos, níveis de satisfação, qualidade, defeitos, eficiência de equipamentos e outros.

- **Falta de visão a longo prazo:** A visão a longo prazo deve ser uma característica fundamental de uma gestão de topo com fundamentos na gestão *Lean*. Ao ter uma visão ampla dos cenários possíveis, é possível tomar decisões a longo prazo em vez de pequenas escolhas que não vão agregar valor. Os gestores que apresentam foco em resultados imediatos e de ações de curto prazo acabam por não se comprometer e compreender a filosofia da melhoria contínua.

2.4.1.2. Aspetos Financeiros

- **Necessidade de Altos Investimentos:** Verificou-se na literatura consultada que a implementação do *Lean* tem um grande impacto em empresas com uma implantação no mercado superior a 3 anos. O acesso ao crédito e recursos financeiros, para aquisição de tecnologias modernas, contratação de mão-de-obra especializada, entre outros, podem ser apresentados como uma barreira, especialmente para as PMEs.
- **Falta de visibilidade financeira:** A gestão *Lean* é considerada também como uma filosofia que permite uma redução de custos através da eliminação de desperdícios. Assim, verifica-se que através da aplicação deste modelo de gestão, não existe um ganho financeiro visível no imediato, sendo que este será notório no decorrer do processo de implementação, refletindo assim a eliminação de desperdícios. Por este motivo, as empresas recusam-se frequentemente a investir nesta abordagem devido à falta de um ganho imediato. A falta de visibilidade financeira sobre seus negócios e desperdícios também faz com que se observe ou se identifique apenas custo ao invés de investimento.

2.4.1.3. Aspetos Educacionais

- **Carência/Falta de Formações Adaptadas e Flexíveis:** A formação neste tipo de mentalidade de produção é considerada essencial para desenvolver os processos de gestão assim como o sector operacional ou de execução ao nível do chão-de-fábrica. A extensão, o foco e a amplitude da formação precisam de ser adaptados às necessidades e às funções do cargo de cada colaborador envolvido, o que se pode tornar uma barreira. Por exemplo, a formação indicada para um gestor deverá ser diferente da formação indicada para um operador fabril, alguém que está no chão-de-fábrica. Além disso, existe falta ou carência de capacitação profissional nas organizações.
- **Falta de Conhecimento do Sistema LSS:** As empresas exibem uma compreensão um pouco diferente e equivocada daquela apresentada na literatura. Este mal-entendido abrange verticalmente toda a organização, sendo um desafio implementar a gestão LSS quando a própria gestão de topo, assim como os operadores de chão-de-fábrica não compreendem corretamente os conceitos, princípios, ferramentas e filosofia.
- **Comunicação pobre ou ineficiente:** Durante o processo de implementação do sistema a

comunicação empresarial pode ser considerada como algo menos importante por parte da gestão, podendo esta premissa traduzir-se numa falta de comunicação adequada entre colaboradores, setores e níveis hierárquicos. Podem ser grandes empecilhos para implementação do LSS.

2.4.1.4. *Aspetos Externos*

- **Foco no Cliente e Planeamento Pull:** O foco no cliente é um dos princípios-chave para garantir o pleno potencial de um modelo de gestão *Lean*, exigindo-se a elaboração de processos bem estruturados, seja de gestão de stock adequada como gestão de relacionamento com os clientes. Entender as necessidades, os pré-requisitos dos produtos/serviços e níveis de satisfação são fundamentais para o sucesso da empresa, o que pode ser apresentado como barreira quando não há um contato mais direto com os clientes.
- **Envolvimento com fornecedores:** A escolha, a avaliação, o monitoramento e o relacionamento com fornecedores é essencial para o sucesso da implementação. Muitos problemas externos que podem ser considerados como barreiras são: Prazos mal dimensionados, atrasos nas encomendas, má qualidade/defeitos dos materiais fornecidos, falta de gestão de urgências, falha na comunicação, entre outros.

2.4.1.5. *Aspetos Técnicos / tecnológicos*

- **Contratação de Experts em LSS:** A literatura indica que em muitas indústrias a introdução do LSS é baseada na contratação de um expert. Apesar das diversas vantagens da contratação, como trazer conhecimento e experiência para auxiliar na implementação, é também necessário que o conhecimento técnico não fique restrito nesse profissional. É necessário que o conhecimento seja introduzido na organização e transmitido internamente de forma a criar um sistema de conhecimento amplo e documentado a todos os níveis hierárquicos. Por isso, é preciso contratar colaboradores especializados ou capacitar os colaboradores através dos experts para usar o LSS.
- **Carência de consultoria qualificada:** A falta de mão de obra qualificada e especialistas com formação específica e avançada, seja na parte prática de implementação ou no conhecimento teórico, resulta também numa barreira de implementação.
- **Carência de know-how e gestão do conhecimento:** A falta de *know-how* está vinculada a ineficiência de processos, quando não se dispõe do conhecimento atualizado para agregar valor. A gestão do conhecimento também é algo crítico para empresas, pois é necessário ter procedimentos e guias catalogados no banco de dados para evitar a perda do *know-how*, quando existe rotatividade de colaboradores.
- **Carência de equipamentos, recursos e tecnologia:** A falta de recursos é uma situação que pode ser encontrada em países menos desenvolvidos e em micro e pequena empresas familiares, onde a falta de informação e formação resulta numa deficiência de novos equipamentos e tecnologia. Essa deficiência resulta em falta de competitividade, por faltar meios de realizar o mesmo trabalho de forma mais eficiente.
- **Complexidade e dificuldade ou erro na recolha de dados:** Quando existe uma falta de integração de sistemas, máquinas e equipamentos antigos, falta da *Internet-of-Things (IoT)*, nesses

casos existe uma grande dificuldade de extrair dados para análise e, eventualmente, quando são feitos, necessitam de um operador a manualmente registrá-los, o que pode adicionar ao processo o fator de erro humano.

2.4.1.6. Aspectos Comportamentais

- **Resistência dos Colaboradores à Mudança:** O aspecto de maior importância na indústria é precisamente a resistência à mudança por parte dos trabalhadores. Causas como a falta de conhecimento, falta de envolvimento com a estratégia e o medo de perder o posto de trabalho são os maiores fatores que provocam bloqueios na implementação do LSS.
- **Alinhamento da Cultura Organizacional:** É importante que a implementação do *Lean* seja compatível com os valores, filosofia e cultura organizacional, de forma que a gestão de topo adote um plano de implementação que vá de encontro às diferenças comportamentais específicas dos vários setores da empresa. Além disso, é importante que os colaboradores compreendam e se sintam confortáveis com as mudanças que irão ser implementadas, aumentando o grau de eficácia.
- **Conflitos entre Sistemas:** Outra das barreiras verificada na análise efetuada é o conflito entre técnicas. Quando as empresas decidem aplicar técnicas como por exemplo o Seis Sigma ou o Total Productive Maintenance (TPM) quer seja a nível de projetos específicos quer seja na própria organização podem ocorrer conflitos na implementação.
- **Falta de motivação, autonomia e teamwork:** Relativo à ausência de políticas de reconhecimento e recompensa, fraca interação entre departamentos e colaboradores, falta de autonomia dos colaboradores ou falta de empoderamento, referido também na literatura inglesa como o *empowerment*.

Capítulo 3

Resultados

Esta seção irá apresentar os desenvolvimentos e resultados obtidos com concretização das fases da metodologia adotada para a investigação e desenvolvimento do tema. Em concreto, apresentam-se primeiro o estado-da-arte sobre as barreiras de implementação, tanto a nível global quanto a nível nacional, e avaliam-se as suas diferenças. A seguir, para realizar uma análise qualitativa a respeito das barreiras de implementação do *LSS*, será apresentado os resultados obtidos a partir de entrevistas realizadas com 4 consultores de diferentes empresas de consultoria no país e será feita a comparação com a situação global. Por fim, de modo a realizar uma análise quantitativa do cenário no país, será criado um inquérito, a partir dos resultados das entrevistas, para avaliar as respostas de consultores em Portugal.

Outro aspecto identificado foi a relação entre pesquisa local aplicada *versus* pesquisa teórica/literatura. As pesquisas aplicadas representaram 82% dos casos, contra 18% de publicações que realizaram revisão sistemática de literatura elencando múltiplos casos em diferentes países. Aponta-se, com estes dados, um maior interesse em pesquisas de campo com aplicações reais da gestão LSS nas indústrias para identificação das barreiras de implementação. Sobre os demais estudos (revisão de literatura) foram conduzidos por investigadores europeus (França, Bélgica, Lituânia) e asiáticos (Índia, Malásia).

Relativamente à distribuição do número de publicações ao longo do tempo, identifica-se uma tendência de crescimento do número de artigos sobre o tema das barreiras de implementação da gestão LSS nas indústrias, conforme apresentado na Figura 3-2. Com uma linha de tendência ascendente, identificando-se um pico em 2016, com uma diminuição a partir de 2019. Este fator pode ser atribuído provavelmente pela pandemia mundial do COVID-19 que afetou as indústrias globais.

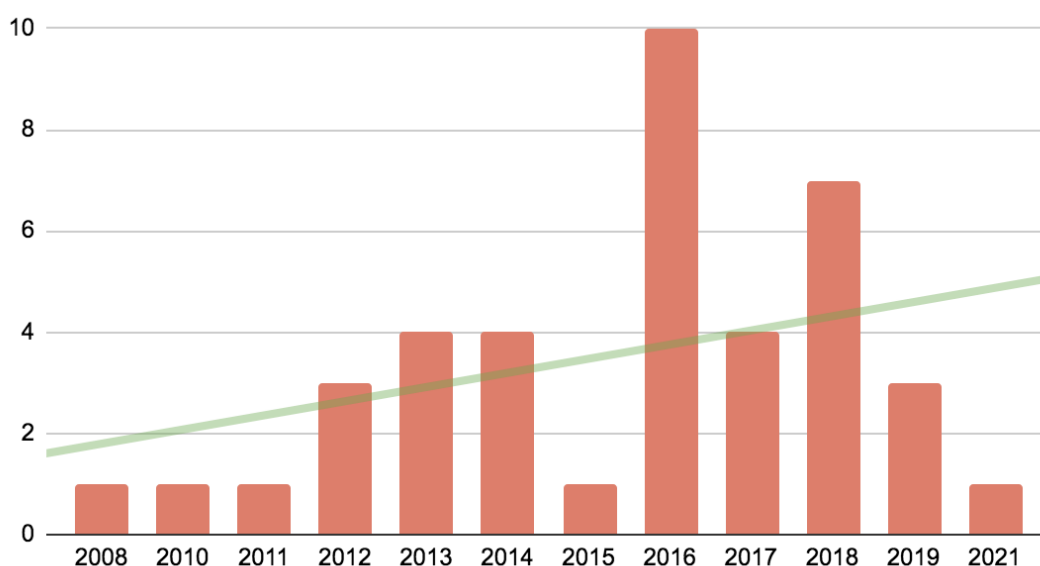


Figura 3-2 Frequência de artigos ao longo dos anos.

Em relação aos setores da indústria, observou-se que mais da metade das pesquisas (52,5%) investigaram múltiplos setores da indústria, especialmente a indústria transformadora, habitualmente referida na literatura inglesa como *manufacturing industry*. Ou seja, um local ou país analisou barreiras em diferentes setores da sua indústria. Nestes casos, é interessante apontar que grande parte dos autores têm interesse em identificar padrões de barreiras em comum na indústria, independentemente do setor produtivo. Provavelmente uma tentativa de mapear as “barreiras universais”.

Os demais estudos realizaram análises em setores específicos, sendo os que chamaram mais atenção foram a indústria da Construção seguida pela Automotiva, representando juntas 17,5% dos casos da amostra. Outros casos isolados foram observados em diferentes 12 setores, tais como: Máquinas e equipamentos, metalomecânica, mineração, aeroespacial, eletroeletrônica, telecomunicações, tecnologia, química, farmacêutica, gráfica, cerâmica e alimentícia. A distribuição setorial da amostra pode ser verificada na Figura 3-3.

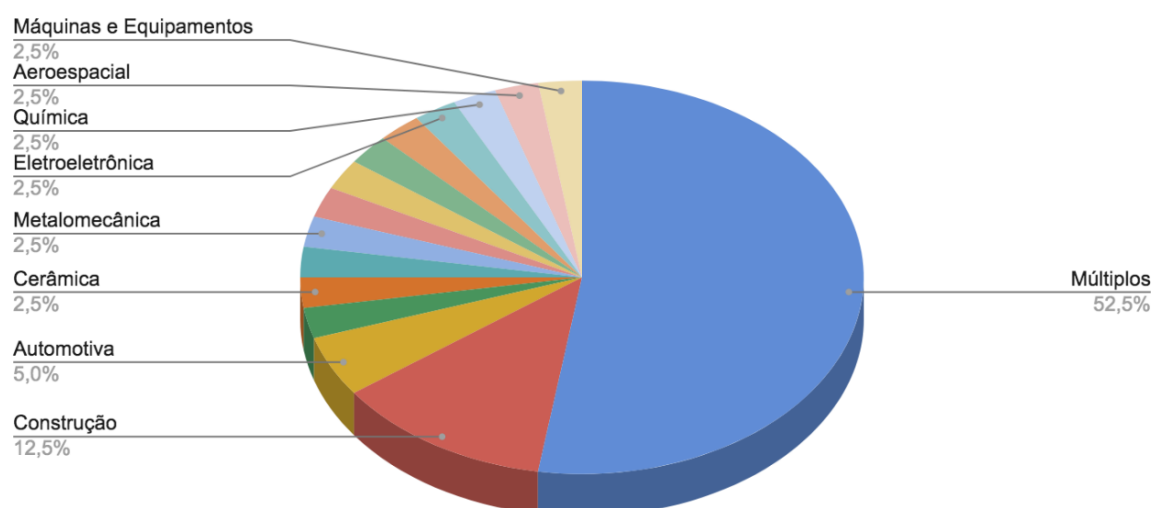


Figura 3-3 Distribuição de indústrias nos artigos.

Sobre as principais categorias das barreiras na amostra analisada, a partir de registo quantitativo do aparecimento de cada barreira por artigo. Para ter uma análise mais fidedigna, a percentagem foi traçada proporcionalmente por categoria em relação a quantidade de barreiras. Por exemplo, a gestão de topo possui 4 barreiras elencadas, enquanto os aspetos financeiros apenas 2. Mesmo proporcionalmente, os autores das pesquisas da amostra, concordam que quase a metade das barreiras de implementação (47,2%) estão relacionadas com aspetos da "gestão de topo" e "educacionais", conforme observado na Figura 3-4. Aponta-se para uma perceção de menor impacto barreiras relacionadas com fatores externos (clientes e fornecedores) e financeiros, por exemplo.

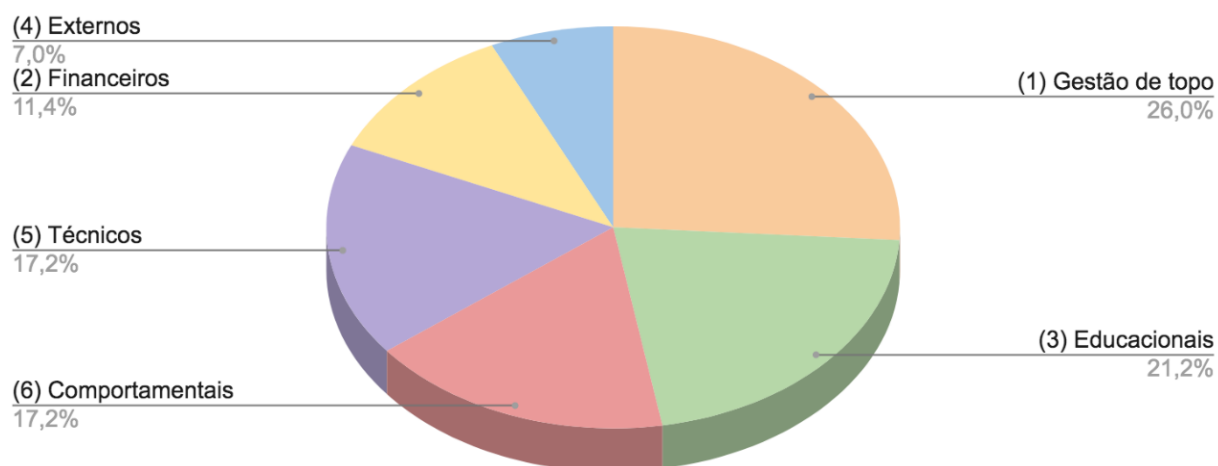


Figura 3-4 Distribuição dos 6 aspetos encontrados nos artigos.

Em contrapartida, quando analisadas cada barreira individualmente, observa-se 4 barreiras principais que são elencadas em mais da metade dos artigos da amostra, em ordem de relevância: (1) Dedicção e envolvimento dos líderes; (2) Falta de conhecimento sobre o LSS; (3) Necessidade de altos investimentos; (4) Resistência dos colaboradores à mudança (Figura 3-5).

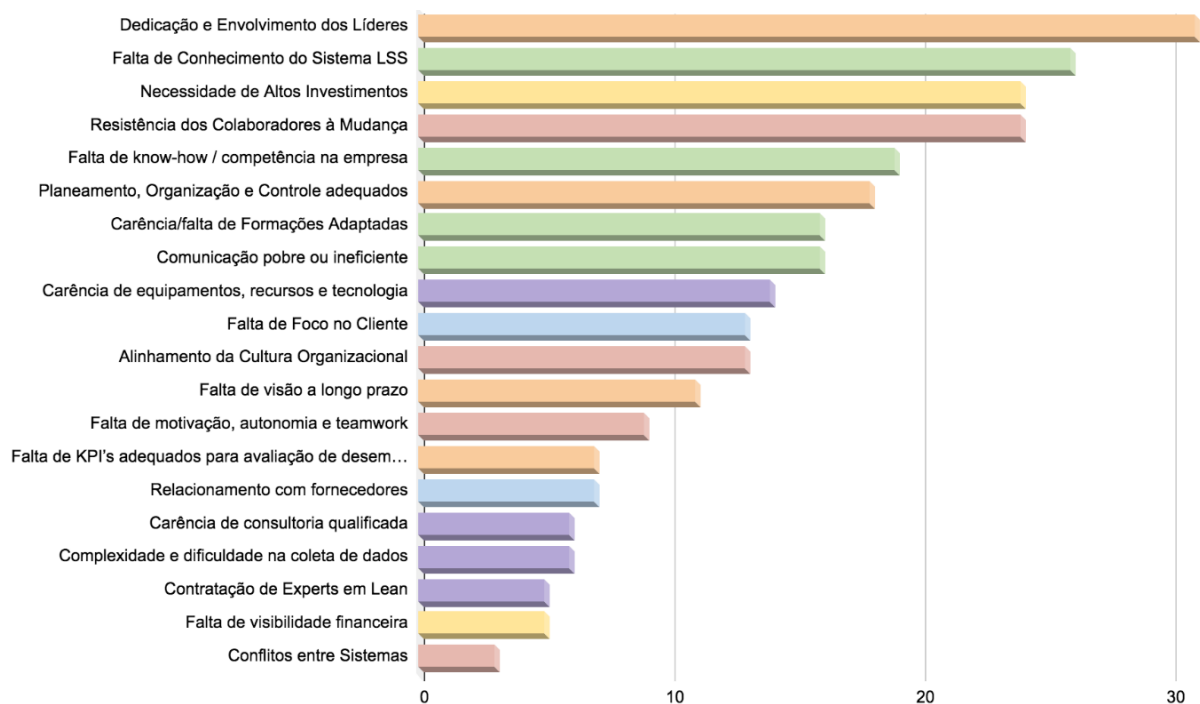


Figura 3-5 Distribuição da frequência das barreiras na amostra internacional.

3.1.2. Barreiras da Implementação do LSS na Indústria Portuguesa

Do total de 20 publicações nacionais encontradas sobre as barreiras, 90% foram dissertações de mestrado e o restante teses de doutoramento. A Figura 3-6 indica quais universidades desenvolveram esses trabalhos, totalizando 10 instituições de ensino superior (IES), das quais 4 delas se destacam com o maior número de contribuições, que são a Universidade do Minho, a Universidade do Porto, o Instituto Superior de Engenharia do Porto e o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

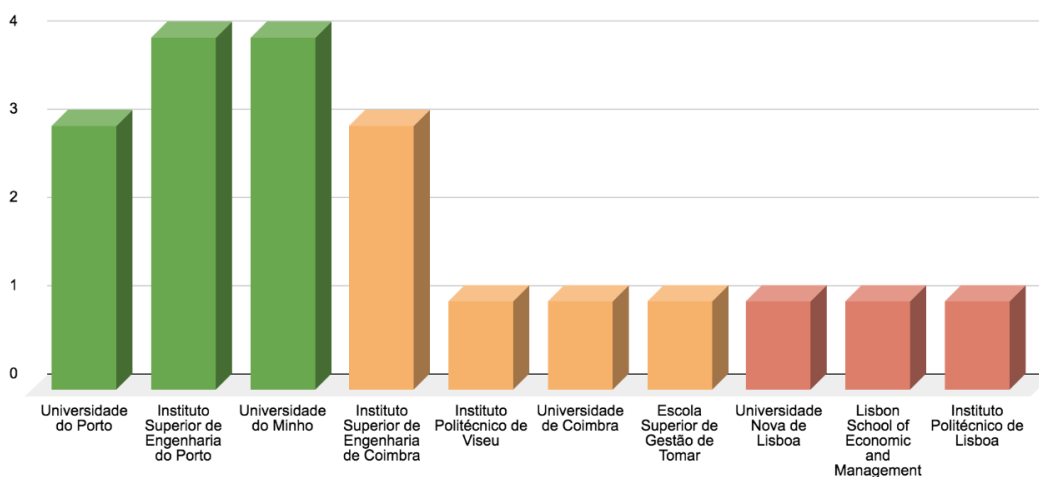


Figura 3-6 Distribuição das publicações por universidade.

Além disso, ressalta-se o facto de 75% dos trabalhos foram desenvolvidos pelos cursos de Engenharia/Gestão Industrial e Engenharia Mecânica, enquanto os restantes 25% estão distribuídos entre cursos como Engenharia Civil, Gestão e Economia, Auditoria e Análise Financeira, Contabilidade e Tecnologias Gráficas.

Em relação à localização onde tais estudos foram conduzidos, observou-se uma maior concentração dos trabalhos na região norte do país, o que pode apontar uma possível correlação com a distribuição e concentração de indústrias transformadoras ao longo do país. Da amostra, mais da metade das pesquisas foram realizadas na região norte (55% dos trabalhos), quando comparados ao centro (30%) e Lisboa (15%). Não foi detectado nenhum trabalho desenvolvido nas regiões do Alentejo ou Algarve, conforme Figura 3-7. Na região norte, os destaques ficam com os distritos de Porto e Braga, no centro o distrito de Coimbra e no sul o distrito de Lisboa.

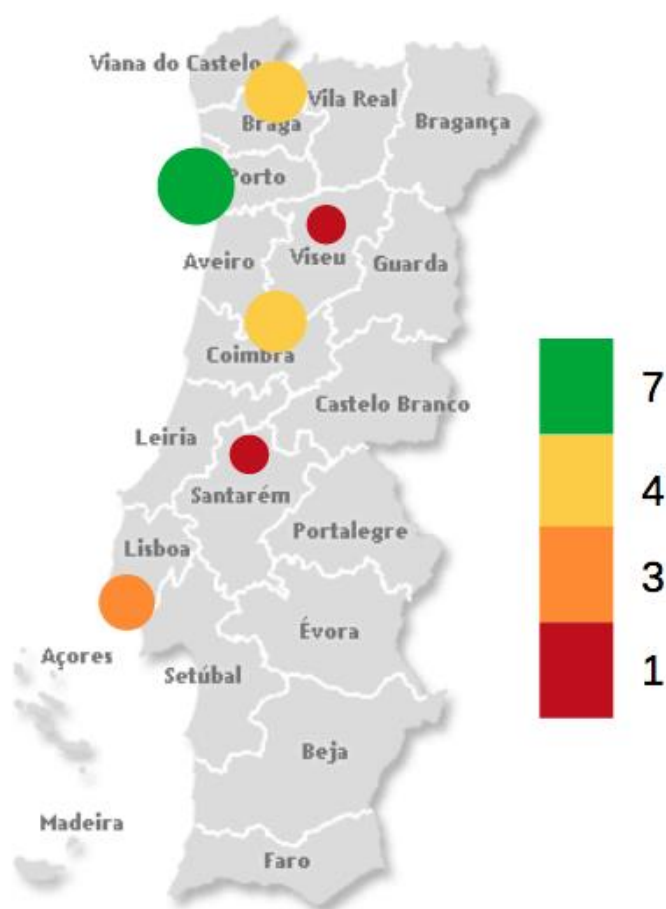


Figura 3-7 Mapa demográfico da origem das publicações

Relativamente ao período em que esses trabalhos foram desenvolvidos, é de se notar o incremento um pico a partir de 2016, e uma ligeira diminuição a partir do ano 2020. Supõe-se mais uma vez relação com a crise sanitária do COVID-19. Apesar da diminuição, mesmo assim a linha de tendência é crescente, apontando para um aumento de interesse sobre o LSS ao longo do tempo. Apesar da amostra não ter identificado trabalho publicado no ano 2017, não há causa aparente para tal. A distribuição das pesquisas ao longo do tempo pode ser observada a seguir na Figura 3-8.

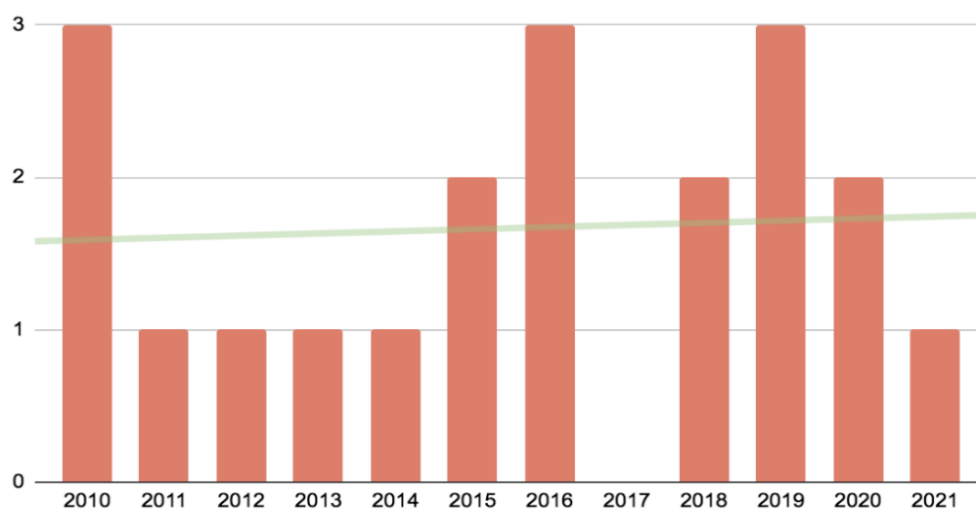


Figura 3-8 Número de publicações ao longo dos anos

Sobre os setores da indústria, verificou-se que os trabalhos se concentraram especialmente nos segmentos automóvel (21,2%), seguido por têxtil, construção e metalomecânica (somados a 27,3%) com alguns estudos tendo sido realizados em múltiplos setores (12,1%), conforme Figura 3-9. É natural esperar-se vários trabalhos no setor da indústria automóvel, dada a força que esse tipo de indústria transformadora tem no país. Outros setores identificados foram: Alimentos e bebidas, mobiliário, máquinas e equipamentos, plástico, papel e embalagem, cortiça e gráfica.

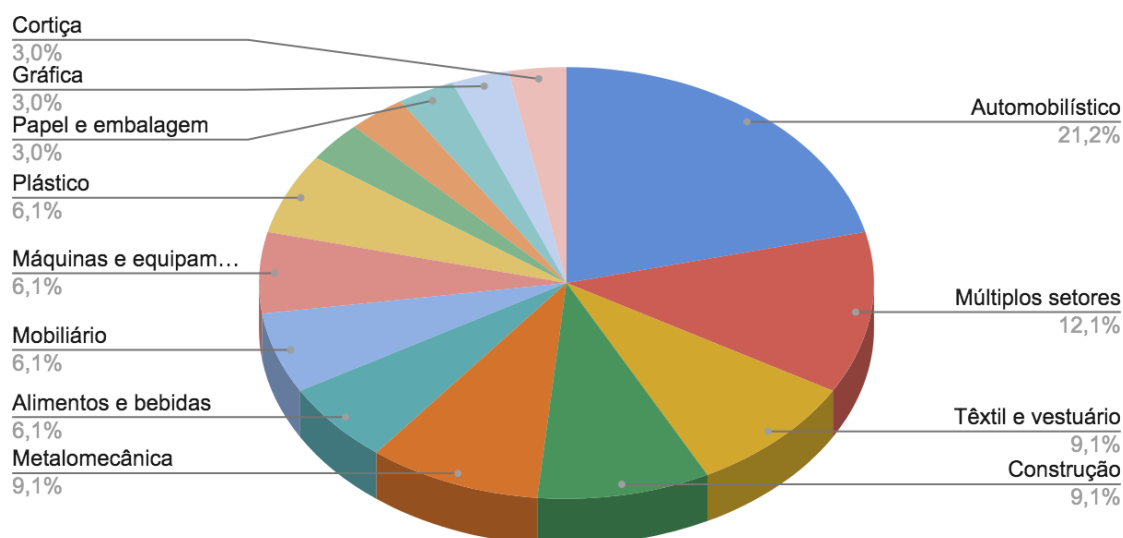


Figura 3-9 Distribuição dos trabalhos por setores da indústria

Sobre o tipo de abordagem da pesquisa e quantidade de indústrias avaliadas, 45% dos trabalhos da amostra utilizaram uma abordagem quantitativa com análise de múltiplas empresas, apresentando uma média de 59 empresas por estudo. Os outros 55% dos trabalhos foram estudos de casos com abordagens qualitativa e/ou quantitativa que variaram de 1 a 4 empresas por estudo. Estas informações podem ser verificadas no ANEXO IV.

Relativamente às categorias das barreiras de implementação encontradas nos trabalhos, verificou-se uma distribuição mais homogênea, exceto pelos aspetos financeiros e externos. Diferentemente dos resultados da amostra internacional, a maior quantidade de barreiras encontradas na amostra nacional foi nas categorias de aspetos Educacionais (25,6%) e Técnicos (23,1%), conforme Figura 3-10. Ao se observar individualmente as barreiras, indicada na Figura 3-11 observou-se que mais da metade das publicações entraram em consenso com 3 barreiras, sendo a mais citada de todas a “Carência de equipamentos, recursos e tecnologia”, seguida de “Resistência dos colaboradores à mudança” e “Falta de conhecimento do LSS”. Estes dados permitem traçar uma ideia do cenário atual no país, que carece tanto de recursos para a introdução em novas tecnologias, quanto uma dificuldade em aceitação da prática da melhoria contínua. Além disso, aponta para uma carência de mão de obra qualificada em LSS, provavelmente porque os primeiros cursos sobre tais temáticas no país datam do início dos anos 2000 e o conhecimento ainda não foi amplamente difundido junto aos profissionais.

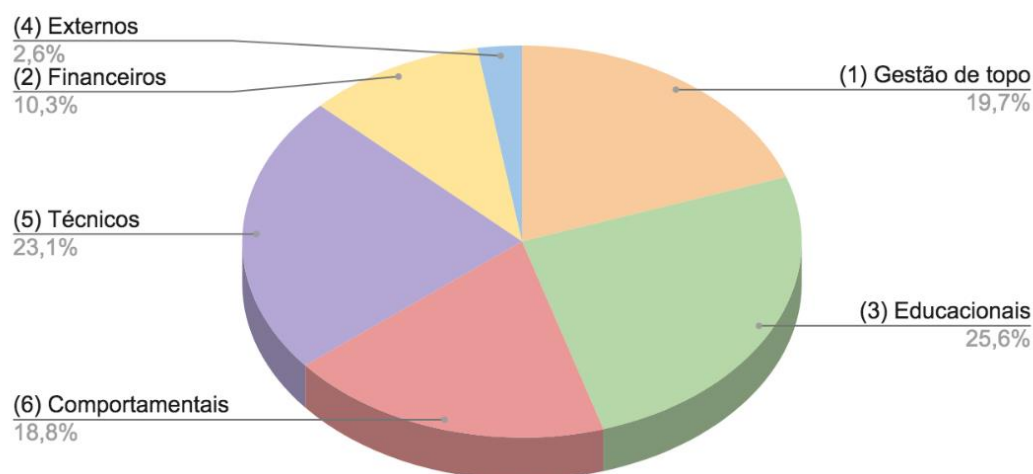


Figura 3-10 Distribuição das barreiras pelas 6 categorias a nível nacional.

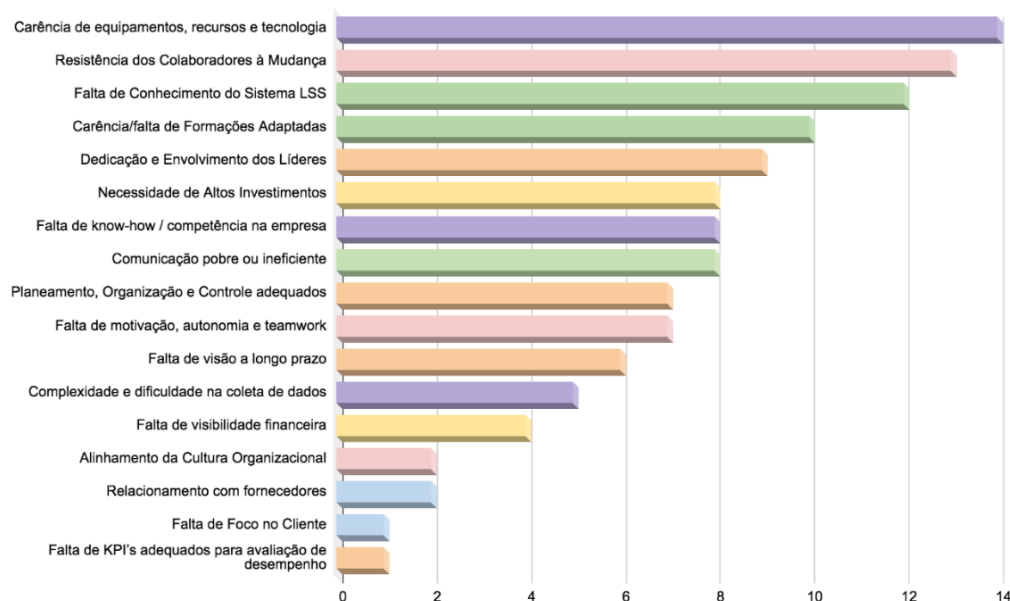


Figura 3-11 Distribuição da frequência das barreiras a nível nacional.

3.2. Pesquisa Analítica-Comparativa

Barreiras do LSS nas indústrias Global X Portugal

3.2.1. Classificação dos Níveis das Barreiras de Implementação LSS

Tomando como base os conceitos de níveis visíveis e invisíveis, além da hierarquia de níveis de gestão, foram definidos 4 níveis para classificar em que contexto e grau de complexidade que as barreiras atuam. Na base, temos menor nível de dificuldade e complexidade, relacionando-se com ações mais práticas, operacionais, simples, visíveis, concretas, objetivas. No topo, há maior nível de complexidade, subjetividade, abstração, intangibilidade. Os níveis são apresentados na Figura 3-12 e suas correspondências com as barreiras de implementação na Tabela 3-1.

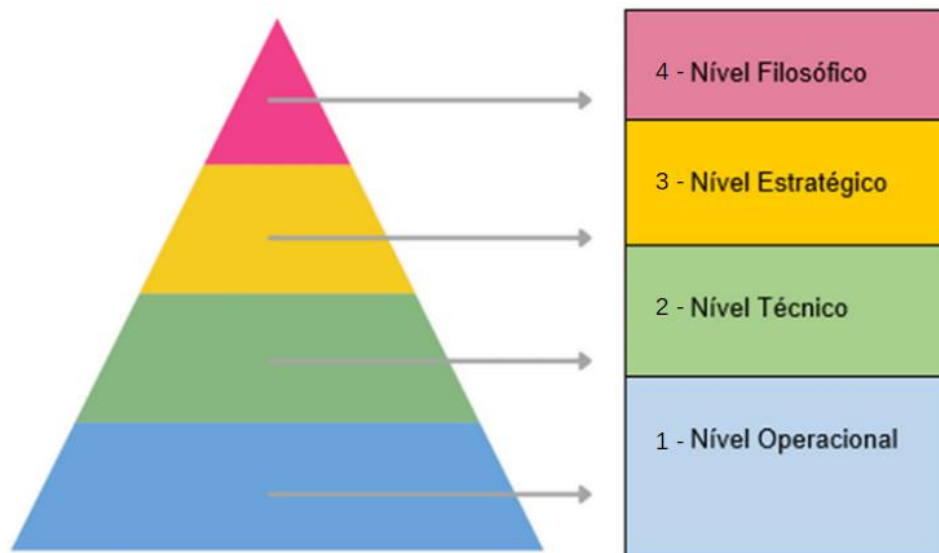


Figura 3-12 Níveis de classificação das Barreiras de implementação.

Os elementos relevantes em cada nível são apresentados em baixo:

- **Nível 1 Operacional:** Procedimentos, operações, recursos, equipamentos, ferramentas, materiais, infraestrutura, produto (conformidade, acabamento etc.)
- **Nível 2 Técnico:** Pessoas (qualificação, *soft skills*), formação, capacitação, documentação do conhecimento, metodologias de trabalho, medição, análise, avaliação, processos, segurança, auditoria
- **Nível 3 Estratégico:** Liderança, planeamento, estratégia, direção, gestão, controle, indicadores, comunicação, finanças, relação com fornecedores
- **Nível 4 Corporativo:** Cultura, missão, visão, valores, comportamento, satisfação, motivação, comprometimento, envolvimento, disciplina, foco no cliente/valor, cultura de excelência em qualidade, *mindset* (modelo mental).

Tabela 3-1 Classificação dos níveis das barreiras do LSS.

NÍVEL DA BARREIRA	BARREIRA DE IMPLEMENTAÇÃO
Nível Filosófico	Resistência dos Colaboradores à Mudança Falta de alinhamento da Cultura Organizacional Falta de motivação, autonomia e teamwork Conflitos entre diferentes Sistemas
Nível Estratégico	Falta de Planejamento, Organização e Controle adequados Falta de KPI's adequados para avaliação de desempenho Falta de Foco no Cliente e Planejamento Pull Falta de dedicação e Envolvimento dos Líderes/gestores Falta de visão a longo prazo Falta de visibilidade financeira Comunicação pobre ou ineficiente Envolvimento com fornecedores Necessidade de Altos Investimentos
Nível Técnico	Carência/falta de Formações Adaptadas Falta de Conhecimento do Sistema LSS Contratação de Experts em <i>Lean</i> Carência de consultoria qualificada Falta de know-how e gestão do conhecimento Complexidade, dificuldade ou erro na recolha de dados
Nível Operacional	Carência de equipamentos, recursos e tecnologia

3.2.2. Barreiras da Implementação do LSS indústria Global X Nacional

Para aprofundar a análise a partir dos dados obtidos das amostras recolhidas, foi desenvolvida uma análise comparativa entre as barreiras globais e nacionais. Essa análise levou em consideração a frequência com que as barreiras eram constatadas em relação ao número total de publicações da amostra em cada cenário. Por exemplo, a barreira B01 no cenário nacional teve uma taxa de 0,45, que significa uma frequência de citação de 45% da amostra nacional, enquanto apresentou uma taxa de 0,78 (78%) de frequência na amostra global. Esses valores são mostrados na Tabela 3-2. Além disso, foi também calculado o percentual de discrepância entre os cenários de acordo com a equação abaixo:

$$Discrepância = \frac{(\%Nacional - \%Global)}{\%Nacional}$$

Nas diferentes barreiras, por se utilizar como base a taxa nacional, foram encontrados resultados positivos, quando a taxa nacional é superior a global, ou negativos quando a taxa nacional é inferior a global. Também foi adicionado uma coluna de comparação, para facilitar a visualização. Para barreiras cuja discrepância variou numa margem de $\pm 10\%$, foi considerado como igualmente frequentes em ambos os casos e para discrepâncias com valores absolutos superiores a 100%, estes foram destacados em negrito na Tabela 3-2, classificados como extrema discrepância. Para exemplificar, no caso da barreira B01, essa barreira é 73% mais frequente no cenário global quando comparado ao nacional, no entanto, para a barreira B04 a discrepância é de 7%, em que esta barreira é considerada de igual frequência com o cenário global.

Tabela 3-2 Comparativo das barreiras globais e nacionais

COD	BARREIRA	NACIONAL		GLOBAL	DISCREPÂNCIA
B01	Dedicação e Envolvimento dos Líderes	0,45	<	0,78	-73%
B02	Planeamento, Organização e Controle adequados	0,35	<	0,45	-29%
B03	Falta de KPI's adequados	0,05	<	0,18	-260%
B04	Falta de visão a longo prazo	0,30	=	0,28	7%
B05	Necessidade de Altos Investimentos	0,40	<	0,60	-50%
B06	Falta de visibilidade financeira	0,20	>	0,13	35%
B07	Carência/falta de Formações Adaptadas	0,50	>	0,40	20%
B08	Falta de Conhecimento do Sistema LSS	0,60	=	0,65	-8%
B09	Comunicação pobre ou ineficiente	0,40	=	0,40	0%
B10	Relacionamento com fornecedores	0,10	<	0,18	-80%
B11	Falta de Foco no Cliente	0,05	<	0,33	-560%
B14	Falta de know-how / competência na empresa	0,40	<	0,48	-20%
B15	Carência de equipamentos, recursos e tecnologia	0,70	>	0,35	50%
B16	Complexidade e dificuldade na recolha de dados	0,25	>	0,15	40%
B17	Resistência dos Colaboradores à Mudança	0,65	=	0,60	0%
B18	Alinhamento da Cultura Organizacional	0,10	<	0,33	-230%
B20	Falta de motivação, autonomia e teamwork	0,35	>	0,23	34%

Do total de 17 barreiras, 4 (B04, B08, B09, B16) delas tiveram resultado semelhante, 8 (B01, B02, B03, B05, B10, B11, B14, B18) apareceram mais frequentemente a nível global, 5 (B06, B07, B15, B16, B20) mais frequentemente a nível nacional. Ressalta-se que três barreiras não apareceram na amostra nacional e, portanto, foram descartadas do comparativo, nomeadamente “Contratação de especialistas em *Lean*” (B12), “Carência de consultoria qualificada” (B13) e “Conflito entre diferentes sistemas” (B19).

Desse resultado, observa-se que três barreiras foram classificadas como de extrema discrepância negativa, ou seja, apresentadas com frequência muito mais elevada no cenário global, a saber: São “Falta de Foco no Cliente” (B11), “Falta de KPI's adequados” (B03), “Alinhamento da Cultura Organizacional” (B18). As duas primeiras consideradas do nível estratégico, enquanto a última do nível filosófico. Em contrapartida, apesar de não haver extrema discrepância positiva constatada, pôde-se identificar as três maiores discrepâncias positivas, ou seja, apresentadas com maior frequência no cenário nacional, sendo elas: “Carência de equipamentos, recursos e tecnologia” (B15), “Complexidade e dificuldade na recolha de dados” (B16) e “Necessidade de altos investimentos (B05), onde a primeira é classificada no nível operacional, e a segunda e terceira nos níveis estratégico e técnico.

Em suma, as barreiras mais frequentes no cenário global estão relacionadas, em sua maioria, com níveis filosófico e estratégico, enquanto no cenário nacional, as mais frequentes são de nível operacional, técnico e estratégico. Essa situação diagnosticada pode sugerir que Portugal ainda apresenta como maiores dificuldades com níveis com menor grau de complexidade, relacionados com carência de recursos, tecnologia e investimentos. Enquanto isso, globalmente, as maiores preocupações são estabelecer pensamento com foco no cliente, alinhar cultura organizacional e definir indicadores adequados para planeamento e controlo.

3.3. Pesquisa Documental

Perfil das Empresas e Consultores LSS em Portugal

3.3.1. Perfil dos Consultores / Empresas de Consultoria LSS em Portugal

Uma vez que a comparação entre a situação global e a nacional foi realizada, foi levantado o perfil das empresas e dos consultores que atuam com o *Lean Six Sigma* no país. Como primeira etapa, foi realizada uma procura pelas plataformas Google e LinkedIn, utilizando as seguintes possíveis combinações de palavras-chave:

- “Melhoria Contínua” ou “*Lean Six Sigma*” ou “*Lean Manufacturing*”
- + “Consultor” ou “Consultoria” ou “Empresa”
- + “Portugal” ou “portuguesa”

Foi possível encontrar até dezembro de 2021 um total de 50 consultores (ANEXO V) e 21 empresas (a lista completa das empresas pode ser observada no ANEXO I), onde se levantou diversas informações, tais como tempo de atuação no mercado, área de formação, grau acadêmico, certificações adicionais. Tais dados serviram para mapear um panorama preliminar sobre o perfil daqueles que atuam com o LSS no país.

Sobre a área de formação académica, indicada na Figura 3-13, observou-se que a grande maioria dos consultores são engenheiro, somando 86%, sendo as áreas mais relevantes as áreas de mecânica (48%), produção / gestão industrial (26%) e química (12%). Os demais 14% apresentaram licenciatura em áreas de conhecimento variadas tais como gestão empresarial, contabilidade, nutrição, psicologia, sociologia e literatura.

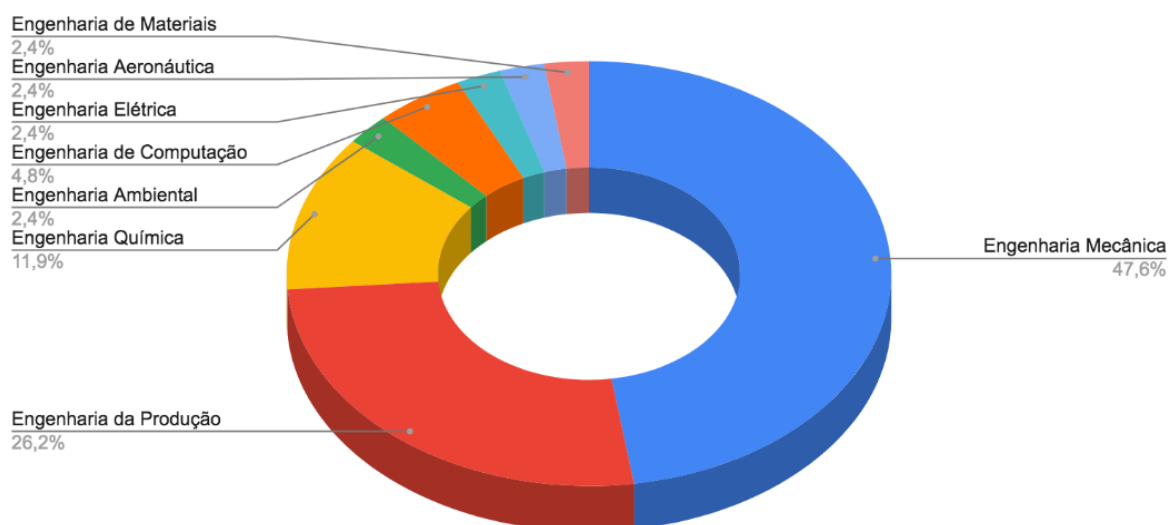


Figura 3-13 Divisão de áreas da engenharia dos consultores pesquisados

Relativamente ao grau acadêmico, observado na Figura 3-14, verificou-se que 70% dos consultores da amostra recolhida têm algum tipo de pós-graduação, seja lato ou stricto senso, contra os 30% com apenas licenciatura que se formaram pré-acordo de Bologna. Dos pós-graduados, 40% têm nível de mestrado, 14% de especialização, 12% com titulação de doutorado e 4% com MBA. Esse resultado demonstra uma busca por alto grau de qualificação profissional por parte dos consultores, uma vez que mais da metade da amostra são de mestres ou doutores.

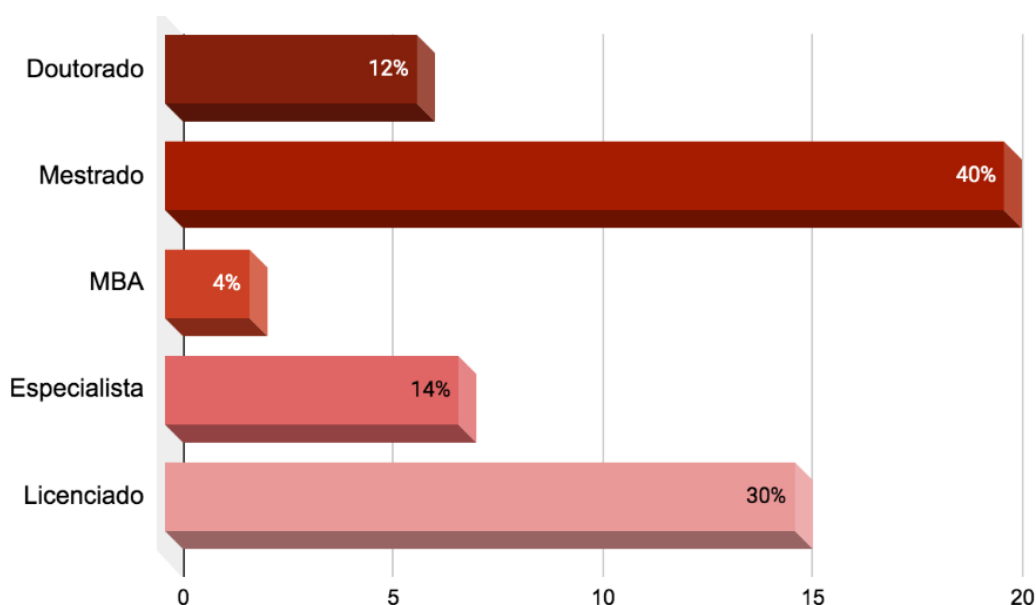


Figura 3-14 Maior grau acadêmico dos consultores pesquisados

Para a análise do tempo de experiência profissional como consultor, foi elaborado um histograma, sendo escolhidas 5 classes, com variação de 5 anos entre as classes. A Tabela 3-3 apresenta os resultados obtidos. O que se verificou foi que quase metade da amostra possui experiência inferior a 5 anos (44% do total). Esse conjunto de fatores, experiência e máximo grau acadêmico, sugere uma grande quantidade de consultores a ingressar no ramo recentemente, ilustrado no histograma da Figura 3-15:

Tabela 3-3 Estatísticas descritiva da experiência profissional dos consultores

Classes (anos)	Fi	Xi	Fi %	Fi % acum	Xi * Fi	(Xi ² * Fi)
1 - 5	22	3	44,00%	44,00%	66	198
6 - 10	10	8	20,00%	64,00%	80	640
11 - 15	6	12,5	12,00%	76,00%	75	937,5
16 - 20	6	18	12,00%	88,00%	108	1944
21 - 30	6	25,5	12,00%	100,00	153	3901,5

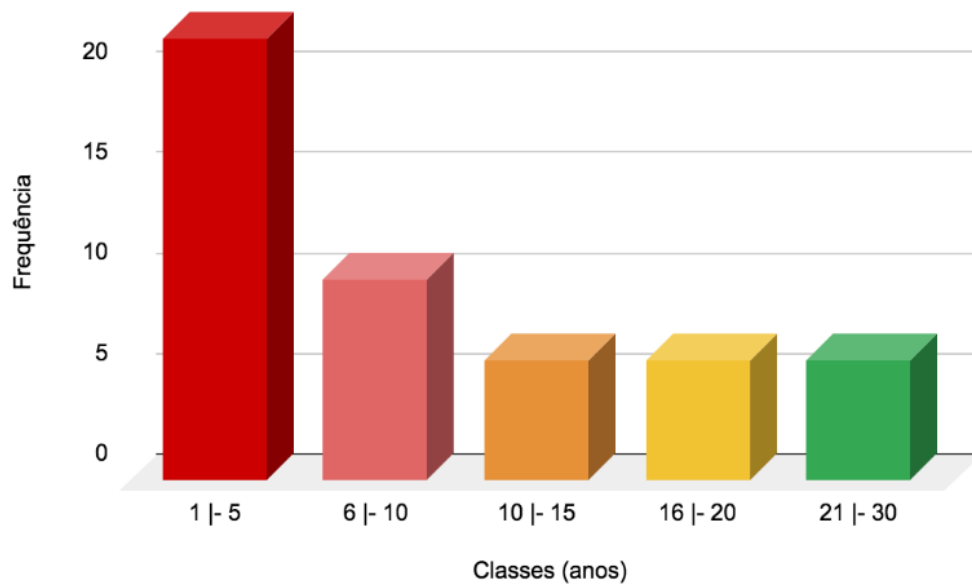


Figura 3-15 Histograma do tempo de experiência dos consultores

O último aspecto avaliado foram as formações adicionais, que se constatou já um crescente interesse nos diversos níveis de formação do LSS, totalizando ao mínimo 54% da amostra. Isto porque 34% dos consultores não apresentaram em seus currículos do LinkedIn informações a respeito, sendo classificados em "não informados". Para atuar como consultor LSS, no entanto, era esperado o mínimo a certificação *Black Belt* (ou superior), o que só foi apresentado em apenas 38% da amostra (Figura 3-16).

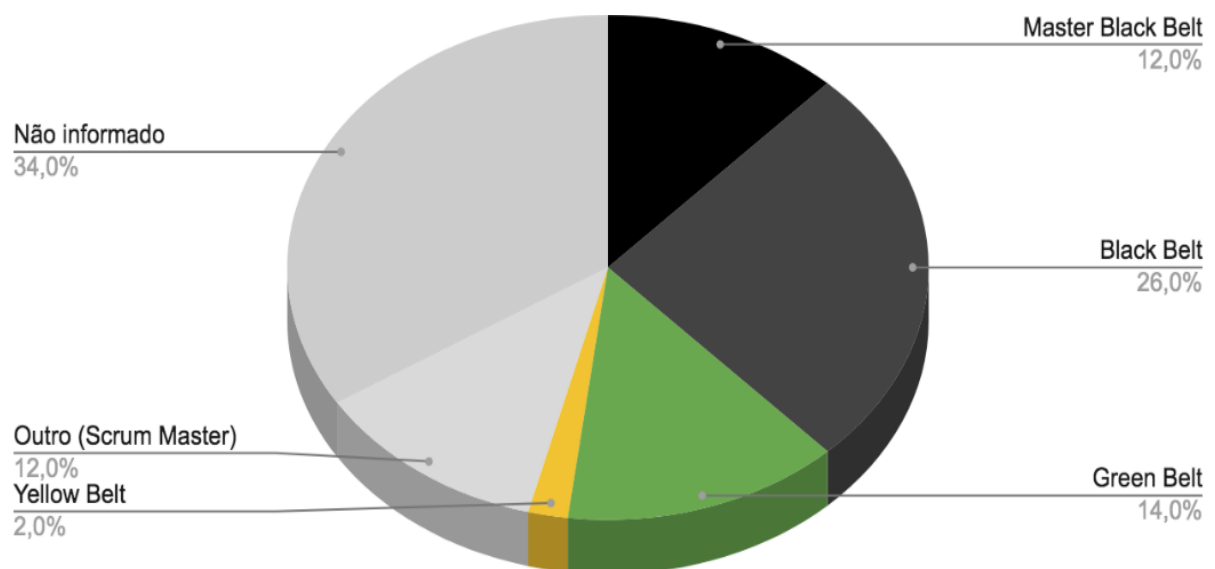


Figura 3-16 Distribuição dos níveis de *Belts* entre consultores

3.4. Pesquisa de Campo Qualitativa

Barreiras LSS na indústria portuguesa

3.4.1. Entrevista com Consultores LSS atuantes em Portugal

Em etapa a seguir à recolha de dados do perfil das empresas e consultores no país, procurou-se verificar o que pensam tais consultores, suas opiniões, percepções e experiências perante as barreiras de implementação do LSS na indústria portuguesa. Das 20 empresas contatadas, 4 delas responderam de forma positiva à disponibilidade para realizar uma entrevista. O perfil dos 4 consultores é apresentado na Tabela 3-4.

Tabela 3-4 Perfil dos consultores entrevistados

Entrevistado	Formação profissional	Formação adicional	Tempo de mercado	Nº Empresas que impactou
Consultor 1	Engenharia Química	Master Black Belt	19 anos	+50
Consultor 2	Engenharia Mecânica	Master Black Belt	30 anos	200
Consultor 3	Engenharia Mecânica	Não informado	10 anos	16
Consultor 4	Gestão industrial	Black Belt	10 anos	+30

Uma vez que o perfil dos consultores foi mapeado, o objetivo seguinte foi obter uma análise qualitativa inicial do atual cenário nacional elencado por consultores, através da aplicação de uma entrevista semiestruturada, cuja estrutura pode ser encontrada no ANEXO VI. Os tópicos da entrevista foram divididos nas 6 categorias de barreiras com perguntas abertas para não influenciar respostas, onde foi possível levantar as principais barreiras elencadas pelos consultores e associá-las com àquelas encontradas na literatura. Outro aspeto interessante foi solicitar soluções implementadas por eles para contornar cada uma das repetitivas barreiras enfrentadas durante a implementação do LSS na indústria portuguesa. São discutidas a seguir.

- **Barreiras de Aspetos da Gestão de Topo:** Observa-se que algumas das barreiras mais comentadas como críticas encontram-se nesta categoria. Dentre elas, um destaque maior para a “Falta de dedicação e envolvimento dos líderes e gestores” com a implementação do LSS (B01), que pode ser vista nos seguintes discursos dos consultores:

CONSULTOR 1:

“Às vezes tinham barreiras a implementar o 6 Sigma porque a gestão de topo não era minimamente conhecedora e não estava minimamente receptiva a sequer ouvir falar do assunto. (...) É preciso fazer acontecer e mostrar que as coisas mudadas podem ficar muito melhores. A melhor maneira de modificar esta mentalidade é darmos pequenos passos e que seja um piloto demonstrador das vantagens. Escolher a área com mais problemas, mais reclamações, aquilo que é o calcanhar de Aquiles, que é o ponto fraco da empresa e que as pessoas querem mesmo mudar... tentar resolver e mostrar as mais valias. Depois envolver todas as equipas até à base, a Gestão de Topo é mobilizada em grupo, depois não consegue mais dizer que não”.

CONSULTOR 2:

“As barreiras de gestão de topo só serão barreiras se não conseguir dar o propósito e a visão sobre o projeto. Dar alerta de como vai ser implementado e as adversidades que podem vir dali. Há algumas resistências, algumas questões, mas é preciso dizer que há ganhos e dificuldades e que precisam ser ultrapassadas passo a passo, envolvendo os gestores. É um desafio, é como uma maratona, dar os primeiros passos e depois fazer sacrifícios... entrar no ritmo, saber momentos de respirar mais fundo. Dar sempre um sentido – o caminho será mais ou menos este”.

CONSULTOR 4:

“A barreira principal é a nível de envolvimento da gestão de topo. Quando não há um envolvimento constante e regular por parte da direção, se calhar é o principal. É também a falta de dedicação e grande dispersão. Dispersam-se facilmente com outros assuntos e não conseguem se manter focados no projeto Lean... apesar de ser uma prioridade pra eles, muitas vezes não conseguem acompanhar e tentam confiar nos consultores para liderar os projetos, e isso é um erro. É preciso criar formas, desde o contrato, para garantir o envolvimento, seja participar de reuniões, acompanhar as equipas, assegurar recursos, atualizar os objetivos e cumprir atividades que precisam fazer parte. Ter o sponsor ativo (o patrocinador do projeto)”.

Para contornar estas barreiras, algumas soluções discutidas são de, desde o início, oferecer aos gestores uma visão sobre o projeto e acordar a participação e envolvimento nas atividades necessárias. Ainda sobre a Gestão de Topo, outra barreira citada foi a “Falta de KPI's adequados para avaliação de desempenho” (B03), seja por ausência ou definição equivocada deles para entender os processos. Nestes casos, os consultores precisam entender os processos que são críticos, identificar as variáveis de partida e (re)definir indicadores para saber exatamente o que medir, como medir e quando medir:

CONSULTOR 1:

“Temos sempre estes dois aspetos a trabalhar; otimizar a qualidade e a eficiência operacional. O Seis Sigma é muito interessante em ambas. Mas primeiro entra o Lean para arrumar os processos e depois de termos a arquitetura das variáveis dos processos que são críticos e termos adequadamente formas de medir... muitas vezes nem se quer há formas de medir. Precisamos definir o que vamos medir em cada em cada processo pra perceber o estado-da-arte e como vamos mudar para aumentar a eficiência e qualidade (...). E depois entra aí as metodologias, faço isso por fases, adapto o DMAIC.. medir o ponto de onde estou a partir, ter as variáveis de partida (...). Os KPIs nem sempre estão da forma mais adequada, quase sempre temos que alterar – implementar novas formas de medição e sistemas de monitorização para medir e redefinir o processo”.

Um outro desafio que trazem é a “Falta de visão a longo prazo” (B04), onde reportam que há frequente impaciência da direção com resultados e busca por ganhos mais imediatos, o que pode atrapalhar a sustentabilidade das implementações. Comentam que precisam dosar entre trazer algum ganho rápido e, ao mesmo tempo, trazer consciência e insistir sobre a importância de desenvolver uma visão de longo prazo:

CONSULTOR 2:

“Uma das barreiras de gestão de topo, é..se calhar.. acontecer algo e querer ver em números rápido e algo que demora a acontecer fora do que é suposto. No Lean Six Sigma uma parte dos ganhos pode ser logo de início, mas depois há um período que passa o pico da mudança e vai arrefecer um bocadinho. Pode ser uma barreira ver que tem uma subida, depois uma descida e ter que manter a confiança a desenvolver os trabalhos e projetos com ganho futuro. É preciso dar o máximo de visão, mas é claro que tem que ter muita prática nesse sentido e, por muito que se avise, é preciso ter uma base por trás”.

CONSULTOR 3:

“Caímos aqui numa das barreiras principais, que é a busca por resultados a curto prazo. Seja o Lean, seja o Six Sigma, seja a melhoria contínua, ou o nome que você quiser chamar, não funciona com o espírito imediatista nem de curto prazo.”

O resumo com as principais barreiras elencadas sobre os aspetos da gestão de topo e possíveis soluções a serem implementadas podem ser observadas na

Tabela 3-5.

Tabela 3-5 Barreiras da gestão de topo pelos entrevistados

COD	BARREIRA	CONSULTOR	SOLUÇÃO
B01	Falta de Envolvimento dos Líderes	Consultor 1	Dar pequenos avanços e escolher estrategicamente projetos rápidos que possam dar resultados que validem a metodologia e as ferramentas
	Líderes não convencidos	Consultor 3	Insistir, sensibilizar, mostrar exemplos, partilhar casos de sucesso, aplicar <i>benchmarking</i>
	Falta de Envolvimento dos Líderes	Consultor 4	Criar formas, desde o contrato, para garantir o envolvimento, seja participar de reuniões, acompanhar as equipas, assegurar recursos, atualizar os objetivos, manter o <i>sponsor</i> ativo.
B02	Falta de Propósito e Visão do Projeto	Consultor 2	Ser claro no projeto, demonstrar os ganhos e dificuldades, dar visão geral e propósito
	Falta de Planeamento no Projeto	Consultor 4	Criar formas de manter, durante o projeto, participações em reuniões, criar listas TO DO para líderes, gestão visual, aplicar PDCA
B03	Falta de KPI's adequados	Consultor 1	Ter as variáveis de partida, implementar novas formas de medição e sistemas de monitorização para medir todo o processo e redefinir o processo
B04	Busca por Resultados Imediatos	Consultor 2	Manter a confiança, desenvolver os projetos com ganho futuro, oferecer o máximo de visão
	Falta de visão de longo prazo	Consultor 3	Sensibilizar e formar para mostrar que ferramentas de melhoria contínua não funcionam a curto prazo

- **Barreiras de Aspetos Financeiros:** Verifica-se quase que na totalidade a “Recusa de investimento”, associada à barreira “Necessidade de Altos Investimentos” (B05) é a barreira mais citada nesta categoria. Mas o que chama atenção, diferente da forma como citada na literatura - a escassez de recursos financeiros para investir - o que os consultores comentam é sobre isso não ser um impedimento para eles. Abordam que é possível implementar o LSS sem precisar investir e com os ganhos obtidos, aí sim algum investimento pode ser feito. Algumas soluções são apresentadas na Tabela 3-6.

CONSULTOR 1:

“É possível implementar projetos Lean com Zero Euros de investimento, fazemos economia circular, como recondicionar peças, reciclando, reutilizando tudo aquilo que temos dentro, como fazer novas estantes, classificações, reorganizar os próprios espaços. Se conseguimos implementar um Lean sem gastar e aproveitando tudo que a empresa já tem, excelente. Mas depois no caso do Seis Sigma temos que investir em licenças de sistemas de informação para conseguir medir, analisar dados. Gosto de fazer, sempre que possível, as coisas de forma a minimizar o custo das implementações”

CONSULTOR 2:

“Começamos sempre com coisas simples, pode-se fazer várias mudanças sem investimento. Digo sempre que é preciso ser criativo. E com os ganhos das pequenas mudanças é possível fazer investimentos, claro que tem que se investir um bocadito, mas estamos a falar aqui de

coisas irrisórias quando se compara com os ganhos dos projetos”

CONSULTOR 3:

“Só há uma forma para solucionar esta barreira de falta de orçamento, que é dar resultados práticos e imediatos, escolher os projetos que tenham elevado potencial imediato, e com esses resultados financiar projetos maiores e mais significativos. Até convencer a gestão de topo. Às vezes é preciso fazer puro e duro... vai e melhora algum pequeno setor, uma área, uma linha de produção... reduzimos a utilização de recursos”

CONSULTOR 4:

“Bom, o Lean pode ser aplicado com zero de investimento, digo, claro que há o investimento dos consultores, mas me refiro fora disso. O papel do consultor é motivá-los a descobrir o que precisam fazer para melhorar, isso pode incluir investimentos, mas isso são eles que decidem. (...) Na fase de diagnóstico e definição da situação futura, nós envolvemos o financeiro. Se eles falam que é muito caro, temos que arranjar formas de fazer aquilo da maneira mais barata possível. Ou seja, fazer o mesmo, mas de uma forma mais econômica, ajudá-los a tomar as melhores decisões baseado nos princípios Lean”.

Tabela 3-6 Barreiras financeiras pelos entrevistados

COD	BARREIRA	CONSULTOR	SOLUÇÃO
B05	Necessidade de Altos Investimentos	Consultor 1	Aplicar <i>Lean</i> sem investir, reaproveitar, reutilizar, reciclar materiais e demonstrar ganhos para eventualmente quando precisar de investimento
	Necessidade de Altos Investimentos	Consultor 2	Começar com ações simples, ser criativo e aplicar pequenas mudanças que já tragam resultado
	Orçamento Limitado	Consultor 3	Realizar projetos práticos e imediatos que dão elevado potencial de poupança para que, com esses resultados financiar o restante do projeto
	Necessidade de Altos Investimentos	Consultor 4	Encontrar formas de fazer o mesmo de forma mais econômica e aplicar princípios <i>Lean</i>

É interessante verificar a coerência da opinião do Consultor 3, que em primeira instância defende que a melhoria contínua não funciona com espírito imediatista, mas que ao mesmo tempo deve-se escolher de forma estratégica projetos mais rápidos para que possam demonstrar resultados e com isso financiar projetos mais longos, ou seja, com foco no ganho a longo prazo.

- **Barreiras de Aspectos Educacionais:** Em relação a esta categoria, uma das barreiras citadas frequentemente foi a “Carência de Formações adaptadas” (B09). Neste aspecto, os consultores discutiram que o principal não é o grau de escolaridade ou nível de conhecimento dos colaboradores, mas sim a implementação de formações e capacitações adaptadas para cada nível da empresa, desde o operacional, à média gerência até a gestão de topo. A contratação de especialistas que tenham a capacidade de transmitir adequadamente os princípios, ferramentas e a filosofia do LSS unindo a teoria e a prática é essencial:

CONSULTOR 1:

“Depende muito da forma como capacitamos as equipes... é preciso que quem vá treinar saiba reconhecer os conhecimentos de cada um e potencializar ao máximo as capacidades de cada um dentro daquela equipa. Temos pessoas com nível escolar mínimo que estão a aprender a fazer SPC (...) é claro que não esperamos que faça análise de “big data” ou faça correlação de variáveis com os processos, mas pode perfeitamente analisar uma carta de controle ou um histograma e perceber se está dentro das especificações”.

CONSULTOR 3:

“Se tivermos a falar de escolaridade base, não tem grande importância, porque formação faz parte da implementação do LSS. Agora, depende do tipo de formação que for providenciada às pessoas. Se não der formação adequada e prática, elas também não aprendem. Um problema

é criar uma complicação dos conceitos e metodologias (do Lean Six Sigma). Quando querem usar muitos nomes japoneses – Kaizen, Heijunka, Poka-Yoke, Mizusumashi – quando complicam os conceitos, passam informações abstratas e dão definições erradas. Se não falar numa linguagem clara que as pessoas percebam, se não for bem explicado, principalmente com o chão-de-fábrica, se torna uma barreira”.

CONSULTOR 4:

“Algumas pessoas que possuem muito conhecimento técnico e são mais qualificadas, as vezes são difíceis de mudar tecnicamente, porque acreditam em determinada forma de trabalhar e pode ser um problema. Imagine que ele acredite que a máquina precisa trabalhar numa determinada velocidade para ter mais produtividade e eficiência. Mas precisa se mostrar justamente ao contrário, que a máquina precisa produzir no ritmo do mercado, não para otimizar sua parte individual. Por exemplo, no meu tempo não se aprendia Lean nas universidades, ainda não estava nos currículos, então a formação era muito pra produção em massa. Por isso tu encontras nas organizações pessoas com esse tipo de conhecimento técnico já obsoleto e tens que superar isso. A melhor forma é demonstrando, dar o exemplo, formação teórica e prática, com dados factos, comprovação, experimentos, fazer números etc.”.

Outra barreira comum citada nesta categoria é relativamente à “Falta de conhecimento do LSS” (B08), seja por um desconhecimento da metodologia, uma compreensão equivocada sobre ela ou simplesmente uma implementação superficial e descontextualizada por mero modismo. Nestes casos, o principal será aplicar muitas formações teóricas (princípios, ferramentas etc.), criar situações e experimentos de aprendizado prático, desmitificar, quebrar crenças e objeções:

CONSULTOR 2:

“Uma grande barreira é estar totalmente descontextualizado do que é o Lean. Quando as pessoas vão atuando de acordo com o que é moda, em grande parte há uma desilusão porque o enquadramento tem que ser muito bem feito. Nem adianta pensar em 4.0 se os processos estão cheios de desperdícios, não dá pra comprar um maquinário novo caro se falta as bases.. é preciso conhecer os objetivos daquela dinâmica. Fazer algum tipo de breve apresentação do que é o Lean.. É muito importante que qualquer pessoa na indústria tenha um conhecimento e uma formação na área, por muito que essa formação seja teórica, ela abre horizontes. Vai dar uma visão muito boa, mas depois é preciso de muita prática pra fazer com que a necessidade e a oportunidade caminhem juntas”

CONSULTOR 4:

“É o que acontece normalmente, sim. Mas não diria uma barreira. Se nos chamam, é porque não há esse conhecimento lá dentro (da empresa), é uma lacuna de conhecimento. O que nós temos que fazer, nosso papel enquanto consultores é trazer esse conhecimento, desenvolver essas competências que eles necessitam para que eles possam transformar seus processos e resolver os problemas por eles próprios, não é? Passamos a metodologia para eles para que possam liderar os projetos, baseado em muita formação, em criar experiências práticas sobre o terreno, quebrar crenças e assegurar que eles entendam corretamente os princípios Lean”

Outro fator é a “Comunicação pobre ou ineficiente” (B09) que ocorre praticamente em todos os níveis, seja vertical (entre gestão de topo e gembas) ou horizontal (entre departamentos e equipes), o que gera conflitos, falhas, atrasos, retrabalho e outros problemas graves:

CONSULTOR 2:

“Uma parte da responsabilidade é das pessoas, mas outra grande parte é de toda a dinâmica e funcionamento da empresa. A forma de trabalhar é a cultura que se implementa dentro da empresa, o fluxo de informações entre as hierarquias, desde gestão de topo até mais abaixo é que define essa cultura e essa abertura e ter alguns princípios bem estabelecidos. Precisa se estruturar e dar essa visão de uma forma clara, seguindo os princípios do Lean”.

CONSULTOR 3:

“Toda a gente diz – ‘ah, temos que ter mais comunicação, temos que ser mais transparentes...’.

E as empresas, quanto mais hierarquizadas e tradicionais são, mais dificuldade têm em reconhecer os próprios erros. Mas os gestores de topo não gostam de admitir. (...) 'we have to change people. If the people don't change, we change the people' – ou seja, tem que se mudar a mentalidade e dá muito trabalho, porque é um exercício de autorreconhecimento de falha”.

CONSULTOR 4:

“Existe em todos os sentidos e direções. Da parte entre chefes e chão-de-fábrica é o que acontece mais, que é tipicamente de uma organização focada no controle e otimização de cada parte individual, com muita hierarquia. E a comunicação aqui, muitas vezes, só flui em um sentido que é pra baixo, então, não há uma retroalimentação com o estado atual e com as propostas de melhoria... e essa deficiência, esse gap de comunicação existe muito. Conseguir criar uma comunicação transversal e multidirecional é muito importante, há que se criar mecanismos para isso. Com reuniões, uso da gestão visual... ou seja, criar pontos em que as partes se encontrem”.

Os consultores alertam para a importância da criação de mecanismos para uma comunicação mais aberta, transversal e multidirecional, com um fluxo de informações mais eficiente e ágil, usando ferramentas como gestão visual, reuniões e sistemas, entre outras. O resumo das barreiras educacionais e respectivas soluções pode ser visto na Tabela 3-7.

Tabela 3-7 Barreiras educacionais pelos entrevistados

COD	BARREIRA	CONSULTOR	SOLUÇÃO
B07	Carência/falta de Formações Adaptadas	Consultor 1	Reconhecer os conhecimentos e potencializar ao máximo as capacidades de cada um dentro daquela equipa
	Carência/falta de Formações Adaptadas	Consultor 3	Oferecer formação adequada, com linguagem adaptada e acessível, de forma clara e objetiva
	Carência/falta de Formações Adaptadas	Consultor 4	Demonstrar, dar exemplos, formação teórica e prática, com dados factos, comprovação, experimentos etc.
B08	Falta de Conhecimento do LSS	Consultor 2	Formar, apresentar, contextualizar, sensibilizar, dar momentos de prática
	Falta de Conhecimento do LSS	Consultor 4	Consultores serem capazes de treinar, formar, desenvolver competências, passar as bases da metodologia e experiências práticas e quebrar crenças
B09	Comunicação pobre ou ineficiente	Consultor 2	Desenvolver e estruturar uma cultura organizacional com abertura e princípios bem estabelecidos e claros, com fluxo de informações fluidos e transparentes em todos os níveis hierárquicos
	Comunicação pobre ou ineficiente	Consultor 3	Sensibilização, mudança de mentalidade, em último caso mudança de trabalhadores (em todos os níveis)
	Comunicação pobre ou ineficiente	Consultor 4	Diminuir controle e hierarquização, criar uma comunicação transversal, aberta e multidirecional com mecanismos para isso (reuniões, gestão visual)

- **Barreiras de Aspetos Técnicos:** É interessante destacar a unanimidade da barreira “Falta de *Know How* e Gestão do Conhecimento” (B14), seja por uma elevada rotatividade, seja pelo mal uso de ferramentas LSS, falta de conhecimento técnico no posto de trabalho ou ausência de sistemas para gestão e documentação do conhecimento, como pode ser observado nos discursos a seguir:

CONSULTOR 1:

“A questão da rotatividade, das pessoas estarem pouco tempo no chão-de-fábrica é um problema grave, porque é preciso estar constantemente a capacitar as pessoas para lidarem

com os sistemas, saberem medir e interpretar a informação. Um grande desafio é a gestão do conhecimento por parte da empresa, é ela conseguir endogenizar o conhecimento que está nos colaboradores em algoritmos a propor soluções.”

CONSULTOR 2:

“É preciso ter alguém para ensinar, enquadrar, demonstrar. E depois aplicar, desenvolver, praticar. Essas questões técnicas, se forem suportadas por uma entidade externa (fala da consultoria) que traga alguma orientação é muito diferente de ir apenas desenvolvendo o conhecimento dentro da empresa. Costuma-se dizer que dentro de uma empresa que “os santos da casa não fazem milagres”, é muito cultural (...). Trazer alguém de fora pode ser uma boa forma de desenvolver o Know How, pessoas que já passaram muitos anos nisto e tragam soluções mais consolidadas”.

CONSULTOR 2:

“Os tempos de hoje mudaram muito, os clientes buscam cada vez mais melhorias e produtos diferentes, portanto, a agilidade e a mudança têm que ser muito rápida. Eu acredito que antigamente o topo tomava as decisões de cima e as pessoas embaixo acatavam e faziam. Mas o que acredito que é preciso desenvolver hoje são pessoas que saibam fazer a ponte entre as pessoas de terreno (chão-de-fábrica) e a gestão de topo. Falta um bom profissional que consiga fazer a ligação, que sinta as dificuldades no terreno, mostre melhorias e consiga gerar valor. Questões simples como layouts não estarem adaptados, ajustes nos postos de trabalho, entre outros. A gestão intermediária focada no apoio as pessoas, sentir suas dificuldades e trazer soluções pra eles e orientar a tomada de decisão da gestão de topo”.

Outro aspeto comentado é a respeito da “Complexidade, dificuldade ou erro na recolha de dados” (B16), seja por ausência de mecanismos e sistemas para recolher dados como falhas na extração, tratamento e divulgação de dados. Destacam a importância de se utilizar dashboards atualizados em tempo real, definir variáveis críticas e indicadores corretamente, introduzir sistemas de medição com maiores níveis de acurácia. O resumo das barreiras desta categoria pode ser conferido na Tabela 3-8.

CONSULTOR 1:

“Este é um dos desafios da indústria 4.0, é adquirir dados de forma automática e de forma ágil e em tempo útil, em tempo real... de eu ir buscar dados das máquinas, dos sistemas de medição, conseguir criar Poka-Yokes para evitar erros de medição ou erros de análise... o desafio é a conectividade entre as coisas e conseguir adquirir dados fiáveis e devidamente rastreados. É eu saber qual o valor, recolhido daquela máquina, naquela hora, com aquela ordem de fabrico, que tava com aquela peça. Pronto. Esta arquitetura daquilo que eu chamo de variáveis críticas de um determinado processo é a base de tudo. Se eu não medir corretamente eu nunca vou saber o que é que se passa. (...) Criar essa arquitetura de variáveis de controle, pra mim é o maior desafio em qualquer um dos projetos. (...) Temos que ter controle estatístico dos processos. Temos que ter análise da Big Data em tempo real, estamos aqui a falar de milhares de dados que recebemos todos os dias, temos que ter ferramentas que nos permitam ter dashboards atualizados e corretos. As pessoas acham que muitas vezes é só fazer uma carta de controle, um gráfico de tendência ou um gráfico de Pareto, mas é preciso criar as bases de medição e capacitar as equipas para ter bases sustentáveis, se não estamos só a tapar buracos”.

CONSULTOR 2:

“Existe aí pouca informação ou formação mal extraída... é muito importante haver transparência dentro das empresas, dos resultados serem divulgados de uma forma macro e depois de uma forma micro. Cada departamento precisa ter um resultado, cada departamento precisa acrescentar valor de um setor para outro”

Tabela 3-8 Barreiras técnicas pelos entrevistados

COD	BARREIRA	CONSULTOR	SOLUÇÃO
B14	Falta de transmissão do conhecimento	Consultor 1	Transpor o conhecimento das pessoas em procedimentos, implementar mecanismos de gestão do conhecimento
	Falta de Gestão do conhecimento	Consultor 2	Sensibilização, formação, criação de procedimentos
	Falta de <i>Know How</i>	Consultor 3	Passar conhecimento do uso das ferramentas, usar ferramentas mais simples para resolução de problemas mais simples
	Falta de <i>Know How</i>	Consultor 4	Formação, sensibilização, apresentação de dados e factos
B15	Carência de Recursos e tecnologia	Consultor 1	Primeiro implementar <i>Lean</i> e estabilizar processos, depois recursos da indústria 4.0 (<i>big data</i> , <i>cloud computing</i> , IoT etc.)
B16	Sistemas de medição falhos	Consultor 1	Definir a arquitetura das variáveis críticas e processos a controlar, análise da Big Data em tempo real, dashboards atualizados e corretos
	Complexidade/erro na recolha de dados	Consultor 2	Sistemas para coleta de informações, definir parâmetros para extrair corretamente os dados, divulgar resultados de forma macro e micro, trazer transparência na organização

Barreiras de Aspetos Comportamentais: Relativamente ao quarto aspecto questionado, o Comportamental, foi verificado um total de 9 barreiras partilhadas pelos consultores, como mostrado na Tabela 3-9. Foram elencadas barreiras bem diferentes umas das outras, tais como medo de errar, experiências passadas ruins, falta de envolvimento das pessoas, além de outras. Dentre essas barreiras, ressalta-se uma que está ligada diretamente com o comportamento, que é Resistência dos Colaboradores à Mudança (B17):

CONSULTOR 1:

“O impedimento é mais mental. Não querer fazer, ter medo de fazer e seguir em frente. É o pior deles todos... “Ah, não podemos fazer porque podemos errar”, mas se calhar tem que errar pra aprender. O que vejo comportamental é que falta proatividade, empreendedorismo, espírito de iniciativa... de não ter medo de errar e voltar atrás.. sim, falta muito isso. É preciso tirar as pessoas da zona de conforto e andar pra frente, é ter bons líderes nas equipas e desenvolver a capacidade de envolvimento entre as pessoas, motivar para fazer acontecer. (...) Para mim o espírito de equipa é muito importante para mobilizar as pessoas e criar pontos de situação (desafios, metas, entregas, etc.). Pensar em conjunto para resolver problemas e ter alguém que ofereça suporte, segurança e confiança na equipa...”

CONSULTOR 2:

“Os comportamentos veem de uma ação e reação, que por si só, vai depender também da forma como ajo com as pessoas, como respeito as pessoas, como vou reagir a elas, como falo com elas e isso pode gerar comportamentos diferentes. Como as abordamos é como elas vão nos receber, criar empatia. O desafio é trabalhar pra retirar o melhor de cada pessoa, pra isso dar objetivos muito claros, orientação muito específica, demonstrar o caminho e gerir expectativas. É claro que a experiencia conta muito em como gerir os projetos, como liderar as pessoas, como trabalhar as pessoas e, numa melhoria contínua, ver sempre pelo aspecto positivo de como se

trabalham as coisas.”

CONSULTOR 3:

“As pessoas geralmente participam com um certo entusiasmo e aderem a essas iniciativas muito facilmente. O que elas não gostam é de conflito e de mensagens conflituosas. Se você tiver mudança atrás de mudança, tentativa atrás de tentativa, ao fim da terceira você fica relutante, não é? Principalmente nos níveis mais baixos... Por exemplo: De repente a empresa diz que não tem dinheiro e vai cortar salários, logo depois o CEO aparece com um carro novo, um Porsche”.

CONSULTOR 4:

“Há sempre muitas barreiras nesse sentido, pessoas resistentes e acabam por contagiar o próprio ambiente, como o caso das pessoas tóxicas, aquelas com comportamento de criticar tudo e mais alguma coisa. Existe também uma recusa ou resistência em se trabalhar de uma certa forma, isso existe muito. Mas a ideia aqui é levá-las nesse processo de mudança, baseado em factos e em dados reais, para que eles entendam aquilo que é preciso ser feito. Mas sim, há muito choque de comportamento e crítico quando as pessoas que são líderes não apoiam ou acreditam no projeto. (...) Outro problema muito comum é o de culpar o outro ou o departamento ao lado, isso aparece no início de todos os projetos. Temos aqui a atividade do Value Stream Mapping que mede todo o processo e cruza os departamentos e um dos benefícios adjacentes do VSM é fazer com que todas as pessoas vejam o mesmo, aí é quando conseguimos fazer com que as pessoas se alinhem porque é baseado na observação da realidade, não é? Ver o processo tal e qual como ele funciona”

Tabela 3-9 Barreiras comportamentais pelos entrevistados

COD	BARREIRA	CONSULTOR	SOLUÇÃO
B17	Experiências passadas ruins	Consultor 1	Passar confiança, criar marcos para demonstrar avanço do projeto, ter etapas, aplicar SCRUM
	Descrédito por parte de operadores	Consultor 1	Envolvimento com operadores, demonstração de resultados, escolha de projetos rápidos para mostrar resultado
	Medo de errar	Consultor 1	Tirar as pessoas da zona de conforto, desafiá-las, ter um líder capaz
	Experiências passadas ruins	Consultor 3	Reduzir mensagens conflituosas, demonstrando competência e como se faz
	Resistência Humana (pessoas tóxicas, críticas)	Consultor 4	Leva-las no processo de mudança baseado em factos
B20	Falta de envolvimento das pessoas	Consultor 2	Incentivos, desafios, demonstração do caminho, gestão de expectativas
	Comunicação entre pessoas	Consultor 2	Melhorar a cultura organizacional da empresa
B18	Falta de alinhamento a cultura organizacional	Consultor 2	Formação dos líderes e gestores para passar a cultura

○ **Barreiras de Aspetos Externos**

Sobre os aspetos externos, não houve referências as B10 e B11, sendo vistas barreiras mais genéricas, como mostrado na Tabela 3-10. Entretanto, nesta seção é importante verificar seus comentários, visto que abordam tópicos interessantes, como regulamentações, ou até um mal uso de incentivos do governo para implementação forçada da indústria 4.0.

CONSULTOR 1:

“Há, às vezes, requisitos normativos, legais, por exemplo, quantidade dentro das embalagens, questões de compliance, impostos.. Há muitas questões que se misturam, há aí uma questão muito importante que é a da sustentabilidade, mas também legal laboral, como a flexibilização dos turnos e das horas de trabalho... (...) Questões ambientais são muito importantes, não dá pra aumentar as emissões de CO2 e ficar tudo bem. Isso também tem a ver também com a ética e a responsabilidade das empresas, não é? Mas eu não vejo as questões legais como barreiras, eu vejo como requisitos os quais eu tenho que seguir..”

CONSULTOR 2:

“No fundo, o dinheiro que é gasto, tem que acrescentar valor, não é? Acredito que as medidas podiam ser mais estruturadas. Os projetos governamentais que existem para indústria 4.0 e modernização das empresas está a ser demasiado, está fora do tempo. Ou seja, são projetos muito avançados para investir nessas áreas enquanto o cenário atual das empresas necessita melhorar ainda os processos. Passar logo pra digitalização é perigoso... Nem tudo pode ter uma modernização muito rápida, pois é necessário criar as bases, não é de um momento para outro mudar tudo e já está... aquilo depois vai cair. (...) Acho que poderia ser direcionado de uma forma com melhor estratégia, não de acordo com a moda que segue, estamos a falar de questões políticas, de questões que são balizadas na EU, mas que depois, as orientações nacionais devem ser muito bem estudadas, definidas e orientadas. Se não o dinheiro voa e não há valor acrescentado”

CONSULTOR 3:

“Regulamentação em termos por exemplo de segurança, em termos de requisitos ambientais, estes tipos de imposições podem causar sempre alguma dificuldade, mas não é necessariamente uma barreira. Se você disser as políticas governamentais de requisitos e incentivos fiscais pode influenciar, negativamente ou positivamente na execução de objetivos de melhoria, mas ainda assim, não é algo fundamental.”

CONSULTOR 4:

“Por exemplo, na indústria farmacêutica há muitas normas e questões regulamentares, muitas auditorias, certificações.. então temos que nos adaptar a isto. Às vezes não podemos implementar coisas no ritmo que é desejável porque há que auditar o processo, que vir uma entidade de fora a certificar. São algumas barreiras que atrasam a execução dos projetos e também comprometem a própria eficiência do processo. Asseguram outras coisas, especialmente com a qualidade que se minimizam os riscos, mas depois perde se calhar em tempo de entrega, produtividade, pode haver questões dessas. Principalmente setores que estão relacionados com a segurança e saúde das pessoas, farmacêutica, alimentícia, automobilística. Temos que respeitar e nos adaptar a isso”

Tabela 3-10 Barreiras externas pelos entrevistados

COD	BARREIRA	CONSULTOR	SOLUÇÃO
-	Requisitos legais e normas	Consultor 1	Saber lidar e adaptar as restrições
-	Mau uso dos incentivos para migração em indústria 4.0	Consultor 2	Criar bases, avanço controlado para garantir processos estáveis
-	Excesso de normas e auditorias governamentais que retardam o avanço	Consultor 4	Adaptação do projeto para o ritmo adequado

3.5. Pesquisa Quantitativa

Barreiras LSS na indústria portuguesa

A partir dos resultados das entrevistas, em conjunto com os resultados da pesquisa bibliográfica a nível global e nacional, foi possível desenvolver um inquérito, mostrado no ANEXO VII, com objetivo agora de avaliar de forma quantitativa, o que os consultores pensam a respeito tanto das barreiras de implementação do *Lean Six Sigma* quando de suas ferramentas. Esse inquérito foi criado na plataforma *Qualtrics* e foi composto de 22 questões, sendo as 7 primeiras perguntas destinada ao perfil do consultor, experiência do profissional, quantidade de empresas e área de atuação. A seguir, 12 questões se relacionam com as barreiras de implementação do LSS, suas frequências e seus impactos. Por fim, também foi questionado sobre as diversas ferramentas existentes na metodologia LSS, a frequência de utilização, seu grau de dificuldade de implementação e quais seriam as ferramentas preferidas dos consultores.

3.5.1. Perfil dos Consultores LSS da amostra

O inquérito foi enviado aos 50 profissionais encontrados via LinkedIn e/ou correio eletrônico e foram obtidas 19 respostas no total. Entretanto, 3 delas foram incompletas e foram descartadas do inquérito. Das 16 restantes, somente 1 não respondeu às perguntas relativas às ferramentas do *Lean*, mas que para a análise das barreiras, foi incluída ao inquérito. Sobre o perfil dos 16 consultores que responderam o inquérito, identificou-se que quase 80% da formação acadêmica são em engenharia de produção/gestão industrial ou mecânica, sendo a engenharia química com 12,5% em terceiro. Outras formações foram agrupadas e enquadradas na categoria de outros, como mostrado na Figura 3-17.

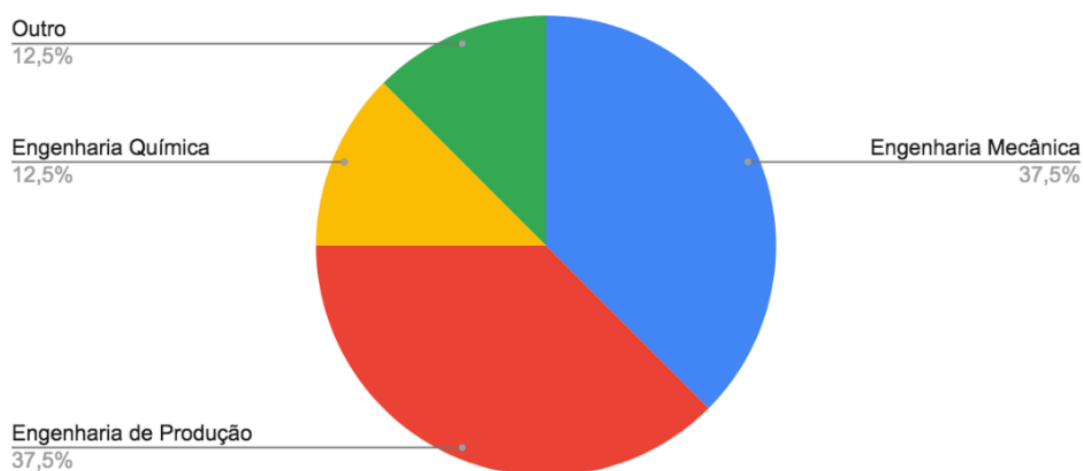


Figura 3-17 Formação profissional obtida no inquérito

Em relação ao tempo de experiência no mercado a atuar como Consultores LSS, os resultados obtidos da amostra apresentaram quase 70% com um período de menos de 10 anos de experiência, enquanto os mais experientes somaram-se 31,2%, como mostrado na Figura 3-18. É interessante observar que 12,5% dos resultados são consultores com mais de 20 anos no mercado, o que demonstra já uma vasta experiência e podem ter participado das primeiras formações em LSS que existiram em Portugal. Adicionalmente, esse resultado está em acordo com a amostragem feita anteriormente, mostrada na Figura 3-15, onde a grande maioria dos perfis verificados tinha entre 0-10 anos de experiência. Também aponta para um número elevado de novos consultores ingressando no mercado (quase 44% com menos de 5 anos).

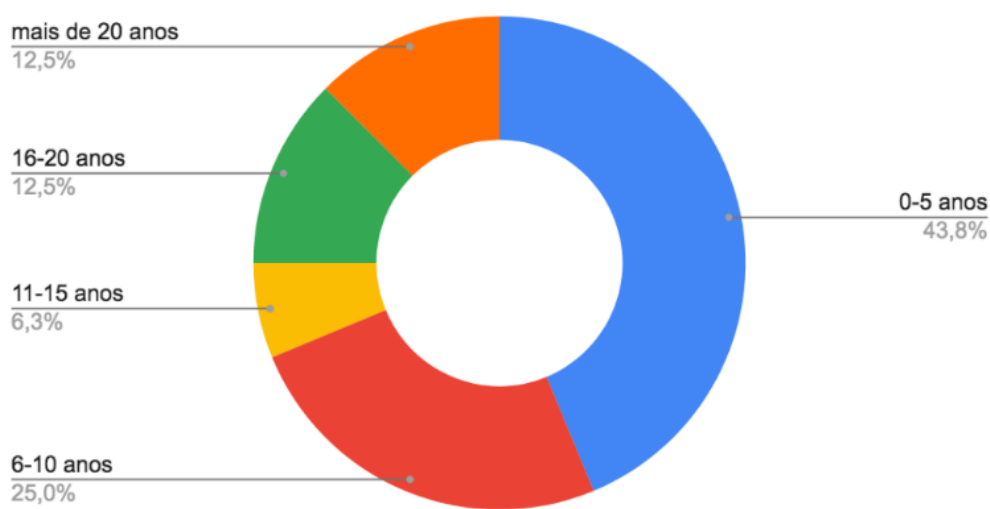


Figura 3-18 Experiência profissional obtida no inquérito

No quesito de grau de titulação académica dos consultores da amostra, é possível observar que a vasta maioria tem o maior grau académico como mestres (63%) enquanto o restante se divide entre especialistas, licenciados e MBA, como mostrado na Figura 3-19. Um resultado a se observar é que não foram encontrados doutores nesta amostra, informação que poderia talvez sugerir que: (1) São raros os doutores nesta área e/ou (2) os doutores podem atuar mais diretamente com ensino e pesquisa, ao invés da consultoria em si.

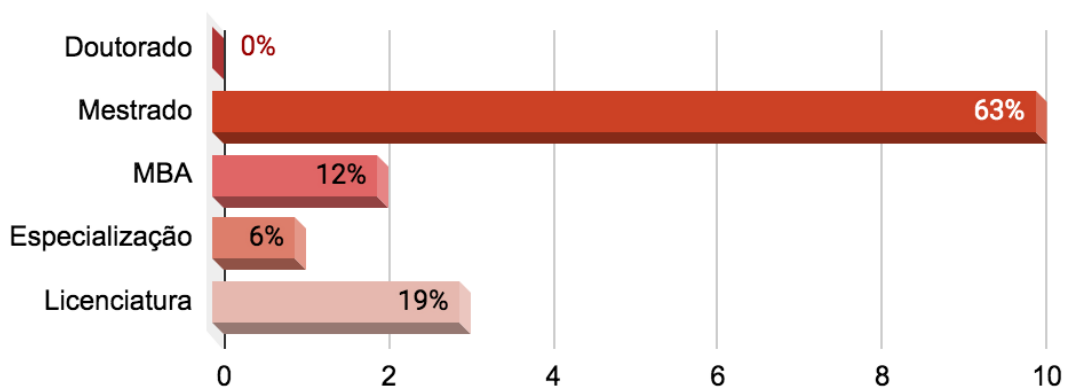


Figura 3-19 Grau académico obtido no inquérito

Já em relação às certificações complementares, notou-se que mais da metade (54%) possui certificação igual ou superior ao *Blackbelt* LSS, conforme demonstrado na Figura 3-20. Entretanto, vale ressaltar que o nível *Blackbelt* em teoria é o nível mínimo para a pilotagem de projetos de melhoria contínua nas empresas com visão mais estratégica. Já nível de *Greenbelt* permite a implementação de pequenos projetos e são guiados pelos profissionais de nível *Black*. Apesar de não ser uma condição obrigatória para atuação, seria recomendado.

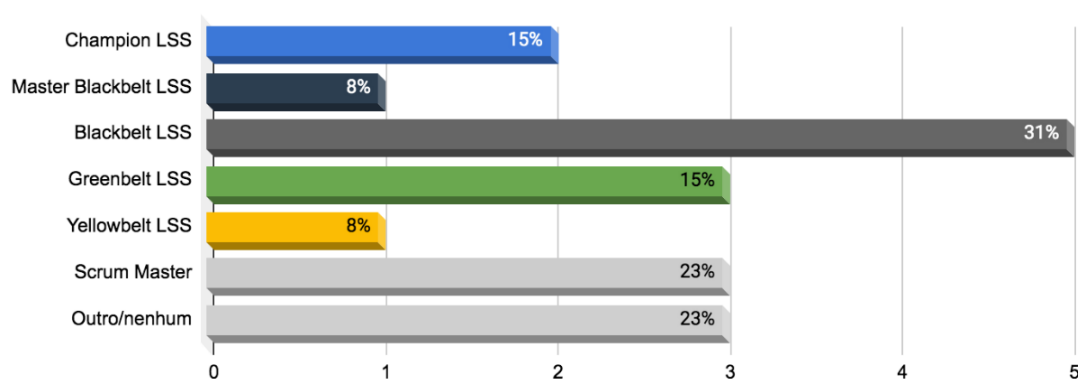


Figura 3-20 Nível de *Belt* e formações extras obtidas no inquérito

A respeito da localização geográfica e cobertura de atuação dos consultores nas indústrias em Portugal, observou-se na amostra que a maioria atuou no distrito do Porto (75%), seguido de Aveiro (67%) e Lisboa (58%) (Figura 3-21). Esse resultado entra em acordo com as informações encontradas no INE, que informam uma maior concentração das indústrias no norte do país.

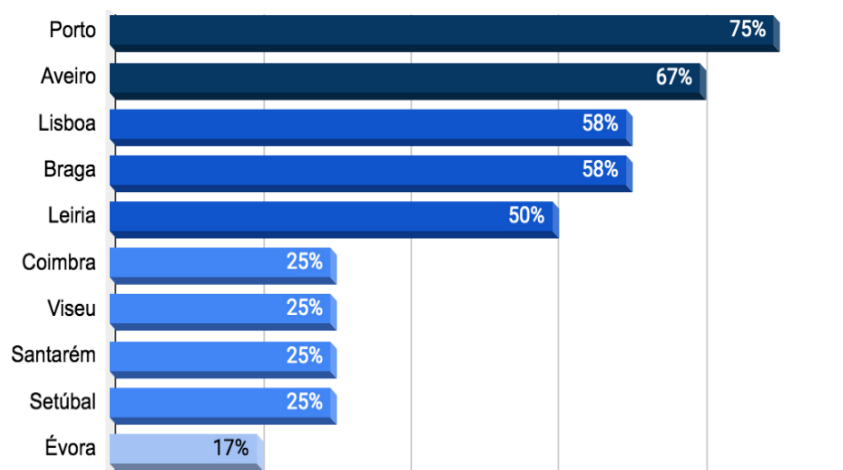


Figura 3-21 Regiões de atuação obtidas no inquérito

Sobre os principais setores da indústria transformadora que os consultores prestam ou prestaram serviços em Portugal, pode-se destacar a indústria automóvel com 60% (Figura 3-22). Mais da metade (53%) também atuou nos setores de alimentícia, metalurgia de base, produtos metálicos. É interessante observar que, as 2 maiores áreas de atuação dos consultores, indústria 10 e 29, também são, segundo

o relatório do INE da “Estatística da Produção Industrial”, as indústrias transformadoras que mais movimentaram Valor Agregado Bruto (VAB) no país em 2020. Outros setores relevantes também foram farmacêuticos, têxteis, produtos químicos.

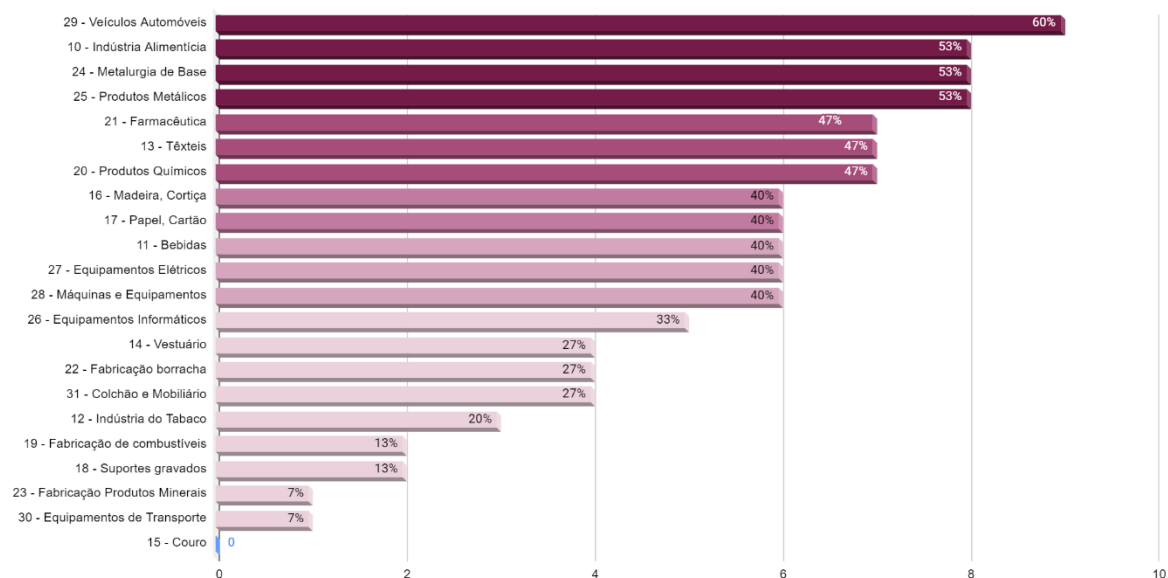


Figura 3-22 Tipo de indústria que consultores atuam obtidos no inquérito

Em relação à dimensão das empresas as quais os consultores prestaram serviços, mostrado na Tabela 3-11, observa-se que a maior média encontrada foi nas grandes empresas (+250 colaboradores), enquanto nas microempresas foi observado a menor média de indústrias. É interessante observar que apesar das grandes empresas em Portugal corresponderem a somente 0,5% do total de empresas, são nessas empresas que existe a maior presença da melhoria contínua, pois existe naturalmente mais recursos, mais equipamentos, somado ao facto que muitas das vezes essas empresas são multinacionais.

Tabela 3-11 Dimensão das empresas trabalhadas pelos consultores

Porte da Empresa	Mínimo	Máximo	Média	%	σ	s2
MICROEMPRESA (até 9 colaboradores / até €2 milhões de faturamento)	0	66	9,13	15%	16,05	257,73
PEQUENA EMPRESA (10 a 49 colaboradores / até €10 milhões de faturamento anual)	0	40	13,06	22%	11,27	127,6
MÉDIA EMPRESA (50-249 colaboradores / até €50 milhões de faturamento anual)	0	100	16,19	27%	23,11	534,15
GRANDE EMPRESA (+250 colaboradores / mais de €50 milhões de faturamento anual)	0	65	21,25	36%	20,14	405,81

3.5.2. Análise das Barreiras de Implementação do LSS segundo consultores

Das 12 questões do inquérito relativas às barreiras de implementação do LSS, 6 delas foram relacionadas à frequência com que cada barreira se apresentava na visão dos consultores, divididas nas suas respectivas categorias. Essa frequência foi medida numa escala percentual de 0 a 100% com intervalo de 5. O resultado para cada barreira é demonstrado na Figura 3-23, cujo gráfico foi ordenado da maior para a menor frequência e dividido em 5 classes: (1) Nunca aparece (0-19%); (2) Raramente aparece (20-39%); (3) Às vezes aparece (40-59%); (4) Quase sempre aparece (60-79%); (5) Sempre aparece (80-100%). Foi ainda adicionada uma margem de erro de 5 pontos percentuais.

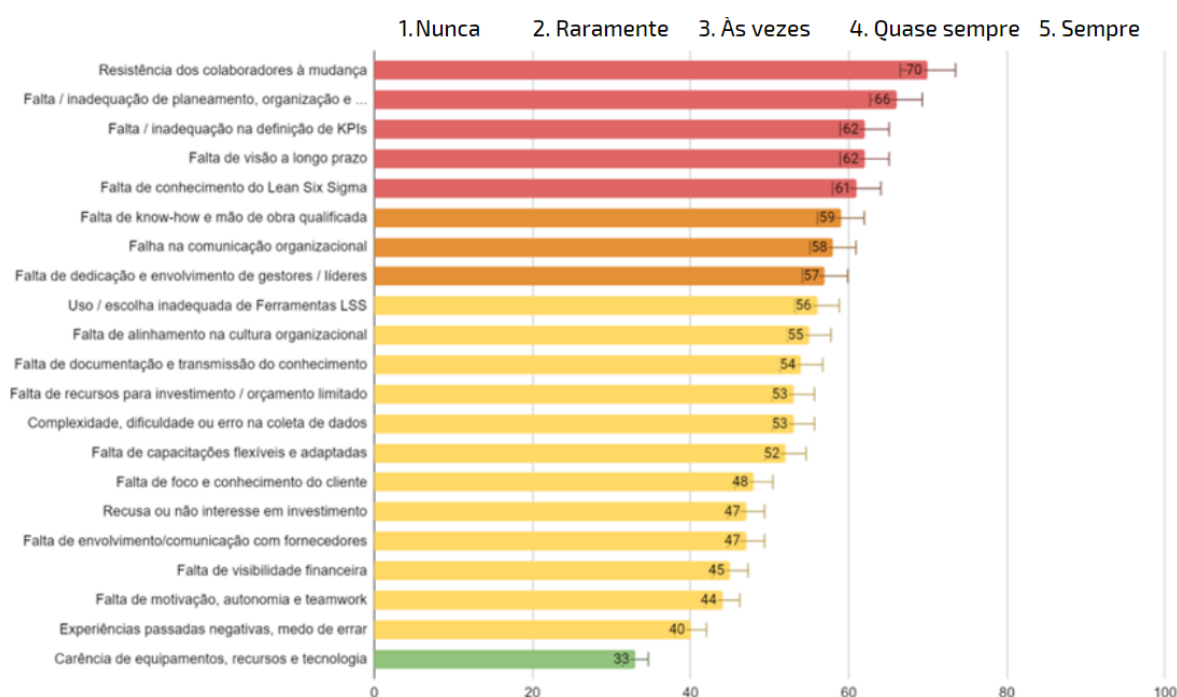


Figura 3-23 Ranking da Frequência das Barreiras de implementação

Observa-se com destaque sendo a barreira com maior frequência na visão dos consultores a “Resistência dos colaboradores à mudança” (B17), com 70% de frequência, seguida das barreiras B02, B03 e B04. É relevante observar que estas três estão na categoria de aspetos relacionados à “Gestão de Topo”. Não foi identificada nenhuma barreira com frequência superior a 80%, na classificação de “Sempre aparece” por parte dos consultores.

Outro fator que chamou bastante atenção na análise foi a discrepância entre os resultados de duas barreiras específicas, quando se faz a comparação com os resultados das suas frequências na revisão da literatura a nível nacional. Ora, na revisão de literatura a barreira mais frequente foi a “Carência de Equipamentos, recursos e tecnologia” (B15) citada em 70% das publicações; enquanto os consultores a classificaram com a menor frequência de todas (33%), diametralmente o oposto (dados indicados na Figura 3-11). Este resultado aponta para uma possível divergência e/ou descontextualização entre a visão da academia e a do mercado sobre esta barreira em específico, uma vez que na perspectiva dos investigadores esta trata-se da barreira mais frequente na implementação

do LSS, enquanto os consultores não enxergam a carência de equipamentos, recursos e tecnologia como uma barreira de facto. Algo que corrobora com a ideia de que a B15 não é tão frequente é fundamentada nos comentários dos consultores na entrevista, como o caso do Consultor 1 sobre o assunto: *“Primeiro implementar Lean e estabilizar processos, depois investir em recursos, equipamentos e tecnologia da indústria 4.0 (big data, cloud computing, IoT etc.) (...). É possível implementar projetos Lean com Zero Euros de investimento (...).”* Ou seja, a abordagem LSS foca em melhorar e estabilizar os processos primeiramente. Sendo assim, tal barreira não é vista como um empecilho ou fator que dificulte a implementação do LSS de acordo com os consultores.

Outra divergência é também observada na “Falta de KPIs adequados para avaliação de desempenho (B03)”. Enquanto na revisão de literatura aparece em última colocada notificada em apenas 5% das publicações, para os consultores aparece em 3º colocada, com 62% de frequência. Uma hipótese sobre esta disparidade é que os consultores podem ter uma visão mais estratégica sobre o LSS, com a importância de planeamento, controle e gestão, através da definição de métricas e indicadores para garantir o sucesso da implementação. Enquanto investigadores podem possuir uma visão mais voltada para aspetos técnicos e educacionais, i.e. a necessidade de recursos e tecnologia, conhecimento técnico e capacitação dos recursos humanos.

Outro fator observado foi o desvio padrão (σ) entre as respostas, sendo considerado de nível médio a alto, com variação aproximada de valores entre 16 a 30 (classificação apresentada na Tabela 3-12). Esta maior dispersão e variabilidade pode se dar devido a duas possíveis causas: A primeira é que a amplitude da escala definida no inquérito foi muito larga (0 a 100% com 20 opções de respostas); a segunda é que a percepção da frequência das barreiras pode flutuar em função de diversos fatores, tais como: A dimensão da empresa, o segmento de atuação, a distribuição geográfica no país, o nível de experiência do consultor, entre outras.

Tabela 3-12 Classificação do Desvio Padrão em função da ordem de grandeza

Desvio Padrão	Classificação
$\sigma < 10$	baixo
$10 \leq \sigma < 20$	médio
$20 \leq \sigma < 30$	alto
$\sigma \geq 30$	muito alto

Uma segunda análise também foi feita, utilizando o algoritmo para identificação de *clusters* chamado “*k-means*”. Esse algoritmo permite a categorização de grupos (*k*) a partir da segregação em torno de centros (centroides) de diversos dados, para análise e classificação daqueles mais próximos da média. Neste caso, a entrada utilizada foi a média da frequência e o desvio padrão e o algoritmo foi aplicado para *k*=3 grupos. Neste caso, os agrupamentos trazem uma classificação mais fiável, sendo definidos nos seguintes três grupos (Tabela 3-13):

- (0) Médio ($16,06 \leq \sigma \leq 20,8$; centroide = 18,86);
- (1) Alto ($21,39 \leq \sigma \leq 25,90$; centroide = 23,31);
- (2) Muito alto ($28,94 \leq \sigma \leq 30,26$; centroide = 28,63).

Tabela 3-13 Algoritmo *K-means* para avaliação de consistência da frequência

Média	σ	K=3	Centroide	Barreira
54,31	16,06	0	18,86	Falta de documentação e transmissão do conhecimento
55,44	18,33	0	18,86	Falta de alinhamento na cultura organizacional
69,06	18,48	0	18,86	Resistência dos colaboradores à mudança
40,50	20,56	0	18,86	Experiências passadas negativas, medo de errar
58,38	20,88	0	18,86	Falha na comunicação organizacional
57,13	21,39	1	23,31	Falta de dedicação e envolvimento de gestores / líderes
60,13	22,14	1	23,31	Falta de visão a longo prazo
65,88	22,19	1	23,31	Falta / inadequação de planeamento, organização e...
62,13	22,67	1	23,31	Falta / inadequação na definição de KPIs
58,63	23,11	1	23,31	Falta de know-how e mão de obra qualificada
44,75	23,83	1	23,31	Falta de visibilidade financeira
61,44	24,05	1	23,31	Falta de conhecimento do <i>Lean Six Sigma</i>
32,44	24,14	1	23,31	Carência de equipamentos, recursos e tecnologia
51,81	24,40	1	23,31	Falta de capacitações flexíveis e adaptadas
44,50	25,20	1	23,31	Falta de motivação, autonomia e <i>teamwork</i>
46,81	28,94	2	28,63	Falta de envolvimento e comunicação com fornecedores
48,06	27,13	2	28,63	Falta de foco e conhecimento do cliente
46,81	27,74	2	28,63	Recusa ou não interesse em investimento
53,44	28,66	2	28,63	Complexidade, dificuldade ou erro na recolha de dados
55,69	29,05	2	28,63	Uso / escolha inadequada de Ferramentas LSS
52,63	30,26	2	28,63	Falta de recursos para investimento / orçamento limitado

O primeiro grupo de barreiras apresentaram resultados de frequência mais consistentes e com menor variação nas respostas, barreiras estas relacionadas com fatores como: Cultura, comportamento e comunicação. Isso leva a crer que há uma maior homogeneidade das indústrias em Portugal nos quesitos relacionados com pessoal.

Em contrapartida, a maior variabilidade se deu em fatores relacionados a: Recursos para investimento, escolha de ferramentas e mecanismos para recolha de dados, por exemplo. Tal acontecimento pode sugerir que há uma grande disparidade entre o perfil das indústrias: Ora são multinacionais com muito capital para investir, ora são pequenas empresas que têm orçamento limitado; ora já possuem departamentos de melhoria contínua mais estruturados compostos de mão de obra qualificada (*green e black belts*), ora não possuem conhecimento em LSS; ora apresentam sistemas robustos para recolha e tratamento de dados (*big data*, ERP, IoT, etc.), ora carecem de tecnologias e conhecimento para recolha e tratamento de dados.

Para finalizar esta análise da frequência, foi também feito o gráfico de barras para as categorias, ilustrado na Figura 3-24. Observa-se que a categoria da Gestão de Topo foi a mais frequente de acordo com o inquérito, contudo, ficou em 3º colocada na revisão de literatura. Verificou-se uma certa semelhança na ordem das categorias das barreiras mais frequentes quando a comparação foi feita com a revisão da literatura nacional, especialmente no que diz os aspetos financeiros e externos (rever Figura 3-10).

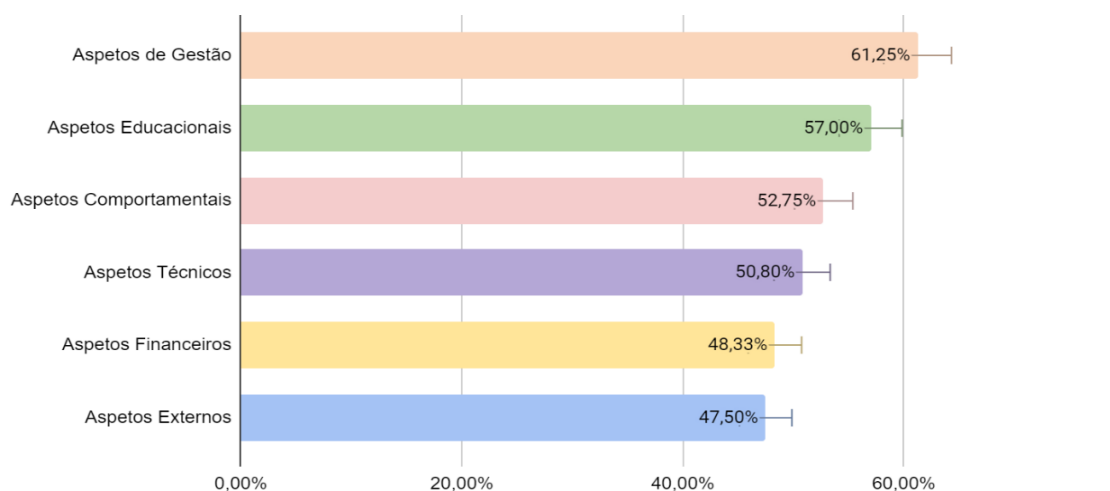


Figura 3-24 Frequência das categorias das barreiras segundo consultores

Relativamente as outras 6 questões dessa etapa do inquérito, essas foram relativas ao grau de impacto na implementação do LSS para cada barreira, numa escala *Likert* com variação de 1 a 5 (1 = nenhum impacto, 2 = baixo impacto, 3 = médio impacto, 4 = alto impacto, 5 = altíssimo impacto). Foram calculadas as médias das respostas dos consultores para cada barreira, bem como seus respectivos desvios padrão e variância) (Tabela 3-14).

Tabela 3-14 Grau de impacto das barreiras segundo consultores

Barreira	Média	σ	Variância
Falta de dedicação e envolvimento de gestores / líderes	4,4	0.79	0.62
Falta de visão a longo prazo	4,3	0.75	0.56
Resistência dos colaboradores à mudança	4,3	0.97	0.94
Falta de motivação, autonomia e <i>teamwork</i>	4,0	0.79	0.63
Falha na comunicação organizacional	3,9	0.86	0.73
Complexidade, dificuldade ou erro na recolha de dados	3,9	0.86	0.73
Falta de alinhamento na cultura organizacional	3,9	1.09	1.18
Falta / inadequação de planeamento, organização e...	3,8	0.97	0.94
Uso / escolha inadequada de Ferramentas LSS	3,8	0.88	0.78
Falta de documentação e transmissão do conhecimento	3,6	0.86	0.73
Falta de foco e conhecimento do cliente	3,6	1.05	1.11
Falta / inadequação na definição de KPIs	3,4	0.79	0.62
Falta de recursos para investimento / orçamento limitado	3,4	1.17	1.36
Falta de capacitações flexíveis e adaptadas por funções	3,4	0.70	0.48
Falta de visibilidade financeira	3,3	0.97	0.94
Recusa ou não interesse em investimento	3,3	1.21	1.46
Falta de conhecimento do <i>Lean Six Sigma</i>	3,3	1.09	1.19
Experiências passadas negativas, medo de errar	3,2	0.95	0.90
Falta de know-how e mão de obra qualificada	3,0	1.14	1.31
Falta de envolvimento e comunicação com fornecedores	3,0	0.90	0.81
Carência de equipamentos, recursos e tecnologia	2,9	0.99	0.98

Observa-se que, as barreiras consideradas mais críticas pelos consultores foram, respectivamente: “Falta de dedicação e envolvimento de gestores/líderes” (B01), “Falta de visão de longo prazo (B04) e “Resistência dos colaboradores à mudança” (B17). Vale ressaltar que estas três barreiras, além de maior grau de criticidade, também se apresentaram entre as consideradas mais frequentes na visão dos consultores. Além disso, a barreira de “Carência de equipamentos, recursos e tecnologia” (B15) considerada a menos frequente entre o rol das barreiras também aparece na lista como aquela com menor grau de impacto/criticidade, fato que reforça a consistência na argumentação que tal barreira não é considerada impedimento na implementação do LSS na visão dos consultores.

Sobre as consistências das respostas, contrariamente aos altos valores dos desvios apresentados nas respostas das frequências, na questão da criticidade houve uma baixíssima variação, que ficou entre $0,70 \leq \sigma \leq 1,21$. A resposta com maior consistência e concordância entre os consultores foi a “Falta de capacitações flexíveis e adaptadas” (B07), enquanto a que apresentou maior dispersão foi a “Recusa ou não interesse de investimento”. Mais uma vez as questões relativas à investimento possuem alta variação. Supõe-se mais uma vez que há dois cenários levando-se em consideração a mentalidade de investimento e a disponibilidade de recursos: Ora os CEOs oferecem carta branca para investir, demonstram interesse e disponibilizam orçamento; ora se recusam a investir ou até mesmo buscar investimentos.

3.5.3. Mapa de Risco das Barreiras de Implementação do LSS

Com objetivo de identificar os fatores de risco nas barreiras na implementação do LSS, foi construído um Mapa de Risco, levando em consideração os dois aspectos:

- A frequência com que as 21 barreiras aconteciam, com base numa escala de 0 a 100, convertida numa escala *Likert* de 1 a 5, onde 1 é baixa frequência e 5 é alta frequência, com base na faixa da resposta (0-19,20-39,40-59,60-79,80-100);
- O grau de criticidade/impacto que as 21 barreiras possuíam, com base numa escala *Likert* de 1 a 5, sendo 1 é nenhum impacto e 5 é altíssimo impacto.

Foram multiplicados os fatores de frequência e impacto (Tabela 3-15).

Tabela 3-15 Matriz de risco para barreiras de implementação

Frequência	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
Impacto						

Após esse mapa criado, foi considerado que valores dessa multiplicação:

- Abaixo de 10 são consideradas barreiras de baixo risco (cor verde);
- Entre 10 e 15 são consideradas barreiras de médio risco (cor amarela);
- Acima de 15 são consideradas barreiras alto risco (cor vermelha).

Para a identificação do enquadramento de cada barreira neste mapa de risco, foi obtida a média aritmética das respostas dos consultores tanto para a frequência como para a criticidade. Essa tabela pode ser observada no ANEXO VIII. A seguir, esses valores foram multiplicados para se obter o *SCORE DE RISCO*, como pode ser verificado na Tabela 3-16. Do resultado obtido, 28% das barreiras obtiveram risco baixo, 61% risco médio e somente 10% risco elevado.

Tabela 3-16 Score de Risco das barreiras de implementação

Barreira	cod	Frequência	Criticidade	SCORE
Resistência dos colaboradores à mudança	B17	3,9	4,3	16,98
Falta de dedicação e envolvimento de gestores / líderes	B01	3,6	4,6	16,54
Falta de visão a longo prazo	B04	3,4	4,3	14,55
Falta / inadequação de planejamento, organização e ...	B02	3,7	3,6	13,37
Falta de alinhamento na cultura organizacional	B18	3,3	4,0	13,25
Falha na comunicação organizacional	B09	3,4	3,8	12,87
Uso / escolha inadequada de Ferramentas LSS	N03	3,2	3,9	12,35
Falta de motivação, autonomia e teamwork	B20	3,1	4,0	12,25
Complexidade, dificuldade ou erro na recolha de dados	B16	3,1	3,9	12,06
Falta / inadequação na definição de KPIs	B03	3,6	3,3	11,80
Falta de documentação e transmissão do conhecimento	N02	3,1	3,8	11,72
Falta de conhecimento do <i>Lean Six Sigma</i>	B08	3,6	3,3	11,58
Falta de recursos para investimento / orçamento limitado	B05	3,3	3,4	11,39
Recusa ou não interesse em investimento	N01	3,3	3,3	10,77
Falta de foco e conhecimento do cliente	B11	2,8	3,6	10,20
Falta de capacitações flexíveis e adaptadas	B07	3,0	3,3	9,94
Falta de know-how e mão de obra qualificada	B14	3,4	2,9	9,91
Falta de visibilidade financeira	B06	2,9	3,4	9,91
Falta de envolvimento e comunicação com fornecedores	B10	3,1	3,1	9,38
Experiências passadas negativas, medo de errar	N04	2,7	3,3	8,73
Carência de equipamentos, recursos e tecnologia	B15	2,4	3,1	7,62

Entre as barreiras, a “Resistência dos colaboradores à mudança” (B17) e a “Falta de dedicação e envolvimento dos líderes” (B01) foram as consideradas mais críticas pelos consultores, capazes de comprometer ou dificultar a correta implementação do LSS, respectivamente das categorias Comportamentais e Gestão de Topo. Em oposição, foram várias as barreiras consideradas com baixo risco, sendo a menor delas, mais uma vez, a “Carência de equipamentos, recursos e tecnologias” (B15). Ao calcular-se, indicado na Tabela 3-17, as médias das barreiras por categoria, observa-se que Gestão de Topo e Comportamentais continuam a apresentar maior risco em comparação com as demais.

Tabela 3-17 Frequência, criticidade e Score das categorias das barreiras

Categoria da Barreira	Frequência	Criticidade	SCORE
Barreiras de Gestão de Topo	3,6	4,0	14,1
Barreiras Comportamentais	3,3	3,9	12,6
Barreiras Educacionais	3,3	3,5	11,5
Barreiras Financeiras	3,2	3,4	10,7
Barreiras Técnicas	3,0	3,5	10,7
Barreiras Externas	2,9	3,3	9,8

3.5.4. Análise da Aplicação das Ferramentas LSS pelos consultores

Além das análises das barreiras, também foi solicitado no inquérito que os consultores avaliassem 37 ferramentas do *Lean Six Sigma*, em consideração a três fatores para análise:

- (1) Frequência de uso da ferramenta;
- (2) Dificuldade e/ou resistência na implementação da ferramenta;
- (3) Importância e impacto da ferramenta na implementação do LSS.

3.5.4.1. Frequência de aplicação das ferramentas

Para a frequência das ferramentas, utilizou-se também uma escala *Likert* com variação de 1 a 5. Foi calculada a média aritmética para o grau de frequência de cada ferramenta e ordenadas de forma decrescente da mais utilizada para menos utilizada, como pode ser observado na Figura 3-25. Também foi considerado uma margem de erro de 5 pontos percentuais. A divisão em cinco categorias foi mantida, sendo os resultados das médias classificados em:

- (1) Nunca aplica ($1 \leq \text{valor da média} < 1,8$);
- (2) Raramente aplica ($1,8 \leq \text{valor da média} < 2,6$);
- (3) Às vezes aplica ($2,6 \leq \text{valor da média} < 3,4$);
- (4) Quase sempre aplica ($3,4 \leq \text{valor da média} < 4,2$);
- (5) Sempre aplica ($4,2 \leq \text{valor da média} \leq 5,0$).

Entre as ferramentas, aquela que pode ser considerada como “sempre” aplicada pelos consultores é o Ciclo PDCA (representa menos de 3% do total), seguida de outras “quase sempre” aplicadas como o caso do Gemba Walk, Kaizen, 5S, Ishikawa, Relatório A3, entre outras (somam 38% das ferramentas). Contrariamente, as ferramentas menos utilizadas pelos consultores são, em ordem de menor utilização: TOC, Método Harada, BSC, QRQC, Benchmarking e FTA (representam 16% do total).

Um fator relevante a se observar é que as ferramentas que estão na classificação “Sempre ou Quase Sempre Aplica”, estão mais enquadradas no *Lean Manufacturing*, enquanto as ferramentas que raramente são aplicadas estão relacionadas ao *Six Sigma*. Na aplicação nas indústrias, em geral se obedece a esta ordem, ou seja, primeiro se aplica o *Lean* para “emagrecer” a empresa, reduzir os desperdícios, aumentar o valor agregado para depois se trazer mais estabilidade aos processos, reduzir

a variabilidade e aumentar o grau de qualidade e confiabilidade das variáveis. Este resultado pode levar a crer que as indústrias em Portugal, na perspetiva dos consultores, ainda estão numa etapa mais incipiente e na fase inicial da aplicação do *Lean Six Sigma*, focado ainda – em sua maioria – em sensibilizar as indústrias e criar o pensamento/cultura de melhoria contínua.

Ou que conforme observação feita pelo Consultor 3, “no *Lean Six Sigma* se aprende umas 30 ferramentas estatísticas avançadíssimas e daqui a 30 anos vai dizer que não utilizou nem um terço delas. (...) De acordo com uma pesquisa realizada, adivinhe quais foram as ferramentas mais utilizadas? As 7 ferramentas básicas da qualidade... (...) Quantos fizeram ANOVA, DOE, regressão, programação nivelada? Quase nada... Na maioria, é tão fácil melhorar os processos que nos apresentam que não é preciso de nada muito complicado....”.

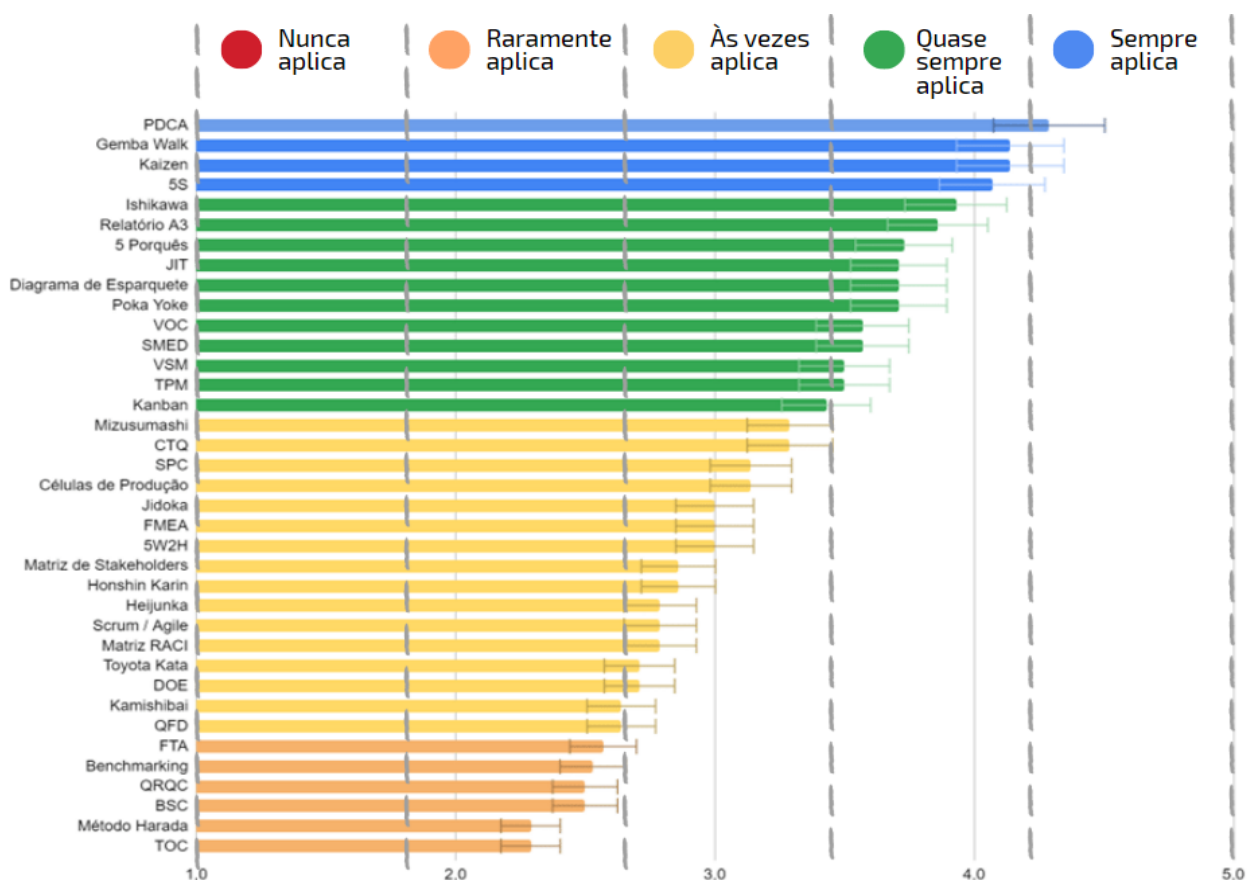


Figura 3-25 Frequência de utilização de ferramentas segundo inquérito.

3.5.4.2. Dificuldade de aplicação das ferramentas

Para o caso da dificuldade e/ou resistência na aplicação de cada ferramenta, foi aplicada uma escala *Likert* que variou de 1 a 3. De forma semelhante, foi feita a média dos resultados, adicionado uma margem de erro 5 pontos percentuais e criado o gráfico ilustrado na Figura 3-26. No total, foram mantidas as 3 categorias, sendo elas:

- (1) Baixa dificuldade e/ou resistência na aplicação ($1 \leq \text{valor da média} < 1,66$)
- (2) Média dificuldade e/ou resistência na aplicação ($1,66 \leq \text{valor da média} < 2,34$)
- (3) Alta dificuldade e/ou resistência na aplicação ($2,34 \leq \text{valor da média} \leq 3$)

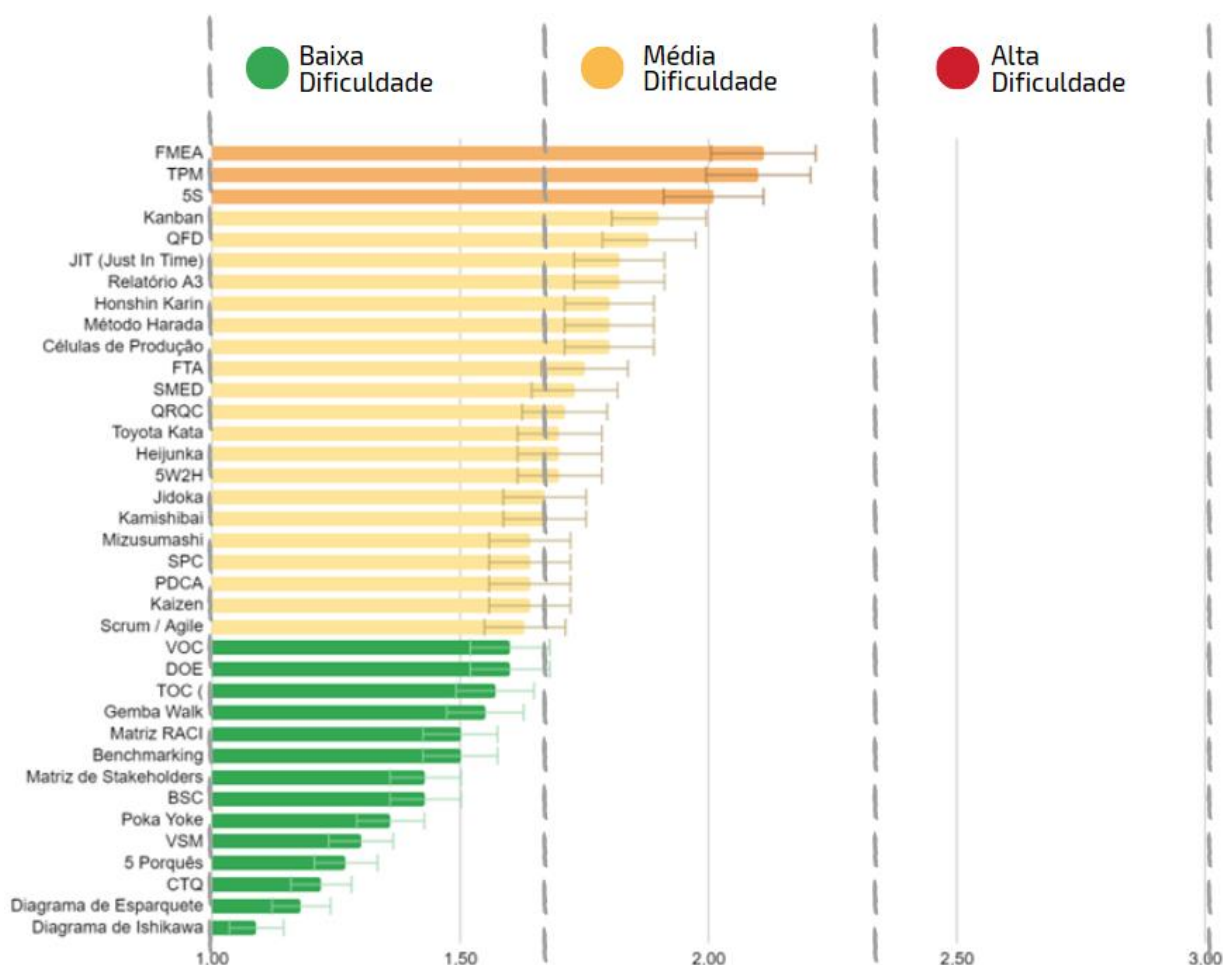


Figura 3-26 Grau de dificuldade de aplicação das ferramentas segundo consultores

Apesar de não haver nenhuma ferramenta avaliada como “Alta dificuldade” por parte dos consultores, aquelas que se apresentaram com dificuldade média-alta foram, respetivamente: FMEA, TPM e 5S. O que se observa em comum entre estas ferramentas é que ambas possuem implementação mais complexa, geram resultados de médio a longo prazo, dependem de capacitação, do envolvimento do fator humano e são metodologias ligadas com transformação e implementação da cultura de melhoria contínua nas empresas.

Ora, o FMEA é aplicado em cerca de 12 etapas que englobam diagnóstico, avaliação, definição de estratégias e monitoramento para prevenção / correção de falhas por parte das equipas; serve para criar uma cultura pela busca do “0 defeitos”, ou melhor, com 99,99966% de qualidade. O TPM possui sustentação em 8 pilares, com abordagem geral para manutenção preventiva com intuito de alcançar a sustentabilidade e a “produção perfeita” (sem quebras, sem paradas, sem gargalos, sem defeitos e sem acidentes). Por último o 5S, que se trata de uma abordagem filosófica e prática que engloba 5 etapas (senso de utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina), requer um planeamento

sistemático que envolve diversos fatores como: Otimizar a produtividade, reduzir despesas e aumentar o aproveitamento de materiais, promover o bem-estar, a saúde e a segurança do trabalho, aumentar a satisfação interna e melhorar o clima organizacional. Estas ferramentas dependem de treinamento, aplicação e replicação contínua dos conceitos, é preciso haver mudança de mentalidade e comportamento e pode naturalmente haver alguma resistência. Além disso, ressalta-se que, segundo esses mesmos consultores, a barreira mais frequente e impactante é a B17 (rever Tabela 3-16) que pode sugerir alguma ligação com esse resultado.

Sobre as ferramentas com menor grau de resistência ou dificuldade de implementação, podem ser destacadas (em ordem crescente de dificuldade): Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Esparguete, CTQ e 5 Porquês. O que tais ferramentas apresentam em comum é que são de aplicação mais rápida, simples e direta para investigações pontuais de curto prazo, seja identificar causas e/ou efeitos de problemas, observar fluxo de movimentação na produção, definir fatores críticos da qualidade, etc.

3.5.4.3. Matriz de Decisão para ferramentas do LSS

Para facilitar a analisar como estas ferramentas foram avaliadas pelos consultores, foi desenvolvida uma Matriz de Decisão adaptada. Para o desenvolvimento da matriz, foi representado um gráfico cartesiano, onde a Frequência de aplicação da ferramenta (1 a 5) foi representada na coordenada Y e a Dificuldade de aplicação da ferramenta (1 a 3) na coordenada X. Os pontos médios foram calculados e ao se plotar no gráfico, foram definidos 4 quadrantes (Figura 3-27), onde foi proposto uma caracterização da seguinte maneira:

1. Ferramentas “*Quick Wins*” (Vitórias Rápidas): Possuem alta frequência de uso e baixa dificuldade na implementação, podem ser aplicadas rapidamente com baixa resistência;
2. Ferramentas “*Big Projects*” (Grandes Projetos): Possuem alta frequência e alta dificuldade, são ferramentas que necessitam de um período maior para aplicar, pois têm uma maior dificuldade e/ou apresentam maior grau de complexidade;
3. Ferramentas “*Plan B*” (Plano B): Possuem baixa frequência de uso e baixa dificuldade e podem ser consideradas ferramentas secundárias, já que mesmo tendo pouca resistência ou grau de complexidade, têm menor taxa de uso, aplicabilidade ou impacto;
4. Ferramentas “*Low use*” (Baixo Uso): Possuem baixa frequência de uso e alta dificuldade na implementação, são ferramentas que normalmente não são utilizadas devido a: alto grau de complexidade e/ou alto grau de dificuldade ou resistência na aplicação e/ou baixo impacto no uso e/ou baixo grau de aplicabilidade.

Nesta matriz de decisão, ao se levar em consideração as ferramentas levadas em consideração no processo de decisão como as mais indicadas para aplicação estariam no quadrante “*Quick Wins*”; enquanto as ferramentas menos indicadas no “*Low Use*”.

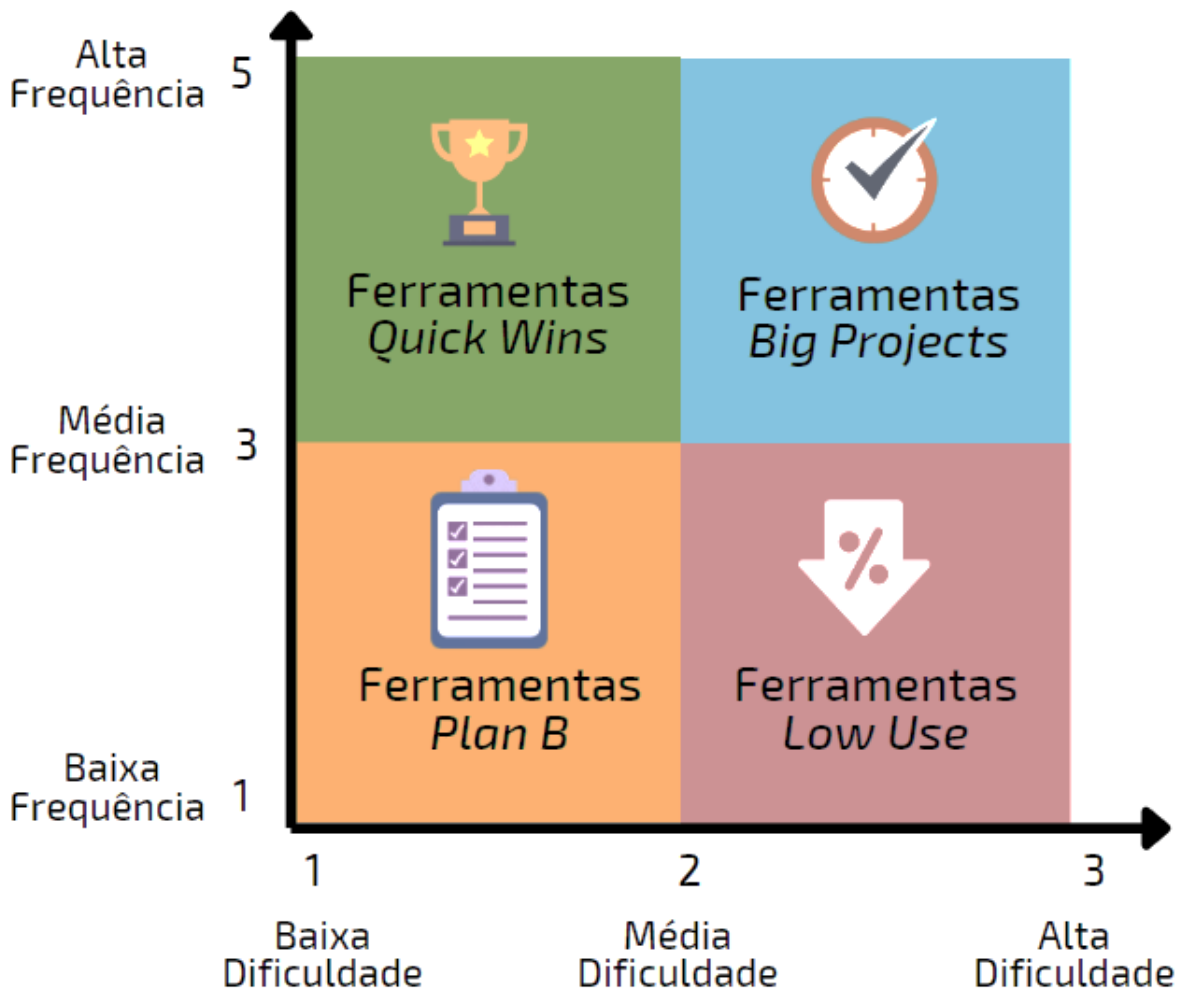


Figura 3-27 Proposta de matriz de decisão e seus quadrantes

Para o mapeamento das ferramentas na matriz de decisão, os valores obtidos a partir das médias das frequências e do grau de dificuldade foram tabelados (Tabela 3-18) e utilizados como coordenadas para plotar no gráfico (Figura 3-28). O que se observa é, segundo a perspectiva dos consultores, que a maior concentração das ferramentas (92% no total), estão classificadas no primeiro e terceiro quadrante, *Quick Wins* (51% do total) e *Plan B* (41% do total), respectivamente. No que diz respeito àquelas consideradas como *Quick Wins*, destaca-se o uso do PDCA, Kaizen, Gemba Walk, Diagrama de Ishikawa, Relatório A3. Mais uma vez observa-se o contraste, agora de forma mais clara que, a maior parte das ferramentas do *Lean* foram consideradas vitórias rápidas; enquanto a maior parte das ferramentas do *Six Sigma* foi classificada como Plano B.

Somente 3 das ferramentas foram enquadradas como *Big Projects*, sendo elas: 5S, TPM e FMEA (exatamente as mesmas já discutidas na seção anterior). Apesar do maior nível de dificuldade e complexidade, são bastante utilizadas e requerem uma implementação mais planejada com foco em médio e longo prazo, à medida em que se promove capacitação e mudança de mentalidade dos colaboradores. Outro ponto é que nenhuma das 37 ferramentas foi categorizada como “*Low Use*”, ou seja, os consultores consideraram que não há ferramenta complexa ou difícil de se implementar que não se tenha utilização ou importância de uso.

Tabela 3-18 Coordenadas para a matriz de decisão das ferramentas do LSS

#	Ferramenta	Correspondência	Dificuldade (1-3)	Frequência (1-5)
1	PDCA	6Sigma	1,64	4,29
2	Kaizen	Lean	1,64	4,14
3	Gemba Walk	Lean	1,55	4,14
4	5S	Lean	2,01	4,07
5	Ishikawa	Lean	1,09	3,93
6	Relatório A3	Lean	1,82	3,86
7	5 Porquês	Lean	1,27	3,73
8	JIT	Lean	1,82	3,71
9	Poka Yoke	Lean	1,36	3,71
10	Diagrama de Esparquete	6Sigma	1,18	3,71
11	SMED	Lean	1,73	3,57
12	VOC	6Sigma	1,60	3,57
13	TPM	Lean	2,10	3,50
14	VSM	Lean	1,30	3,50
15	Kanban	Lean	1,90	3,43
16	Mizusumashi	Lean	1,64	3,29
17	CTQ	6Sigma	1,22	3,29
18	Células de Produção	Lean	1,80	3,14
19	SPC	6Sigma	1,64	3,14
20	FMEA	6Sigma	2,11	3,00
21	5W2H	6Sigma	1,70	3,00
22	Jidoka	Lean	1,67	3,00
23	Honshin Karin	Lean	1,80	2,86
24	Matriz de Stakeholders	6Sigma	1,43	2,86
25	Heijunka	Lean	1,70	2,79
26	Scrum / Agile	6Sigma	1,63	2,79
27	Matriz RACI	6Sigma	1,50	2,79
28	Toyota Kata	Lean	1,70	2,71
29	DOE	6Sigma	1,60	2,71
30	QFD	6Sigma	1,88	2,64
31	Kamishibai	Lean	1,67	2,64
32	FTA	6Sigma	1,75	2,57
33	Benchmarking	6Sigma	1,50	2,53
34	QRQC	6Sigma	1,71	2,50
35	BSC	6Sigma	1,43	2,50
36	Método Harada	Lean	1,80	2,29
37	TOC	6Sigma	1,57	2,29

Ressalta-se ainda que este resultado reflete a percepção e a experiência dos consultores da amostra e que, independentemente da categoria em que a ferramenta foi classificada, a sua escolha e utilização dependerá das necessidades da empresa e do projeto. A seguir, o resultado pode ser observado, onde os códigos das ferramentas são aqueles utilizados no gráfico.

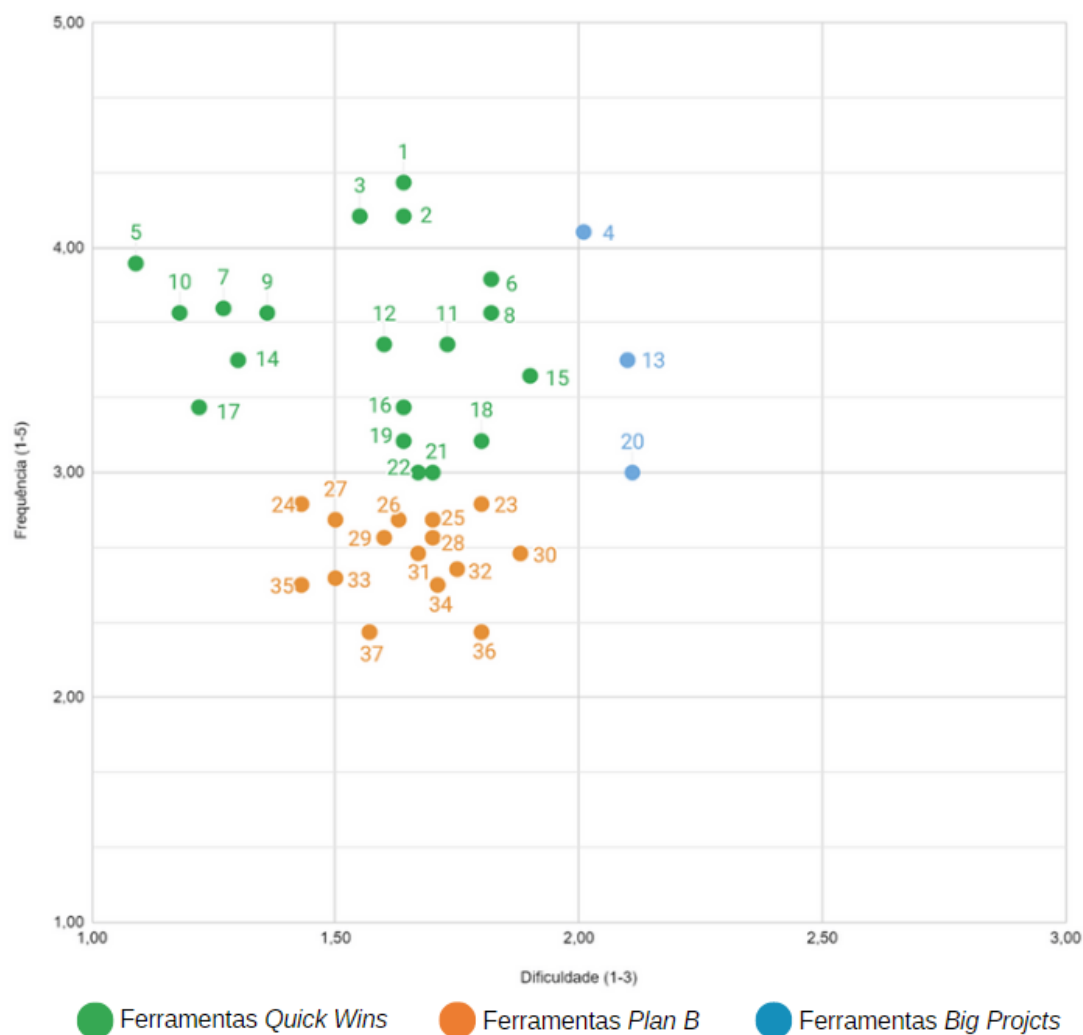


Figura 3-28 Gráfico de dispersão das ferramentas na Matriz de Decisão

3.5.4.4. Ranking do Grau de importância/impacto da ferramenta

A última questão do inquérito solicitou aos consultores que escolhessem as 10 ferramentas mais importantes e com maior grau de impacto na implementação do LSS segundo suas experiências e práticas profissionais, classificando-as em ordem crescente de importância. Para tratamento dos dados, prosseguiu-se a uma primeira análise onde foram contabilizadas as frequências com que cada ferramenta havia sido citada no rol das 10 mais importantes; isto para identificar aquelas com maior grau de concordância entre os consultores. Desta forma, a Figura 3-29 apresenta um gráfico que representa as ferramentas mais votadas, sem levar em consideração suas posições na votação. Nesta primeira abordagem, o que se observa das 37 ferramentas é que Kaizen, PDCA e VSM estão entre as ferramentas mais votadas (acima de 70% de frequência na votação), enquanto Kamishibai, Matriz de Stakeholders e Método Harada não foram escolhidas nenhuma vez, por nenhum dos consultores no rol das mais importantes.

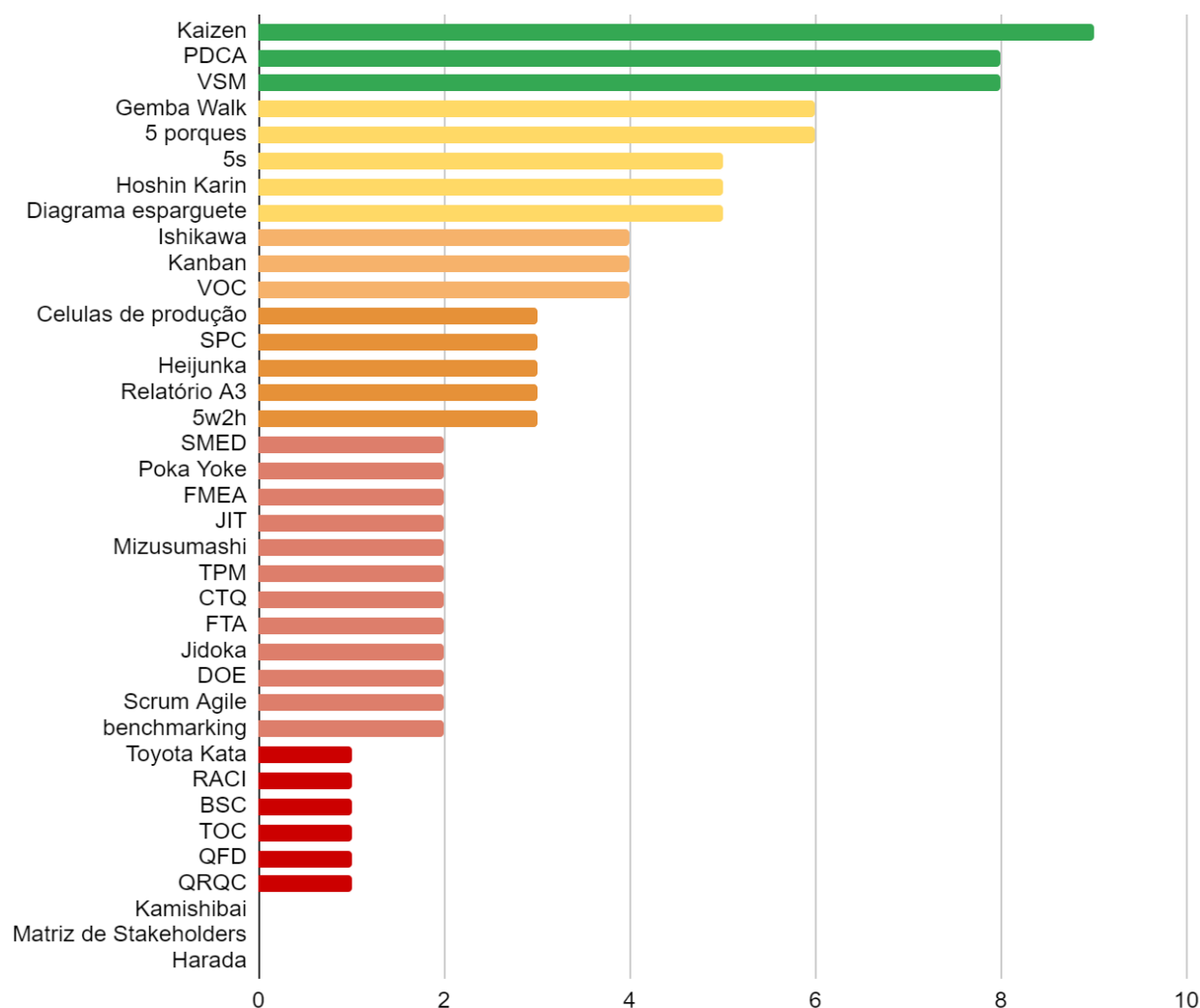


Figura 3-29 *Ranking* das ferramentas mais votadas segundo consultores

Entretanto, foi solicitado aos consultores que também, pela sua preferência, ordenassem as respectivas colocações. Desse modo, é necessário levar em consideração o peso da posição de cada ferramenta nas respostas obtidas para que possa encontrar uma medida central das opiniões dos diversos consultores sobre cada ferramenta. Em Estatística, há várias formas de medição da tendência central. A média (estimador da média da amostra) é frequentemente adotada para a maioria das distribuições mais simétricas e com baixa quantidade de valores discrepantes.

Já a mediana (2º quartil) é geralmente preferida para retornar à tendência central no caso de distribuições distorcidas, com alta variabilidade. No caso das opiniões de consultores, não é de se esperar quase sempre haja coerência e unanimidade, de modo que a média não parece ser a melhor escolha na avaliação da "opinião média". No caso em que a maioria dos consultores tem opiniões razoavelmente similares, a média e mediana tendem a fornecer resultados bem próximos. Mas o que é relativamente frequente são algumas opiniões conflitantes, por visões e experiências diferentes, aumentando a dispersão e assimetria dos resultados.

Assim, para estabelecer uma classificação média para cada ferramenta, com base nas distintas opiniões de diversos consultores, foi adotado a mediana como estimador. Os resultados obtidos são

apresentados na Tabela 3-19, onde foram utilizadas apenas as 11 ferramentas mais votadas (por conta de empate na última posição), por apresentarem maior grau de concordância entre os consultores.

Essa tabela foi ordenada de dois modos, primeiro pela mediana, depois pela frequência. Foi também adicionado uma coluna de confiabilidade que se traduz por, quanto mais frequente a ferramenta foi escolhida, maior a confiabilidade. Desse modo, para percentuais de frequência acima de 70% a confiabilidade do resultado é alta, para valores entre 40% e 70% a confiabilidade é média e para valores abaixo de 40% é baixa. Para estabelecimento da colocação final, foi utilizado como critério de desempate a frequência.

Tabela 3-19 *Ranking* das ferramentas pela mediana e frequência

Ferramenta	F	F%	Confiab.	Colocações	Média	Mediana	FINAL
Honshin Kanri	5	0,45	Média	1º, 1º, 1º, 9º, 4º	3,2	1º	1º
VOC	4	0,36	Baixa	1º, 1º, 8º, 4º	3,5	3º	2º
VSM	8	0,73	Alta	5º, 2º, 4º, 4º, 5º, 3º, 3º, 3º	3,6	3,5º	3º
5S	5	0,45	Média	2º, 6º, 7º, 4º, 2º	4,2	4º	4º
Esparguete	5	0,45	Média	4º, 4º, 5º, 6º, 2º	4,2	4º	
Kanban	4	0,36	Baixa	1º, 7º, 7º, 1º	4	4º	
PDCA	8	0,73	Alta	6º, 3º, 3º, 8º, 3º, 2º, 8º, 9º	5,3	4,5º	5º
5 Porquês	6	0,54	Média	9º, 3º, 5º, 6º, 3º, 6º	5,3	5,5º	6º
Gemba Walk	6	0,54	Média	10º, 5º, 6º, 2º, 6º, 7º	6	6º	7º
Ishikawa	4	0,36	Baixa	7º, 4º, 7º, 10º	7	7º	8º
Kaizen	9	0,82	Alta	4º, 5º, 2º, 8º, 9º, 8º, 8º, 1º, 8º	5,9	8º	10º

Ao se verificar o resultado, destaca-se Hoshin Kanri em primeiro colocado, com um grau de confiabilidade média. Trata-se de uma ferramenta de cunho estratégico para desdobramento de metas relacionada à visão, aos valores e aos objetivos organizacionais em todos os níveis e departamentos (horizontal e vertical). Nota-se, desta forma, a preocupação por parte dos consultores da importância da visão estratégica para orientar e garantir o sucesso da implementação da gestão LSS.

Em segundo colocado aparece o VOC, apesar de baixa confiabilidade, demonstrando a importância da “Voz do Cliente” (seja interno ou externo) no levantamento das necessidades e parâmetros para oportunidades de melhoria, bem como na tradução dos CTQs (fatores críticos) e no estabelecimento de indicadores-chave direcionadores dos projetos. Já o VSM possui confiabilidade alta e foi classificado em 3º lugar, já que faz o mapeamento de toda a cadeia de fluxo de valor, que permite identificar desperdícios e maximizar o valor para o cliente. É importante ressaltar que, segundo os consultores, as 3 mais impactantes ferramentas resultam em 3 pilares de uma empresa, a missão (Honshin Kanri), o cliente (VOC) e adição de valor ao produto (VSM).

Em contrapartida, apesar da ferramenta Kaizen ter sido a mais votada (maior frequência), a sua colocação aparece em última posição no *ranking* Top 10, com um grau de confiabilidade alto, o que indica um grande acordo entre os consultores.

Capítulo 4

Conclusões

Neste capítulo, apresenta-se de forma sucinta as considerações finais do trabalho. São discutidas características relacionadas às principais barreiras de implementação do *Lean Six Sigma* nas indústrias portuguesas, através de comparações da perspectiva académica e do mercado; bem como são apontadas as ferramentas consideradas críticas. São também apresentadas as principais contribuições geradas pela investigação, como o caso do Mapa de Risco das barreiras de implementação do LSS, a Matriz de Decisão das Ferramentas do LSS e o *Ranking* das Ferramentas Críticas, com intuito de fornecer dados para auxiliar na tomada de decisão e aumentar as taxas de sucesso na implementação do LSS. Além disso, são também apresentadas algumas propostas de trabalhos futuros como possíveis desenvolvimentos de investigação.

4.1 Considerações Finais

O estudo realizado nesta investigação permitiu traçar um panorama preliminar sobre as principais barreiras de implementação da gestão integrada *Lean Six Sigma*, como sistema de melhoria contínua nas indústrias transformadoras, sediadas em Portugal. Este estudo permitiu mapear informações iniciais relevantes como fatores considerados críticos para o sucesso na implementação do LSS e características do tecido industrial nacional.

4.1.1 Revisão de Literatura

Numa primeira etapa, foi realizada uma revisão sistemática da literatura que contemplou 60 publicações, nacionais e internacionais, sobre esta temática, incluindo trabalhos teóricos e aplicados. A partir da amostra recolhida, foi possível mapear a perspetiva académica e identificar investigações realizadas sobre as barreiras de implementação do LSS no setor industrial.

Além disso, permitiu o desenvolvimento de uma análise comparativa entre a realidade global *versus* a nacional, utilizando como base o cálculo da frequência e da discrepância com que cada barreira foi citada em tais estudos. Desse resultado, observou-se que três barreiras foram classificadas como extrema discrepância negativa, ou seja, apresentadas com frequência muito mais elevada no cenário global em comparação com nacional. A saber são: “Falta de Foco no Cliente” (B11), “Falta de KPI’s adequados” (B03) e “Alinhamento da Cultura Organizacional” (B18). As duas primeiras classificadas como nível estratégico, enquanto a última do nível filosófico. Do ponto de vista global, a barreira mais frequente relatada foi a “Falta de dedicação e envolvimento dos líderes” (B01) (nível estratégico); enquanto a barreira nacional mais frequente foi a “Carência de equipamentos, recursos e tecnologia” (B15) (nível operacional).

Os resultados compilados nesta amostra apontam para o facto de as barreiras mais frequentes no cenário global estarem relacionadas, em sua maioria, com níveis estratégico e filosófico (considerados mais invisíveis, complexos, abstratos, intangíveis); enquanto no cenário nacional, as mais frequentes foram de nível operacional, técnico e estratégico. Essa situação diagnosticada pode sugerir que Portugal ainda apresenta como realidade maiores dificuldades e barreiras de níveis mais incipientes, sendo elas menos complexas e mais visíveis, práticas, operacionais, concretas e tangíveis.

4.1.2 Pesquisa de Campo

Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa de campo que contemplou o levantamento do perfil dos agentes atuantes em consultoria LSS no país, bem como permitiu recolher dados a partir da aplicação de entrevistas semiestruturadas (participação de 4 consultores) que serviram de base para criação de um inquérito *online* (contribuição de 16 consultores).

- **Perfil dos Agentes de Consultoria em LSS**

Foram mapeadas a partir de pesquisa nas plataformas virtuais Google (mecanismo de busca) e LinkedIn (rede social profissional) os principais agentes especializados atuantes com consultoria *Lean Six Sigma* em Portugal. No total foram identificadas 21 empresas, das quais 76% possuem sedes/filiais no Porto e/ou Lisboa, enquanto as restantes situaram-se em Aveiro (12%), Braga (8%) e Coimbra (4%). Tais posições geográficas estratégicas entram em concordância com a distribuição e concentração das indústrias no país. Em relação ao ano de fundação, a mais antiga surgiu em 1987, enquanto a mais recente em 2021. Das empresas levantadas, 71% foram concebidas depois dos anos 2000, o que demonstra que esta área em Portugal ainda é bastante recente e atrai a atenção para formação de novos especialistas.

Sobre o perfil dos 50 consultores identificados na amostra, ressalta-se que ainda é uma área composta maioritariamente por indivíduos do sexo masculino, com 73% do total, contra 27% do sexo feminino. Notou-se também que a vasta maioria (86%) possuía como área de formação a Engenharia, com maior destaque para Mecânica (48%), Produção (Gestão Industrial) (26%) e Química (12%). Além disso, sobre o grau de titulação académica, 70% possuem algum tipo de pós-graduação, sendo as mais relevantes Mestrado (40%), Especialista (14%), Doutor (12%) e MBA (4%). Do ponto de vista do tempo de experiência no mercado atuando com consultoria LSS, observou-se uma mínima de 1 ano e uma máxima de 29 anos. O que chamou atenção nos resultados foi que quase a metade (44%) dos profissionais possuem experiência inferior a 5 anos, dado que sugere, mais uma vez, um crescimento no interesse pelo LSS. Como último aspeto observado, apenas 38% informaram possuir certificação *Black Belt* ou superior, o que pode sugerir que ainda há uma carência na formação a nível mais profundo e especializado.

- **Barreiras de Implementação do LSS**

Neste aspeto, de acordo com a visão e experiência dos consultores da amostra, foram analisados dois fatores: (i) A frequência com que a barreira aparece na implementação do LSS; e o (ii) grau de criticidade do impacto da barreira na implementação do LSS. Sobre a frequência, a maior barreira foi a “Resistência dos colaboradores à mudança” (B17) (70%) que também apareceu no topo na revisão de literatura. Constatou-se ainda que as barreiras mais comuns (acima de 60%) foram de níveis estratégicos, como a “Falta/ inadequação de planeamento, organização e controlo” (B02), “Falta/inadequação de KPIs para avaliação de desempenho” (B03) e “Falta de Visão de longo prazo” (B04).

Outro ponto a destacar-se é que a barreira de “Carência de equipamentos, recursos e tecnologia” (B15) que apareceu em primeiro lugar na revisão de literatura, foi enquadrada em última colocada no inquérito, com apenas 33%; enquanto a B02 foi classificada em último lugar na revisão de literatura em contraste com 3º colocada no inquérito. Tal fato chamou atenção para uma possível divergência entre a perspetiva da academia comparada com o mercado em relação a algumas das barreiras, nomeadamente B03 e B15. Sobre o grau de criticidade, os consultores consideraram B02, B03 e B17 respetivamente como as mais críticas (impacto muito alto), que também foram apontadas como as mais frequentes.

- **Ferramentas de Implementação do LSS**

Neste aspeto, foram identificados três fatores: (i) A frequência com que cada ferramenta é utilizada na implementação do LSS; (ii) o grau de dificuldade / resistência na aplicação da ferramenta na implementação do LSS; e (iii) grau de importância da ferramenta na implementação do LSS. Do ponto de vista da frequência, a ferramenta que os consultores “sempre aplicam” é o PDCA, já que é uma abordagem prática e metodológica para implementar a melhoria contínua nas organizações.

Das 37 ferramentas apresentadas, 38% foram classificadas como “quase sempre aplicam” (exemplo do Gemba Walk, Kaizen, 5S, Ishikawa, Relatório A3 etc.). O que se observou é que as mais frequentes são ferramentas do *Lean Manufacturing*, mais voltadas principalmente para redução de desperdícios, agregar valor ao cliente e melhorar os processos. As menos frequentes, consideradas como “raramente aplicam” corresponderam a 16% das ferramentas, sendo elas TOC, Método Harada, BSC, QRQC, *Benchmarking* e FTA, majoritariamente do *Six Sigma*.

Em geral, numa aplicação do LSS, aplica-se primeiro o *Lean* para enxugar os processos e desperdícios e depois o *Six Sigma* para diminuir a variabilidade e aumentar a qualidade, o que pode levar a crer que Portugal ainda está numa fase mais inicial da implementação da metodologia.

Sobre o grau de dificuldade e/ou resistência na aplicação de ferramentas, destacam-se três como “média-alta dificuldade”, sendo elas FMEA, TPM e 5S. O que se observa em comum entre elas é que ambas possuem implementação mais complexa, geram resultados de médio a longo prazo, dependem de capacitação, do envolvimento do fator humano (equipas) e são metodologias ligadas com transformação e criação da cultura de melhoria contínua nas empresas. Não são ferramentas pontuais, mas sim, que exigem planeamento, treinamento, aplicação e replicação contínua. O FMEA voltado para cultura de “0 defeitos” ou “99,99966% de qualidade; o TPM voltado para a “produção perfeita” (sem quebras, sem paradas, sem gargalos, sem defeitos e sem acidentes) e o 5S como uma “filosofia de vida” (envolve senso de utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina).

No lado oposto, as ferramentas com menor grau de dificuldade foram Diagrama de Ishikawa, Esparguete, CTQ e 5 Porquês, já que são consideradas mais simples e voltadas para resolução de problemas pontuais, não dependem de mudança de comportamento (o que poderia provocar resistência) e podem ser aplicadas por apenas 1 pessoa.

4.2 Contribuições do Trabalho

Entre algumas das principais contribuições geradas por este trabalho, a partir do tratamento de dados do inquérito respondido pelos consultores, pode-se destacar o desenvolvimento de: (1) Mapa de Risco das Barreiras de Implementação do LSS; (2) Matriz de Decisão das Ferramentas LSS; (3) Ranking das Ferramentas Críticas na implementação do LSS.

- **Mapa de Risco das Barreiras de Implementação LSS**

A partir dos dois fatores selecionados para avaliação das barreiras, ou seja, a frequência e a criticidade/impacto (ambos transformados em escala *Likert* de 1 a 5) foi possível construir um Mapa de Risco para verificar as barreiras que podem comprometer em menor ou maior escala a implementação do LSS nas indústrias. Os resultados das médias das frequências e das criticidades avaliadas pelos consultores foram multiplicados para cálculo de um indicador nomeado de “*Score de Risco*”. Tal mapa foi dividido em três categorias:

- (i) Baixo risco ($score < 10$);
- (ii) Médio risco ($10 \leq score < 15$);
- (iii) Alto risco ($15 \leq score \leq 25$).

Foram duas as barreiras consideradas como alto risco: “Resistência dos colaboradores à mudança” (B17) ($score$ de risco = 16,98) e a “Falta de dedicação e envolvimento de gestores e líderes” (B01) ($score$ de risco = 16,54). Apesar desta última estar classificada na categoria de “Gestão de Topo”, ambas as barreiras envolvem fortemente aspectos humanos, uma vez que se houver resistência ou não envolvimento na implementação do LSS, os resultados podem ser fortemente comprometidos. Em contrapartida, a “Carência de equipamentos, recursos e tecnologia” (B15), conforme já discutido, obteve a menor pontuação entre as barreiras ($score$ de risco = 7,62), uma vez que, na visão dos consultores, tal fator não é considerado um real impedimento na implementação do LSS. Quando se avaliam as categorias, as classificadas como risco médio foram “Gestão de Topo” e “Comportamentais”.

- **Matriz de Decisão das Ferramentas LSS**

De modo a avaliar o uso das ferramentas do LSS, foi construída uma Matriz de Decisão que levou em consideração a frequência de aplicação da ferramenta (escala de 1 a 5 no eixo x) e o grau de dificuldade / resistência na aplicação da ferramenta (escala de 1 a 3 no eixo y), cujo gráfico permitiu categorizar as ferramentas em 4 quadrantes:

1. Ferramentas “*Quick Wins*” (Vitórias Rápidas): Alta frequência de uso e baixa dificuldade
2. Ferramentas “*Big Projects*” (Grandes Projetos): Alta frequência de uso e alta dificuldade
3. Ferramentas “*Plan B*” (Plano B): Baixa frequência de uso e baixa dificuldade
4. Ferramentas “*Low use*” (Baixo Uso): Baixa frequência de uso e alta dificuldade

Ao se utilizar as médias dos resultados como coordenadas (x; y) a serem plotadas no gráfico, observou-se que a grande maioria das ferramentas (92%) foram classificadas entre as *Quick Wins* (51%) e *Plan B* (41%). Entre as mais bem classificadas, destacaram-se o Ishikawa, PDCA, Kaizen, Gemba Walk e Relatório A3 como as mais frequentes e com menor dificuldade.

Outro aspecto já discutido e observado de forma mais clara foi que a maioria das ferramentas da categoria 1 foram do *Lean Manufacturing*, enquanto a categoria 3 apresentou mais ferramentas do *Six Sigma*. Nenhuma ferramenta foi classificada na categoria 4. As consideradas como *Big Projects* foram justamente as três avaliadas com maior grau de dificuldade na implementação – 5S, TPM e FMEA – o que requer planejamento, sensibilização e treinamento do fator humano.

- **Ranking das Ferramentas Críticas na implementação do LSS**

Uma das contribuições pessoais relevantes desta dissertação foi desenvolver um sistema que permitisse eduzir o *know-how* dos consultores portugueses para estabelecer uma classificação das ferramentas do LSS. Desta forma, a partir dos resultados obtidos, foi possível elaborar um *Ranking* das Top 10 Ferramentas consideradas como as mais importantes de acordo com os consultores, ao levarem em consideração suas percepções e experiências práticas.

Com resultados um pouco diferentes da Matriz de Decisão, que levou em consideração frequência e dificuldade, o objetivo da classificação foi levantar as ferramentas consideradas mais críticas na implementação do LSS. Cada consultor selecionou 10 ferramentas e as classificou em ordem de importância. Ao se selecionar as mais votadas e se calcular suas respectivas medianas (opinião média), foi possível estabelecer o *ranking*. Foi também definido o grau de confiabilidade dos resultados baseado na frequência da seleção da ferramenta, onde:

- a) Grau de confiabilidade alto (Frequência $\geq 70\%$);
- b) Grau de confiabilidade médio ($40\% \leq \text{Frequência} < 70\%$);
- c) Grau de confiabilidade baixo (Frequência $< 40\%$);

Apesar de Hoshin Kanri não ter sido identificada como ferramenta de alta frequência nas avaliações anteriores, apareceu no *ranking* em primeira colocada, dado o seu forte impacto na definição e desdobramento de metas estratégicas em todos os níveis da organização e que vão direcionar os projetos de melhoria. Em segundo colocado aparece o VOC, que ressalta a importância da “Voz do Cliente” (seja interno ou externo) no levantamento das necessidades e parâmetros para oportunidades de melhoria, bem como na tradução dos CTQs (fatores críticos) e no estabelecimento de indicadores-chave direcionadores ou de acompanhamento dos projetos. Em terceiro, o VSM, que é responsável por realizar todo o mapeamento da cadeia do fluxo de valor, para garantir desperdício mínimo e valor máximo ao cliente.

4.1 Propostas de investigações futuras

A partir dos resultados obtidos de forma preliminar, existiram alguns pontos que poderiam ser mais explorados. Identificaram-se como oportunidades para investigações e trabalhos futuros as seguintes:

- Realizar uma investigação mais aprofundada sobre as barreiras de implementação, a incluir como sujeitos da pesquisa outros agentes, como diretores, gestores e colaboradores de empresas que implementam o LSS em suas práticas;
- Avaliar as relações existentes entre as barreiras de implementação, o uso das ferramentas do LSS e os resultados nas indústrias portuguesas (impacto direto em seus KPIs);
- Desenvolver uma ferramenta ou aplicação com diagnóstico das barreiras para auxiliar os agentes envolvidos na implementação do LSS;
- Mapear uma lista de possíveis soluções para driblar cada uma das barreiras de implementação do LSS e produzir uma cartilha de boas práticas.
- Avaliar quais as barreiras de implementação do LSS em comparação com outros setores.

Bibliografia

- 4Lean. (n.d.). *Lean Tools*. <http://www.4lean.net/lean-tools/>
- Abolhassani, A., Layfield, K., & Gopalakrishnan, B. (2016). Lean and US manufacturing industry: popularity of practices and implementation barriers. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2014-0157>
- Ahiakwo, O., Oloke, D., Suresh, S., & Khatib, J. (2012). A critical review of the potential for the implementation of Lean in the Nigerian Building Industry. *Proc 4th West Africa Built Environment Research (WABER) Conference. Abuja, Nigeria*, 24–26.
- Ainul Azyan, Z. H., Pulakanam, V., & Pons, D. (2017). Success factors and barriers to implementing lean in the printing industry: A case study and theoretical framework. *Journal of Manufacturing Technology Management*. <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2016-0067>
- Akao, Y. (2004). *Hoshin Kanri: Policy Deployment for Successful TQM*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=VvLXwAEACAAJ>
- Akdeniz, C. (2015). *Lean Manufacturing Explained*. Createspace Independent Pub.
- Albaum, G. (1997). The Likert Scale Revisited. *Market Research Society. Journal.*, 39(2), 1–21. <https://doi.org/10.1177/147078539703900202>
- Alefari, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.169>
- Allen, J., Robinson, C., & Stewart, D. (2001). *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*. Society of Manufacturing Engineers.
- Allen, T. T. (2018). *Introduction to Engineering Statistics and Lean Six Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems*. Springer London. <https://books.google.pt/books?id=2Pt9DwAAQBAJ>
- Almanei, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs. *Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.170>
- Almeida Marodin, G., & Saurin, T. A. (2015). Managing barriers to lean production implementation: Context matters. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.980454>
- Ambekar, S., & Hudnurkar, M. (2017). Factorial structure for Six Sigma project barriers in Indian manufacturing and service industries. *TQM Journal*, 29(5), 744–759. <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2017-0021>
- American Society of Quality. (2021). *What is Design of Experiments (DOE)?* <https://asq.org/quality-resources/design-of-experiments>
- Anderson, D. J., & Carmichael, A. (2015). *Essential Kanban Condensed*. Lean-Kanban University. <https://books.google.pt/books?id=fHMCDQEACAAJ>
- Anselmo de Castro, R. (2013). *Lean Six Sigma - Para Qualquer Negócio* (2nd ed.). IST Press.
- Asefeso, A. (2012). *Design for Six Sigma (Dfss)*. Lulu Enterprises Incorporated.
- Associação Educacional Dom Bosco. (n.d.). Aplicação da Teoria das Restrições em uma Indústria Metalúrgica. *Simpósio de Excelência Em Gestão e Tecnologia*, 12. https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/187_toc_seget_sem.pdf
- Associação Empresarial de Portugal. (2020). *Programa Estratégico para a Valorização da Indústria Portuguesa*. https://www.aeportugal.pt/uploads/Publicacoes/PDF/portugal-industrial-pt-i-502_1650.pdf
- Bajjou, M. S., & Chafi, A. (2018). Lean construction implementation in the Moroccan construction industry: Awareness, benefits and barriers. *Journal of Engineering, Design and Technology*. <https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2018-0031>

- Barros, L. M. M. da S. A., Gomes, A. M. da F. F., & Engenharia, U. do P. F. de. (2010). *Estudo e implementação de Lean Manufacturing em PMEs*. <http://hdl.handle.net/10216/57902>
- Bastos, A. L. A., Moura, R. da S., Daus, C., Raiser, G., & Conti, F. F. (2017). *Dificuldades na Implementação do Lean Manufacturing nas Empresas do Setor Mecânico de Santa Catarina*.
- Basu, R. (2009). *Implementing Six Sigma and Lean: A Practical Guide to Tools and Techniques*. Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Bednarek, M., & Luna, L. F. N. (2008). The selected problems of lean manufacturing implementation in Mexican SMEs. *IFIP International Federation for Information Processing*. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77249-3_25
- Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>
- Brue, G., & Howes, R. (2004). *The McGraw Hill 36 Hour Six Sigma Course*. McGraw-Hill Education.
- Carreira, B., & Trudell, B. (2006). *Lean Six Sigma That Works: A Powerful Action Plan for Dramatically Improving Quality, Increasing Speed, and Reducing Waste*. AMACOM.
- Carvalho, J. D. (2021). *Melhoria Contínua nas Organizações (1ª)*. Lidel.
- Carvalho, M. T., Azevedo, A. L. de, & Engenharia, U. do P. F. de. (2010). *Lean manufacturing na indústria de revestimentos de cortiça*. <http://hdl.handle.net/10216/60447>
- Chan, S. W., Ismail, F., Ahmad, M. F., Zaman, I., & Lim, H. Q. (2019). Factors and barriers influencing Lean Production System adoption in manufacturing industries. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(2), 939–946. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85064986972&partnerID=40&md5=31bb0450e1864a9ccc673d325a6043c0>
- Chaple, A. P., Narkhede, B. E., Akarte, M. M., & Raut, R. (2018). Modeling the lean barriers for successful lean implementation: TISM approach. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2016-0063>
- Čiarniene, R., & Vienažindiene, M. (2013). Lean manufacturing implementation: The main challenges and barriers. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development: Research Papers*, 35(1), 41–47.
- Cucchi, M. B. (2016). *As Barreiras da Implantação do Sistema Lean Manufacturing: Estudo de Casos Múltiplos em Indústrias do Rio Grande do Sul*.
- Cunha, A. M. P. da, & Paiva, L. M. G. (2017). *Implementação da metodologia Lean numa empresa do setor cerâmico*. <http://hdl.handle.net/10400.19/4479>
- Darabi, R., Moradi, R., & Toomari, U. (2012). Barriers to implementation of lean accounting in manufacturing companies. *International Journal of Business and Commerce*, 1(9), 38–51.
- Defeo, J., & Juran, J. M. (2010). *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence 6/e*. McGraw-hill. <https://books.google.pt/books?id=NWN6mAEACAAJ>
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. Taylor & Francis.
- Dora, M., Kumar, M., & Gellynck, X. (2016). Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs - A multiple case analysis. *Production Planning and Control*. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1050477>
- dos SANTOS, A. J., & DALLA VALENTINA, L. V. O. (2015). Uma Sistemática para Análise da Eficácia dos Métodos de Controle do Processo Produtivo. *Revista ESPACIOS* Vol. 36 (Nº 09) Año 2015.
- Elkhairi, A., Fedouaki, F., & El Alami, S. (2019). Barriers and critical success factors for implementing lean manufacturing in SMEs. *IFAC-PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.303>
- Ericson, C. A. (1999). Fault Tree Analysis - A History. *Proceedings of the 17th International Systems Safety Conference*.
- EUROSTAT. (2020). *Output of economic activities in the EU Member States*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20201028->

1?inheritRedirect=true&redirect=%2Ffeurostat%2F

- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2014). *An Introduction to Six Sigma and Process Improvement*. Cengage Learning. <https://books.google.pt/books?id=CYHAAgAAQBAJ>
- F. M. dos Santos, M. (2010). *Apostila de Green Belt* (p. 491).
- Farinha, L. S. B., Brou, E., & Carvalho, F. (2015). *LEAN manufacturing - Uma História de Sucesso em Portugal*. <http://hdl.handle.net/10400.26/18514>
- Fernandes, J. L. R., & Pinto, C. M. A. (2020). *Análise SWOT da implementação da filosofia Lean na indústria em Portugal*. <http://hdl.handle.net/10400.22/16972>
- Figueiredo, C. M., & Antunes, M. G. (2020). *Metodologias lean na indústria automóvel portuguesa*. <http://hdl.handle.net/10400.21/13562>
- FM2S Treinamentos. (n.d.). *Apostila de Green Belt*.
- Garcia-Alcaraz, J. L., Maldonado-Macias, A. A., & Cortes-Robles, G. (2014). *Lean Manufacturing in the Developing World: Methodology, Case Studies and Trends from Latin America*. Springer International Publishing.
- Gemba Academy. (2017). *One Point lesson: Kamishibai*. https://blog.gembaacademy.com/2009/07/06/one_point_lesson_kamishibai/
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*. McGraw-Hill Education.
- George, M. L., Maxey, J., Rowlands, D. T., & Upton, M. (2004). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Quality and Speed*. McGraw-Hill Education.
- Goldratt, E. M., Cox, J., & Whitford, D. (2012). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. North River Press. <https://books.google.pt/books?id=6vdJLwEACAAJ>
- Goskills. (2022). *What is Lean Six Sigma?* <https://www.goskills.com/Lean-Six-Sigma>
- Grove, A. L., Meredith, J. O., MacIntyre, M., Angelis, J., & Neailey, K. (2010). UK health visiting: challenges faced during lean implementation. *Leadership in Health Services*, 23(3), 204–218. <https://doi.org/10.1108/17511871011061037>
- Gygi, C., DeCarlo, N., Williams, B., & Covey, S. R. (2005). *Six Sigma For Dummies*. Wiley. <https://books.google.pt/books?id=iipqswEACAAJ>
- Harada, T., & Bodek, N. (2012). *The Harada Method the Spirit of Self-Reliance*. PCs Incorporated. <https://books.google.pt/books?id=5efwMgEACAAJ>
- Harry, M. J. (1990). *A Strategic Vision for Accelerating Six Sigma within Motorola*.
- Hutwelker, R. (2019). *Six Sigma Green Belt Certification Project: Identification, Implementation and Evaluation*. Springer International Publishing.
- Indústria Hoje. (2013). *O que é Poka Yoke?* <https://industria hoje.com.br/o-que-e-poka-yoke>
- Instituto Nacional de Estatística. (2020). *Estatísticas da Produção Industrial: 2019*. <https://www.ine.pt/xurl/pub/467890702>
- International Six Sigma. (2020). *Six Sigma Revealed*. https://www.sixsigma-institute.org/Six_Sigma_Books_International_Six_Sigma_Institute.php
- Ishikawa, K., & Organization, A. P. (1986). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organization. <https://books.google.pt/books?id=ipMuR1KDmrQC>
- ISOFLEX. (n.d.). *Quadro Kanban em MDF*. <https://www.lojaisoflex.com.br/kanban/quadro-kanban>
- IZIMAGE. (2020). *3 Formas de para sua organização realizar auditorias 5S*. <https://izimage.com/en/3-ways-your-organization-can-undertake-a-5s-audit/>
- Jacka, J. M., & Keller, P. J. (2009). *Business Process Mapping Workbook: Improving Customer Satisfaction*. Wiley. <https://books.google.pt/books?id=LnpUuY18C>
- Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2014). Exploring barriers in lean implementation.

- Jaiswal, P., & Kumar, A. (2016). Analyzing barriers of lean manufacturing adoption in Indian SMEs using an integrated approach of grey decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL). *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*.
- Jayathirtha, R. V., & Raghunath A. (2013). Barriers for implementation of Six Sigma by Small and Medium Enterprises. *International Journal of Advancements in Research & Technology*.
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2004). *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Elsevier Editora.
- Kaizen Institute. (n.d.). *Certificação Kaizen Practionner*.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1997). *A estratégia em ação: balanced scorecard*. ELSEVIER EDITORA. https://books.google.pt/books?id=XQ-EIA%5C_HJWYC
- Kesterson, R. K. (2017). *The Basics of Hoshin Kanri*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=ANHMBQAAQBAJ>
- Khaba, S., & Bhar, C. (2018). Analysing the barriers of lean in Indian coal mining industry using integrated ISM-MICMAC and SEM. *Benchmarking*, 25(7), 2145–2168. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2017-0057>
- Khlat, M., Harb, A. H., & Kassem, A. (2014). Lean Manufacturing: Implementation and assessment in the Lebanese Pharmaceutical Industry. *International Journal of Computing and Optimization*, 1(2), 47–62.
- Kleszcz, D. (2018). Barriers and opportunities in implementation of Lean Manufacturing tools in the ceramic industry. *Production Engineering Archives*, 19(19), 48–52. <https://doi.org/10.30657/pea.2018.19.10>
- Kumar, R., & Kumar, V. (2014). Barriers in Implementation of Lean Manufacturing System in Indian industry: A survey. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*.
- Lean Institute Brasil. (2010). *HOSHIN KANRI - Desdobrando a Estratégia em sua Organização*. <https://www.lean.org.br/artigos/125/hoshin-kanri---desdobrando-a-estrategia-em-sua-organizacao.aspx>
- Liker, J. K., & Meier, D. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill Education.
- Lodgaard, E., Ingvaldsen, J. A., Gamme, I., & Aschehoug, S. (2016). Barriers to Lean Implementation: Perceptions of Top Managers, Middle Managers and Workers. *Procedia CIRP*, 57, 595–600. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.103>
- Loureiro, P. M. T., & Varela, M. L. R. (2016). *Implementação de Ferramentas Lean na industria nacional*. <http://hdl.handle.net/1822/41843>
- Maia, M. L. C. L. da C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2018). *Desenvolvimento de uma metodologia para implementar Lean Production na indústria têxtil e do vestuário*. <http://hdl.handle.net/1822/59000>
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed.-São Paulo: Atlas.
- MARCONI, M. de A., & LAKATOS, E. M. (1991). *Técnicas de Pesquisa Científica*. São Paulo, Atlas.
- Martinelli, R. J., & Milosevic, D. Z. (2016). *Project Management ToolBox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager*. Wiley. <https://books.google.pt/books?id=SbA7CwAAQBAJ>
- Martins, D. N. M. da S. G., & Bastos, J. A. de S. (2018). *Estudo da implementação das práticas LEAN na indústria portuguesa*. <http://hdl.handle.net/10400.22/13096>
- Martins, J. R. M., & Cachadinha, N. (2011). *Lean construction na construção e engenharia portuguesas – oportunidades e desafios para os donos de obra*. <http://hdl.handle.net/10362/6260>
- Mecalux. (2021). *Sistema Kanban: o que é e como funciona na logística?* <https://www.mecalux.com.br/blog/sistema-kanban>
- Medeiros, A. P., Fernandes, A. A., Jorge, R. M. N., & Engenharia, U. do P. F. de. (2010). *Aplicação de iniciativas Lean no desenvolvimento de produtos da indústria de móveis*. <http://hdl.handle.net/10216/58948>

- Moeuf, A., Tamayo, S., Lamouri, S., Pellerin, R., & Lelievre, A. (2016). Strengths and weaknesses of small and medium sized enterprises regarding the implementation of lean manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.552>
- Mohammad Asri, M. A. N., & Mohd Nawawi, M. N. (2015). Actualizing lean construction: Barriers toward the implementation. *Advances in Environmental Biology*.
- Moreira, F. J. T., Bastos, J., & Ávila, P. (2011). *Estudo da implementação da filosofia Lean na indústria Portuguesa*. <http://hdl.handle.net/10400.22/3282>
- MoreSteam. (2018). *Relatório A3*. <https://www.moresteam.com/lean/a3-report.cfm>
- Moyano-Fuentes, J., & Sacristán-Díaz, M. (2012). Learning on lean: A review of thinking and research. In *International Journal of Operations and Production Management*. <https://doi.org/10.1108/01443571211226498>
- Munro, R. A., Ramu, G., & Zrymiak, D. J. (2015). *The Certified Six Sigma Green Belt Handbook, Second Edition*. ASQ Quality Press.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press. <https://books.google.pt/books?id=XKc28H3JeUUC>
- National Institute of Standards and Technology. (2013). *Engineering Statistics Handbook*. <https://doi.org/https://doi.org/10.18434/M32189>
- 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>
- Niederstadt, J. (2018). *Kamishibai Boards: A Lean Visual Management System That Supports Layered Audits*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=Q37SBQAAQBAJ>
- Ohno, T. (1979). Toyota Production System Beyond Large -Scale Production Taiichi Ohno. In *Production*.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System Summary. In *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. <https://doi.org/10.1108/eb054703>
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. McGraw-Hill Education.
- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). *Administração da Produção: Operações Industriais e de serviços*. Positivo.
- Pingyu, Y., & Yu, Y. (2010). The barriers to SMEs' implementation of lean production and countermeasures-based on SMS in Wenzhou. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 1(2), 220–225.
- PORDATA. (2019). *Estatísticas sobre Portugal e Europa*. <https://www.pordata.pt/Portugal>
- Q Solutions Groups. (2021). *PDCA Cycle*. <https://www.qsolutionsgroup.com.au/faqs>
- Rathi, R., Kumar, A., & Khanduja, D. (2019). Identification and Prioritization Lean Six Sigma Barriers in MSMEs. *Journal of Physics: Conference Series*, 1240(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1240/1/012062>
- Reis, L. M. F., & Varela, M. L. R. (2015). *Aplicação de técnicas e procedimentos Lean Production numa empresa da indústria automóvel*. <http://hdl.handle.net/1822/39276>
- Rodrigues, M. V. (2014). *Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing*. Elsevier Ltd.
- Rosamilha. (2014). *Utilizando o método de Kano*. <http://nelsonrosamilha.blogspot.com/2014/05/satisfacao-do-cliente-utilizando-o.html>
- Rother, M. (2009). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. McGraw-Hill Education. <https://books.google.pt/books?id=rFDq1DYprzYC>
- Rother, M., Shook, J., & Institute, L. E. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=mrNIH6Oo87wC>

- Rumane, A. R. (2013). *Quality Tools for Managing Construction Projects*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=mjUJ-FFcyR8C>
- Sahwan, M. A., Rahman, M. N. A., & Deros, B. M. (2012). Barriers to implement lean manufacturing in malaysian automotive industry. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*. <https://doi.org/10.11113/jt.v59.2571>
- Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.033>
- Sandra L, F. (2006). Critical Quality Skills of Our Future Engineers. *ASQ Conference on Quality in the Space and Defense Industries*.
- Santos, I. F., & Pinto, C. M. A. (2019). *O desenvolvimento da metodologia LEAN em processos produtivos*. <http://hdl.handle.net/10400.22/15600>
- Sarhan, J., Xia, B., Fawzia, S., Karim, A., & Olanipekun, A. (2018). Barriers to implementing lean construction practices in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) construction industry. *Construction Innovation*. <https://doi.org/10.1108/CI-04-2017-0033>
- Sarhan, S., & Fox, a. (2013). Barriers to Implementing Lean Construction in the UK Construction Industry. *The Built & Human Environment Review*.
- Schröders, T., & Cruz-Machado, V. (2015). Sustainable lean implementation: An assessment tool. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47241-5_105
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Scrum.org. <https://books.google.pt/books?id=8ONgzgEACAAJ>
- Shamsi, M. A., & Alam, A. (2018). Exploring Lean Six Sigma implementation barriers in Information Technology industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(4), 523–542. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2017-0054>
- Sharma, V., Dixit, A. R., & Asim, M. (2014). Analysis of barriers to lean implementation in machine tool sector. *International Journal of Lean Thinking*, 5, 5–25.
- Shewhart, W. A. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. American Society for Quality Control.
- Shingo, S. (2019a). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=YFUPEAAQBAJ>
- Shingo, S. (2019b). A study of the toyota production system: From an industrial engineering viewpoint. In *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. <https://doi.org/10.4324/9781315136509>
- Shingo, S. (2021). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=FU1EEAAQBAJ>
- Shook, J., & Marchwinski, C. (2014). *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. Lean Enterprise Institute, Incorporated.
- Silva, M. D. F. A. da, & Farinha, J. M. T. (2014). *Abordagem Lean à gestão da manutenção e energia de uma indústria de bebidas : caso prático Sumol Compal*. <http://hdl.handle.net/10400.26/12820>
- Silva, I. M. P. (2018). *A utilização das práticas Lean na indústria alimentar em Portugal*. <https://widgets.ebscohost.com/prod/customerspecific/ns000290/authentication/index.php?url=https%3A%2F%2Fsearch.ebscohost.com%2Flogin.aspx%3Fdirect%3Dtrue%26db%3Dedsrca%26AN%3Drcaap.10400.5.17067%26lang%3Dpt-pt%26site%3Deds-live%26scope%3Dsite>
- Sinha, S. (2019). *Waste Management - 3M (Muri, Mura and Muda)*.
- Sousa, B. B. de, Alves, A. C., & Couto, J. P. (2019). *Melhoria de processos através de ferramentas Lean Construction e outras ferramentas, numa empresa de construção civil*. <http://hdl.handle.net/1822/64160>
- Sutherland, J. (2014). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. Random House. <https://books.google.pt/books?id=ikl9AwAAQBAJ>
- Tang, L. C., Goh, T. N., Yam, H. S., & Yoap, T. (2007). *Six Sigma: Advanced Tools for Black Belts and*

- Master Black Belts*. Wiley. <https://books.google.pt/books?id=XMawhDtKZyWC>
- Tennant, G. (2017). *Six Sigma: SPC and TQM in Manufacturing and Services*. Taylor & Francis.
- Testa, Q., & Aoudia, H. (2012). *Perfect QRQC - The Basics: Quality Management Based on the San Gen Shugi Attitude*. Maxima. <https://books.google.pt/books?id=19MfDgAAQBAJ>
- Tetteh, E. G., & Uzochukwu, B. M. (2014). *Lean Six Sigma Approaches in Manufacturing, Services, and Production*. IGI Global. <https://books.google.pt/books?id=lqWXBgAAQBAJ>
- Truscott, W. (2012). *Six Sigma*. Taylor & Francis.
- Ulewicz, R., & Kucęba, R. (2016). Identification of problems of implementation of Lean concept in the SME sector. *Engineering Management in Production and Services*, 8(1), 19–25. <https://doi.org/10.1515/emj-2016-0002>
- Varandas, F. G. D. F. (2021). *Implementação de Metodologias Kaizen Lean na Indústria Farmacêutica*. Universidade de Coimbra.
- Vince Soluções e Tecnologia. (2021). *Como calcular o OEE?* <http://www.oeo.com.br/como-calculer-o-oeo/>
- Voehl, F., Harrington, H. J., Mignosa, C., & Charron, R. (2013). *The Lean Six Sigma Black Belt Handbook: Tools and Methods for Process Acceleration*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=1sLMBQAAQBAJ>
- Werkema, M. C. C. (2006). *Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Werkema Editora.
- Wessiani, N., & Yoshio, F. (2018). Failure mode effect analysis and fault tree analysis as a combined methodology in risk management. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337, 12033. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012033>
- Wieckhorst, D., Dailey, K. W., & Welch, B. (2003). *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*. DW Pub.
- Wilson, L. (2010). How to Implement Lean Manufacturing [Book]. In *McGraw-Hill* (Second edi). McGraw Hill Education.
- Womack, J. (2013). *Gemba Walks*. Lean Enterprise Institute, Incorporated. <https://books.google.pt/books?id=vKDPIgEACAAJ>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. In *Journal of the Operational Research Society*. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Womack, James P., Jones, D. T., & Roos, D. (1992). The machine that changed the world. *Business Horizons*. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(92\)90074-J](https://doi.org/10.1016/0007-6813(92)90074-J)
- Wong, Y. C., & Wong, K. Y. (2011). A lean manufacturing framework for the Malaysian electrical and electronics industry. *Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Financial Engineering*, 12, 30–34.
- Yadav, G., & Desai, T. N. (2017). A fuzzy AHP approach to prioritize the barriers of integrated Lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(8), 1167–1185. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2016-0010>
- Zhang, Q., Irfan, M., Aamir Obaid Khattak, M., Abbas, J., Zhu, X., & Sanullah Shah, M. (2012). Critical success factors for successful Lean Six Sigma implementation in Pakistan. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(1), 117–124.

Anexo I

Lista de empresas

EMPRESA	FUNDAÇÃO	SEDE	WEBSITE	
	Giagi Consultores	1987	Aveiro	https://www.giagi.pt/
	Licentivos	1993	Braga	https://www.licentivos.pt/
	VLM Consultores	1995	Aveiro	https://www.vlm.pt/
	XC Consultores	1996	Porto	https://xcconsultores.pt/
	CLT Services	1997	Porto	https://www.cltservices.net/
	Profitability Engineers	1999	Lisboa	https://www.profitability.pt/
	Hozen Consulting	2002	Aveiro	https://hozen.pt/
	Sinmetro	2002	Coimbra	https://www.sinmetro.pt/
	Actio Lean Consulting	2004	Lisboa / Porto	https://www.actio-consulting.pt/
	G3P Consulting	2004	Lisboa	https://www.g3pconsulting.com/
	Sixsis	2005	Lisboa / Porto	https://sixsis.com/
	Vexillum	2009	Lisboa / Porto	https://vexillum.pt/
	LeanBox	2009	Lisboa	https://leanbox.pt/
	e4pi consultores	2011	Matosinhos	https://e4pi.pt/
	Estrategor	2011	Lisboa / Porto	https://estrategor.pt/
	Prodesa	2015	Braga	https://prodesa.pt/
	Erising	2017	Lisboa	https://erising.pt/
	New Angle	2018	Lisboa	https://www.newangle.pt/
	SigmaX	2018	Vila Nova de Gaia	http://sigmax.pt/
	The Lean Six Sigma Company	2019	Lisboa	https://www.theleansixsigmacompany.pt/
	Agile Solutions Portugal	2021	Lisboa	https://www.agilesolutions.pt/

Anexo II

Principais ferramentas do LSS

FERRAMENTA LEAN	1 -Valor	2 - Cadeia de valor	3 - Fluxo	4 - Plan. Puxado	5 - Melhoria
5 Porquês					o
5 S					o
8 Desperdícios	o				
FIFO				o	
Fluxogramas		o	o		
Gemba Walk	o	o			o
Gestão Visual			o	o	o
Harada					o
Heijunka			o	o	o
Jidoka			o	o	o
JIT				o	
Kaizen					o
Kamishibai			o		o
Kanban			o	o	
Kata					o
Matriz de Stakeholders		o			
Mizusumashi				o	
Muda, Mura, Muri	o				
Poka-yoke					o
SMED			o		
TPM				o	o
VSM		o			
FERRAMENTA SIX SIGMA	1 - Definir	2 - Medir	3 - Analisar	4 - Melhorar	5 - Controlar
5W2H				o	o
Análise de correlação			o		
ANOVA			o	o	
Benchmarking				o	
BSC	o				o
Capabilidade		o	o		o
Cartas de Controle		o	o		o
Diagrama de Ishikawa			o		
Diagrama de Esparguete			o		
DOE			o	o	
FMEA			o	o	
Fluxograma	o		o	o	
FTA			o		
Gage R&R			o	o	
Gráficos de tendência		o			o
Gráfico de Pareto		o	o	o	
Gráfico de dispersão					
Histograma		o	o		o
Mapa dos processos					
Modelo Kano	o				
PDCA	o	o	o	o	o
QFD	o		o	o	
QRQC					
RACI	o			o	
Regressão Linear			o	o	
Relatório A3				o	
Teste de hipótese			o	o	
TOC			o	o	
Scrum/agile				o	o
SIPOC	o			o	
SPC		o	o		o
VOC /CTQ	o	o	o	o	

Anexo III

Revisão da literatura global e barreiras

Código	Autores envolvidos
B01	(Ahiakwo et al., 2012; Ainul Azyan et al., 2017; Alefari et al., 2017; Almani et al., 2017; Almeida Marodin & Saurin, 2015; Bajjou & Chafi, 2018; Bastos et al., 2017; Chan et al., 2019; Cucchi, 2016; Darabi et al., 2012; Dora et al., 2016; Elkhairi et al., 2019; Jadhav et al., 2014; Jaiswal & Kumar, 2016; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khaba & Bhar, 2018; Khlat et al., 2014; Kleszcz, 2018; Kumar & Kumar, 2014; Lodgaard et al., 2016; Netland, 2016; Pingyu & Yu, 2010; Rathi et al., 2019; Sahwan et al., 2012; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; J. Sarhan et al., 2018; S. Sarhan & Fox, 2013; Sharma et al., 2014; Ulewicz & Kucęba, 2016; Yadav & Desai, 2017; Zhang et al., 2012)
B02	(Ahiakwo et al., 2012; Ainul Azyan et al., 2017; Alefari et al., 2017; Almeida Marodin & Saurin, 2015; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Bastos et al., 2017; Bednarek & Luna, 2008; Chan et al., 2019; Chaple et al., 2018; Elkhairi et al., 2019; Khaba & Bhar, 2018; Kumar & Kumar, 2014; Netland, 2016; Rathi et al., 2019; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; Ulewicz & Kucęba, 2016; Yadav & Desai, 2017)
B03	(Bastos et al., 2017; Čiarniene & Vienažindiene, 2013; Darabi et al., 2012; Khaba & Bhar, 2018; Pingyu & Yu, 2010; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; Yadav & Desai, 2017)
B04	(Alefari et al., 2017; Bastos et al., 2017; Bednarek & Luna, 2008; Darabi et al., 2012; Elkhairi et al., 2019; Khaba & Bhar, 2018; Kumar & Kumar, 2014; Moeuf et al., 2016; Rathi et al., 2019; S. Sarhan & Fox, 2013; Yadav & Desai, 2017)
B05	(Abolhassani et al., 2016; Almani et al., 2017; Almeida Marodin & Saurin, 2015; Bajjou & Chafi, 2018; Bastos et al., 2017; Bednarek & Luna, 2008; Chan et al., 2019; Chaple et al., 2018; Čiarniene & Vienažindiene, 2013; Darabi et al., 2012; Dora et al., 2016; Jadhav et al., 2014; Jaiswal & Kumar, 2016; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khaba & Bhar, 2018; Kleszcz, 2018; Kumar & Kumar, 2014; Moeuf et al., 2016; Rathi et al., 2019; Sahwan et al., 2012; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; S. Sarhan & Fox, 2013; Yadav & Desai, 2017; Zhang et al., 2012)
B06	(Bastos et al., 2017; Darabi et al., 2012; Kleszcz, 2018; Kumar & Kumar, 2014; Zhang et al., 2012)
B07	(Alefari et al., 2017; Bastos et al., 2017; Chan et al., 2019; Cucchi, 2016; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khaba & Bhar, 2018; Netland, 2016; Rathi et al., 2019; Sahwan et al., 2012; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; S. Sarhan & Fox, 2013; Sharma et al., 2014; Ulewicz & Kucęba, 2016; Yadav & Desai, 2017; Zhang et al., 2012)
B08	(Abolhassani et al., 2016; Ahiakwo et al., 2012; Ainul Azyan et al., 2017; Almani et al., 2017; Almeida Marodin & Saurin, 2015; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Bajjou & Chafi, 2018; Bastos et al., 2017; Chan et al., 2019; Chaple et al., 2018; Čiarniene & Vienažindiene, 2013; Elkhairi et al., 2019; Jaiswal & Kumar, 2016; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khaba & Bhar, 2018; Kleszcz, 2018; Lodgaard et al., 2016; Pingyu & Yu, 2010; Rathi et al., 2019; Sahwan et al., 2012; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; J. Sarhan et al., 2018; S. Sarhan & Fox, 2013; Sharma et al., 2014; Ulewicz & Kucęba, 2016; Yadav & Desai, 2017)
B09	(Alefari et al., 2017; Almani et al., 2017; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Bastos et al., 2017; Chan et al., 2019; Čiarniene & Vienažindiene, 2013; Elkhairi et al., 2019; Khaba & Bhar, 2018; Kleszcz, 2018; Netland, 2016; Pingyu & Yu, 2010; Rathi et al., 2019; Shamsi & Alam, 2018; Sharma et al., 2014; Yadav & Desai, 2017; Zhang et al., 2012)
B10	(Ambekar & Hudnurkar, 2017; Chan et al., 2019; Netland, 2016; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; Wong & Wong, 2011; Yadav & Desai, 2017)

B11	(Alefari et al., 2017; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Chan et al., 2019; Darabi et al., 2012; Elkhairi et al., 2019; Netland, 2016; Rath et al., 2019; Sahwan et al., 2012; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; S. Sarhan & Fox, 2013; Wong & Wong, 2011; Yadav & Desai, 2017)'
B12	(Almanei et al., 2017; Khaba & Bhar, 2018; Sahwan et al., 2012; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; S. Sarhan & Fox, 2013; Yadav & Desai, 2017)
B13	(Chan et al., 2019; Kumar & Kumar, 2014; Rath et al., 2019; Yadav & Desai, 2017; Zhang et al., 2012)
B14	(Ahiakwo et al., 2012; Bajjou & Chafi, 2018; Chaple et al., 2018; Dora et al., 2016; Elkhairi et al., 2019; Jadhav et al., 2014; Jaiswal & Kumar, 2016; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khlath et al., 2014; Kumar & Kumar, 2014; Moeuf et al., 2016; Sahwan et al., 2012; J. Sarhan et al., 2018; S. Sarhan & Fox, 2013; Ulewicz & Kucęba, 2016)
B15	(Ahiakwo et al., 2012; Alefari et al., 2017; Almanei et al., 2017; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Chan et al., 2019; Darabi et al., 2012; Elkhairi et al., 2019; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khaba & Bhar, 2018; Netland, 2016; Pingyu & Yu, 2010; Rath et al., 2019; Sharma et al., 2014; Wong & Wong, 2011; Yadav & Desai, 2017)
B16	(Ambekar & Hudnurkar, 2017; Čiarniene & Vienažindiene, 2013; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Netland, 2016; Shamsi & Alam, 2018; Yadav & Desai, 2017)
B17	(Abolhassani et al., 2016; Ahiakwo et al., 2012; Ainul Azyan et al., 2017; Almanei et al., 2017; Almeida Marodin & Saurin, 2015; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Bajjou & Chafi, 2018; Chan et al., 2019; Chaple et al., 2018; Čiarniene & Vienažindiene, 2013; Darabi et al., 2012; Dora et al., 2016; Elkhairi et al., 2019; Jadhav et al., 2014; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khaba & Bhar, 2018; Kumar & Kumar, 2014; Netland, 2016; Pingyu & Yu, 2010; Rath et al., 2019; Sahwan et al., 2012; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; S. Sarhan & Fox, 2013; Sharma et al., 2014; Yadav & Desai, 2017)
B18	(Alefari et al., 2017; Almanei et al., 2017; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Čiarniene & Vienažindiene, 2013; Darabi et al., 2012; Elkhairi et al., 2019; Jayathirtha & Raghunath A, 2013; Khaba & Bhar, 2018; Kumar & Kumar, 2014; Netland, 2016; Sahwan et al., 2012; Wong & Wong, 2011; Zhang et al., 2012)
B19	(Chan et al., 2019; Kumar & Kumar, 2014; Sharma et al., 2014)
B20	(Almanei et al., 2017; Ambekar & Hudnurkar, 2017; Chan et al., 2019; Khlath et al., 2014; Lodgaard et al., 2016; Netland, 2016; Rath et al., 2019; Yadav & Desai, 2017; Zhang et al., 2012)

Anexo IV

Revisão da literatura portuguesa

Autor	Abordagem	Empresas	Setor da indústria
(Varandas, 2021)	Quali	Estudo de caso	Farmacêutico
(Figueiredo & Antunes, 2020)	Quanti	48 empresas	Automobilístico
(Fernandes & Pinto, 2020)	Quanti	98 empresas	Múltiplos setores (principais: automobilística, metalomecânica, máquinas e equipamentos, têxtil)
(Sousa et al., 2019)	Quali-quanti	Estudo de caso	Construção
(Santos & Pinto, 2019)	Quali	Estudo de caso	Metalomecânica
(Maia et al., 2018)	Quanti	77 empresas	Têxtil e vestuário
(I. M. P. Silva, 2018)	Quanti	46 empresas	Alimentício
(D. N. M. da S. G. Martins & Bastos, 2018)	Quanti	31 empresas	Múltiplos setores (principais: automobilístico, máquinas e equipamentos, químico, têxtil, metalomecânica)
(Cunha & Paiva, 2017)	Quali	Estudo de caso	Cerâmica
(Loureiro & Varela, 2016)	Quanti	85 empresas	Automobilística, Têxtil, Construção e Mobiliário
(Farinha et al., 2015)	Quali-quanti	Estudo de caso	Manufatura (plástico)
(Reis & Varela, 2015)	Quali-quanti	Estudo de caso	Automobilístico
(M. D. F. A. da Silva & Farinha, 2014)	Quali-quanti	Estudo de caso	Bebidas
(Fernandes & Pinto, 2020)	Quanti	106 empresas	Gráfica
(Moreira et al., 2011)	Quanti	22 empresas	Múltiplos setores (principais: automobilística, eletrônica, química, madeira)
(J. R. M. Martins & Cachadinha, 2011)	Quanti	20 empresas	Construção
(M. T. Carvalho et al., 2010)	Quali-quanti	Estudo de caso	Revestimentos de Cortiça
(Barros et al., 2010)	Quali	Estudo de caso	Múltiplos setores (4 empresas: automobilístico, manufatura de borracha, papel e plástico)
(Medeiros et al., 2010)	Quali	Estudo de caso	Mobiliário

Anexo V

Lista de consultores mapeados

Grau	Formação	Empresa	Experiência
Licenciado	Engenheiro Mecânico	Actio Lean Consulting	19 anos
Mestrado	Engenheiro Industrial	Actio Lean Consulting	27 anos
Licenciado	Engenheiro Mecânico	Actio Lean Consulting	22 anos
Licenciado	Engenheiro de Gestão Industrial	CLT Services	3 anos
Especialista	Lean Manegement	CLT Services	3 anos
Mestrado	Engenheiro Ambiental	CLT Services	1 ano
Mestrado	Engenheiro Mecânico	CLT Services	4 anos
Doutor	Gestão de Operações	CLT Services	15 anos
Mestrado	Engenharia e Gestão Industrial	XC Consultores	10 anos
Mestrado	Engenheiro Mecânico	XC Consultores	6 anos
Licenciado	Engenheiro Eletromecânico	Giagi Consultores em Gestão Industrial	29 anos
Mestrado	Engenharia Industrial	Vexillum	12 anos
Licenciado	Engenharia Mecânica	Profitability Engineers	12 anos
Doutor	Engenharia Mecânica	Profitability Engineers	17 anos
MBA	Engenheiro Mecânico	Profitability Engineers	13 anos
Mestrado	Engenharia Mecânica	Prodesa	6 anos
Licenciado	Engenharia Mecânica / Gestão Industrial	Licentivos	28 anos
Especialista	Engenharia de Computação	Sinmetro	19 anos
Mestrado	Engenharia Química	Sinmetro	19 anos
Mestrado	Engenharia Mecânica	SixSis	16 anos
Especialista	Gestão de Empresas	Estrategor	13 anos
Licenciado	Gestão da Qualidade	VLM Consultores	2 anos
Licenciado	Engenharia Elétrica	G3P Consulting	23 anos
MBA	Engenharia Química	G3P Consulting	20 anos
Doutor	Engenharia da Produção	Erising	5 anos
Mestrado	Engenharia Mecânica	Erising	5 anos
Mestrado	Engenharia Mecânica	Erising	1 ano
Mestrado	Engenharia Mecânica	Erising	4 anos
Doutor	Engenharia de Produção		17 anos
Doutor	Engenharia Mecânica	Inercia	5 anos

Mestrado	Engenharia Química	Pexqual	12 anos
Mestrado	Engenharia e Gestão Industrial	FSC Consultoria	3 anos
Mestrado	Lean Management	LeanBox	10 anos
Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	Kirchhoff Automotive	5 anos
Mestrado	Gestão de Projetos	Hozen Consulting	2 anos
Licenciado	Engenharia Mecânica	Hozen Consulting	4 anos
Licenciado	Engenharia e Gestão Industrial	Hozen Consulting	4 anos
Licenciado	Engenharia da Computação	New Angle	4 anos
Especialista	Sociologia	New Angle	10 anos
Especialista	Engenharia	e4pi	7 anos
Licenciado	Engenharia Química	e4pi	10 anos
Especialista	Engenharia de Materiais	e4pi	10 anos
Licenciado	Engenharia Mecânica	e4pi	10anos
Licenciado	Literatura	SigmaX	4 anos
Mestrado	Engenharia Química	The Lean Six Sigma Company	3 anos
Especialista	Nutrição	The Lean Six Sigma Company	2 anos
Licenciado	Engenharia Aeronáutica	The Lean Six Sigma Company	2 anos
Mestrado	Psicologia Social		7 anos
Mestrado	Engenharia e Gestão Industrial		4 anos

Anexo VI

Modelo de entrevista

SOBRE O CONSULTOR

• Nome	
• Empresa	
• Formação profissional	
• Formação adicional (belts 6 sigma)	
• Tempo de experiencia:	
• Em quantas empresas já aplicou o processo Lean Six Sigma?	

SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN 6 SIGMA

• Qual o perfil geral das empresas em você atua? (setor, dimensão)
• Quanto tempo em média dura a implementação do Lean Six Sigma?
• Quando uma empresa solicita uma consultoria, quais principais objetivos elas têm em contratá-lo?
• Quais as principais barreiras ou dificuldades que você encontra na implementação?

SOBRE AS BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN 6 SIGMA

No quesito da implementação do processo lean Six Sigma, alguma vez houve alguma resistência ou desafio e com que frequência apareceram, relacionados à:

ASPECTOS DA GESTÃO DE TOPO

BARREIRA	ESTRATÉGIAS/SOLUÇÕES

- Dedicação e Envolvimento dos Líderes
- Definição Adequada no Planejamento, Organização e Controle
- Foco no Cliente e Planejamento Pull

- d) Falta de KPI's adequados para avaliação de desempenho
- e) Falta de visão a longo prazo

ASPECTOS FINANCEIROS

BARREIRA	ESTRATÉGIAS/SOLUÇÕES

- a) Necessidade de Altos Investimentos / Custos
- b) Falta de visibilidade financeira
- c) Dimensão da empresa

ASPECTOS EDUCACIONAIS

BARREIRA	ESTRATÉGIAS/SOLUÇÕES

- d) Formações Adaptadas e Flexíveis:
- e) Compreensão e Conhecimento do Sistema Lean:
- f) Comunicação pobre ou ineficiente:
- g) Comunicação pobre ou ineficiente:

ASPECTOS COMPORTAMENTAIS

BARREIRA	ESTRATÉGIAS/SOLUÇÕES

- h) Comprometimento dos Colaboradores com a Mudança:
- i) Alinhamento da Cultura Organizacional:
- j) Experiências anteriores:
- k) Conflitos entre Sistemas:

ASPECTOS TÉCNICOS

BARREIRA	ESTRATÉGIAS/SOLUÇÕES

- l) Contratação de Experts em Lean:
- m) Falta de consultadoria qualificada:
- n) Falta de know-how:
- o) Rotatividade dos colaboradores:
- p) Reorganização e adequação de layouts, equipamentos e processos:

ASPECTOS EXTERNOS

BARREIRA	ESTRATÉGIAS/SOLUÇÕES

PERGUNTA FINAL

- Houve algum caso que o processo não foi efetivo? Se sim, poderia descrevê-lo e dizer em sua opinião porque não houve sucesso?

AGRADECIMENTO E ENCERRAMENTO

Agradecer participação mais uma vez / importância da participação

Teremos uma segunda fase – formulário múltipla escolha de avaliação das barreiras segundo grau de impacto na implementação

Anexo VII

Inquérito para análise quantitativa



INTRO

Olá, BEM-VINDO(A)

Este é um inquérito para uma investigação de Engenharia da Produção pelo Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) que visa analisar como "Barreiras de Implementação do Lean Six Sigma nas Indústrias Transformativas Portuguesas". As respostas serão utilizadas e utilizadas apenas para fins de imagens.

Este inquérito possui uma duração média de 7 a 12 minutos.

Antes de continuar, responda:

Você atua em consultoria de melhoria contínua ou trabalha com melhoria contínua em Portugal?

Sim

Não

PARTE 1: Perfil do Consultor

PARTE 1:

PERFIL DO CONSULTOR

Queremos conhecer o seu perfil
(São 4 questões)

1.1 Área de Formação (licenciatura)

Engenharia Mecânica

Engenharia de Produção

Engenharia / Gestão Industrial

Engenharia Química

Administração de empresas

Contabilidade

Outro

1.2 Grau de Titulação acadêmica

Licenciatura

Especialização

MBA

Mestrado

Doutorado

1.3 Tempo de experiência como consultor

0-5 anos

6-10 anos

11-15 anos

16-20 anos

21-25 anos

mais de 26 anos

1.4 Certificações

Greenbelt Lean/Six Sigma

Blackbelt Lean/Six Sigma

Master Blackbelt Lean/Six Sigma

Champion Lean/Six Sigma

Scrum Master

Outro / nenhum

PARTE 2: Perfil das Indústrias

PARTE 2:

PERFIL DAS INDÚSTRIAS

Queremos conhecer o perfil das indústrias que contrataram seus serviços
(São 3 questões)

2.1 Área de localização (marque os principais distritos das indústrias onde atuou)

Aveiro

Beja

Braga
Bragança
Castelo Branco
Coimbra
Évora
Faro
Guarda
Leiria
Lisboa
Portalegre
Porto
Santarém
Setúbal
Viana do Castelo
Vila Real
Viseu

2.2 Setores das indústrias (marque os principais setores das indústrias onde atuou)

- 10 - Indústria Alimentícia
- 11 - Indústria de Bebidas
- 12 - Indústria do Tabaco
- 13 - Fabricação de têxteis
- 14 - Indústria do Vestuário
- 15 - Indústria do Couro e produtos do couro
- 16 - Indústria da Madeira, Cortiça e suas obras
- 17 - Fabricação de Pasta, Papel, Cartão e seus artigos
- 18 - Impressão e reprodução de suportes gravados
- 19 - Fabricação de Coque, Produtos Petrolíferos refinados e de aglomerado de Combustíveis
- 20 - Fabricação de Produtos Químicos e fibras (sintéticas/artificiais) exceto Farmacêuticos
- 21 - Fabricação de produtos de base e preparação Farmacêutica
- 22 - Fabricação de artigos de Borracha e de Matérias Plásticas
- 23 - Fabricação de outros Produtos Minerais não Metálicos
- 24 - Indústria Metalúrgica de Base
- 25 - Fabricação de Produtos Metálicos (exceto máquinas e equipamentos)
- 26 - Fabricação de equipamentos Informáticos, Comunicações, Eletrônicos e Ópticos
- 27 - Fabricação de Equipamentos Elétricos
- 28 - Fabricação de Máquinas e Equipamentos

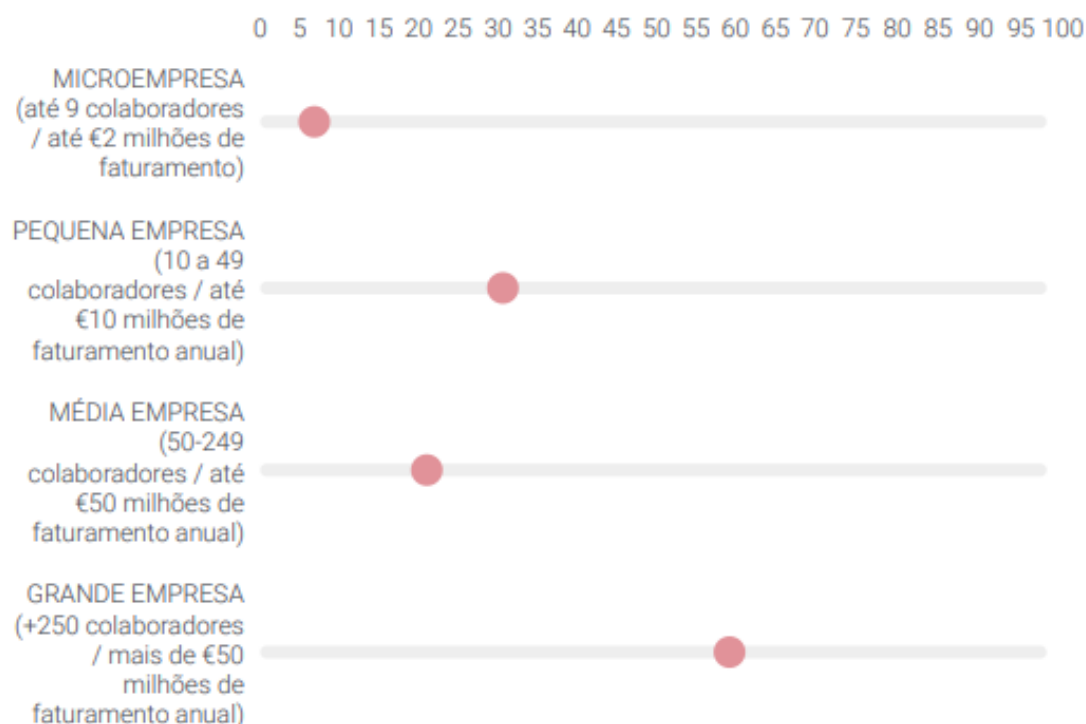
29 - Fabricação de Veículos Automóveis, (semi)Reboques e componentes

30 - Fabricação de outros Equipamentos de Transporte

31 - Fabricação de Colchões e Mobiliário

32 - Outras Indústrias Transformadoras

2.3 Porte das indústrias (deslize a barra e identifique aproximadamente a quantidade de indústrias onde atuou por porte)



PARTE 3: Barreiras de Implementação do Lean Six Sigma

PARTE 3:

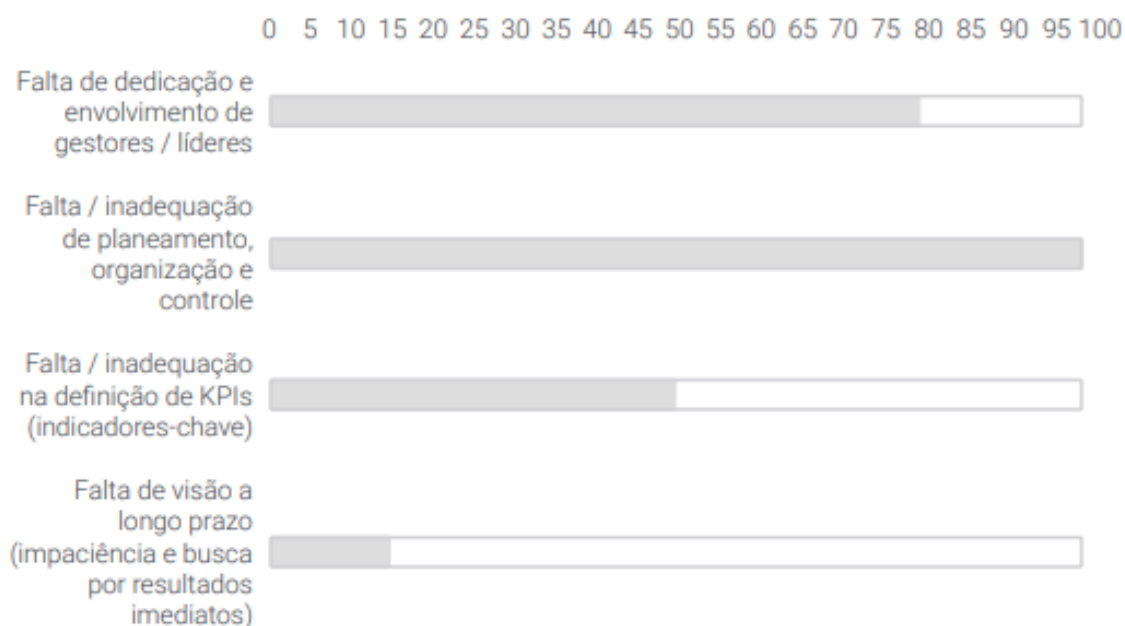
BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA

Queremos conhecer as principais barreiras/dificuldades na implementação do Lean Six Sigma nas indústrias onde atuou

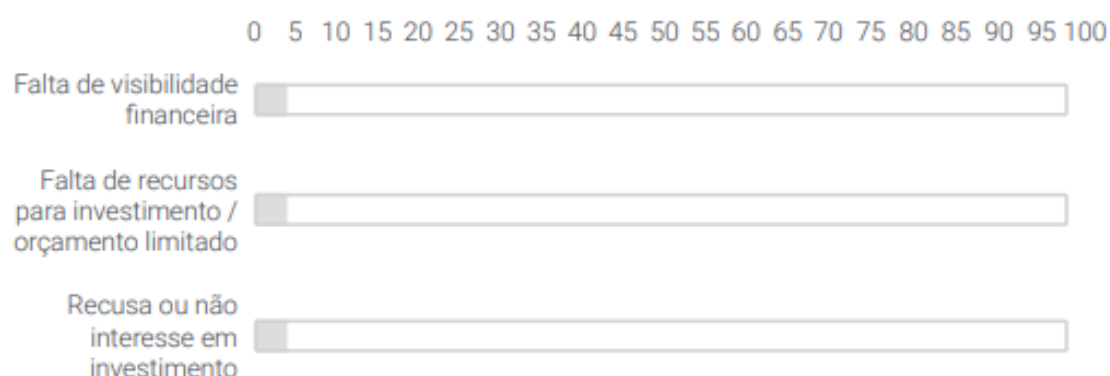
SEÇÃO 3.1 FREQUÊNCIA DAS BARREIRAS

Instrução: pensando numa escala de 0 a 100%, arraste as barras e marque aproximadamente a frequência com que a barreira abaixo aparece nas indústrias onde atuou

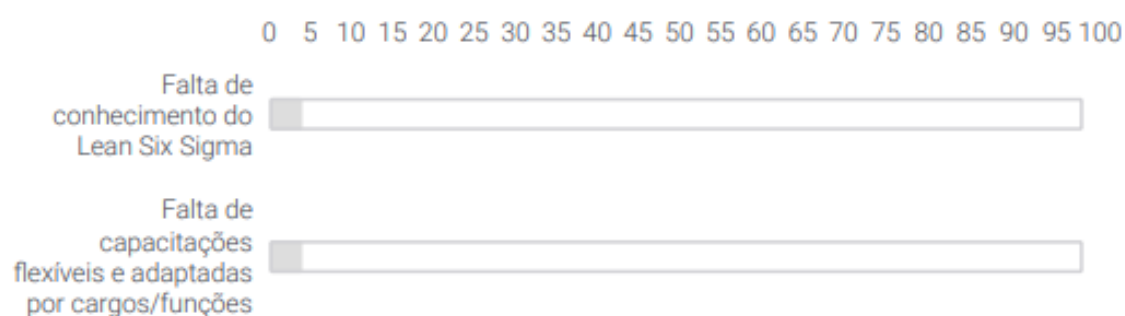
A) Frequência das barreiras relacionadas à Gestão de Topo



b) Frequência das barreiras relacionadas aos aspetos Financeiros

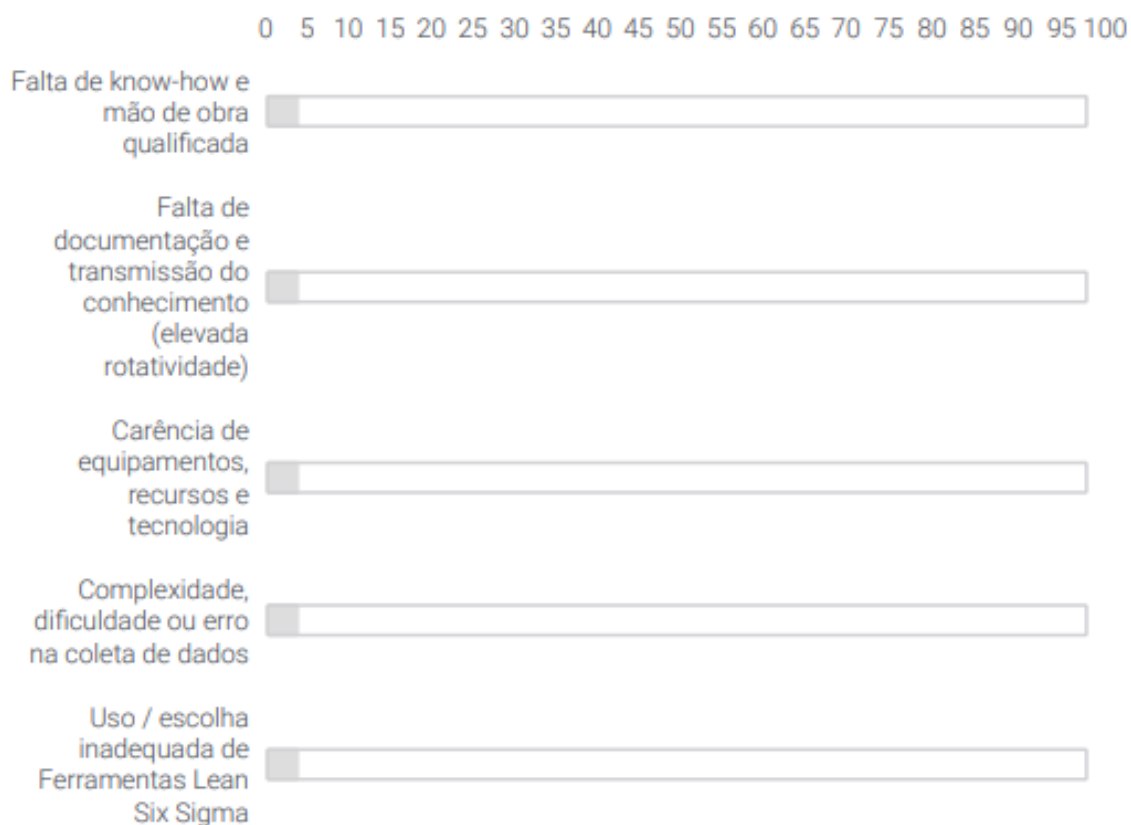


c) Frequência das barreiras relacionadas aos aspetos Educacionais

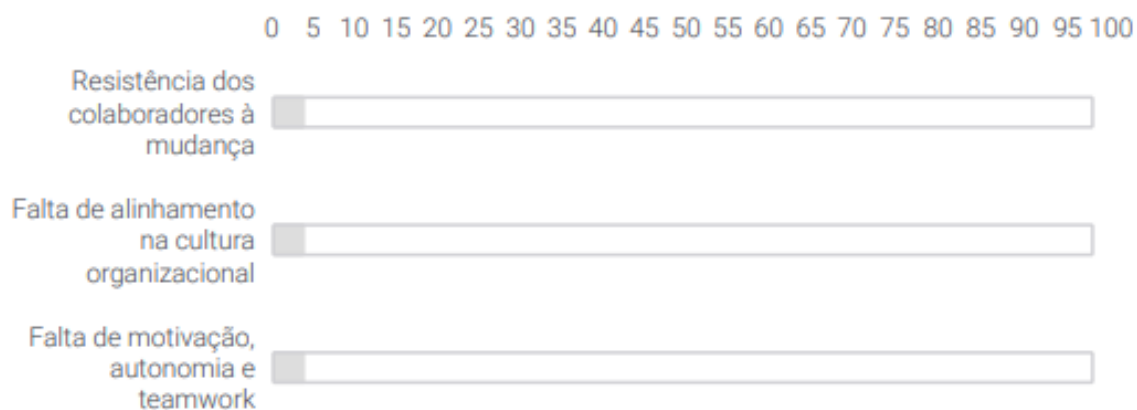




d) Frequência das barreiras relacionadas aos aspetos Técnicos

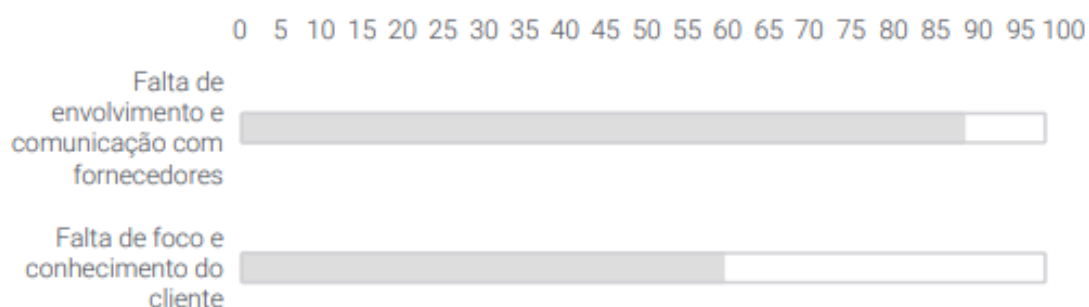


e) Frequência das barreiras relacionadas aos aspetos Comportamentais





f) Frequência das barreiras relacionadas aos aspetos Externos



SEÇÃO 3.2 CRITICIDADE DAS BARREIRAS

Instrução: avalie de 1 a 5 o grau de criticidade / impacto das barreiras na implementação do Lean Six Sigma nas indústrias onde atuou, sendo 1 para baixo impacto e 5 para máximo impacto

a) Criticidade das Barreiras relacionadas à Gestão de Topo

	1 - Nenhum Impacto	2 - Impacto Baixo	3 - Impacto Moderado	4 - Impacto Alto	5 - Impacto Muito Alto
Falta de dedicação e envolvimento de gestores / líderes	☐	☐	☐	☐	☐
Falta / inadequação de planeamento, organização e controle	☐	☐	☐	☐	☐
Falta / inadequação na definição de KPIs (indicadores-chave)	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de visão a longo prazo (impaciência e busca por resultados imediatos)	☐	☐	☐	☐	☐

b) Criticidade das Barreiras relacionadas aos aspetos Financeiros

	1 - Nenhum Impacto	2 - Impacto Baixo	3 - Impacto Moderado	4 - Impacto Alto	5 - Impacto Muito Alto
Falta de visibilidade financeira	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de recursos para investimento / orçamento limitado	☐	☐	☐	☐	☐
Recusa ou não interesse em investimento	☐	☐	☐	☐	☐

c) Criticidade das Barreiras relacionadas aos aspetos Educacionais

	1 - Nenhum Impacto	2 - Impacto Baixo	3 - Impacto Moderado	4 - Impacto Alto	5 - Impacto Muito Alto
Falta de conhecimento do Lean Six Sigma	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de capacitações flexíveis e adaptadas por cargos/funções	☐	☐	☐	☐	☐
Falha na comunicação organizacional	☐	☐	☐	☐	☐

d) Criticidade das Barreiras relacionadas aos aspetos Técnicos

	1 - Nenhum Impacto	2 - Impacto Baixo	3 - Impacto Moderado	4 - Impacto Alto	5 - Impacto Muito Alto
Falta de know-how e mão de obra qualificada	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de documentação e transmissão do conhecimento (elevada rotatividade)	☐	☐	☐	☐	☐
Carência de equipamentos, recursos e tecnologia	☐	☐	☐	☐	☐
Complexidade, dificuldade ou erro na coleta de dados	☐	☐	☐	☐	☐
Uso / escolha inadequada de Ferramentas Lean Six Sigma	☐	☐	☐	☐	☐

e) Criticidade das Barreiras relacionadas aos aspetos Comportamentais

	1 - Nenhum Impacto	2 - Impacto Baixo	3 - Impacto Moderado	4 - Impacto Alto	5 - Impacto Muito Alto
Resistência dos colaboradores à mudança	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de alinhamento na cultura organizacional	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de motivação, autonomia e teamwork	☐	☐	☐	☐	☐
Experiências passadas negativas, medo de errar ou assumir erros	☐	☐	☐	☐	☐

e) Criticidade das Barreiras relacionadas aos aspetos Externos

	1 - Nenhum Impacto	2 - Impacto Baixo	3 - Impacto Moderado	4 - Impacto Alto	5 - Impacto Muito Alto
Falta de envolvimento e comunicação com fornecedores	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de foco e conhecimento do cliente	☐	☐	☐	☐	☐

PARTE 4: Ferramentas do Lean Six Sigma

PARTE 4:

FERRAMENTAS DO LEAN SIX SIGMA

Queremos conhecer as principais ferramentas utilizadas na implementação do Lean Six Sigma nas indústrias onde atuou

SEÇÃO 4.1 FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Instrução: pensando numa escala de 1 a 5, avalie a frequência com que as ferramentas abaixo foram utilizadas nas indústrias onde atuou (sendo 1 para nunca e 5 para sempre)

	1 - Nunca aplica	2 - Raramente aplica	3 - Às vezes aplica	4 - Quase sempre aplica	5 - Sempre aplica
5 Porquês	☐	☐	☐	☐	☐
5S	☐	☐	☐	☐	☐
5W2H	☐	☐	☐	☐	☐
Benchmarking	☐	☐	☐	☐	☐

	1 - Nunca aplica	2 - Raramente aplica	3 - Às vezes aplica	4 - Quase sempre aplica	5 - Sempre aplica
BSC (Balanced ScoreCard)	☐	☐	☐	☐	☐
Células de Produção	☐	☐	☐	☐	☐
CTQ	☐	☐	☐	☐	☐
Diagrama de Esparquete	☐	☐	☐	☐	☐
Diagrama de Ishikawa	☐	☐	☐	☐	☐
DOE (Design de Experimentos)	☐	☐	☐	☐	☐
FMEA	☐	☐	☐	☐	☐
FTA	☐	☐	☐	☐	☐
Gemba Walk	☐	☐	☐	☐	☐
Heijunka	☐	☐	☐	☐	☐
Honshin Karin	☐	☐	☐	☐	☐
Jidoka	☐	☐	☐	☐	☐
JIT (Just In Time)	☐	☐	☐	☐	☐
Kaizen	☐	☐	☐	☐	☐
Kamishibai	☐	☐	☐	☐	☐
Kanban	☐	☐	☐	☐	☐
Matriz de Stakeholders	☐	☐	☐	☐	☐
Matriz RACI	☐	☐	☐	☐	☐
Método Harada	☐	☐	☐	☐	☐
Mizusumashi (Comboio Logístico)	☐	☐	☐	☐	☐
PDCA	☐	☐	☐	☐	☐
Poka Yoke	☐	☐	☐	☐	☐
QFD	☐	☐	☐	☐	☐
QRQC	☐	☐	☐	☐	☐
Relatório A3	☐	☐	☐	☐	☐
Scrum / Agile	☐	☐	☐	☐	☐
SMED	☐	☐	☐	☐	☐
SPC (Controle Estatístico do Processo)	☐	☐	☐	☐	☐
TOC (Teoria das Restrições)	☐	☐	☐	☐	☐
Toyota Kata	☐	☐	☐	☐	☐
TPM	☐	☐	☐	☐	☐
VOC	☐	☐	☐	☐	☐
VSM	☐	☐	☐	☐	☐

SEÇÃO 4.2 NÍVEL DE DIFICULDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Instrução: pensando numa escala de 1 a 3, avalie o nível de dificuldade e/ou resistência na implementação das ferramentas abaixo nas indústrias onde atuou (sendo 1 para nunca e 3 para sempre). OBS: Caso não aplique a ferramenta, escolha a opção NA.

	NA não aplica	1 - Nunca ou raramente tem dificuldade/resistência	2 - Às vezes tem dificuldade/resistência	3 - Sempre tem dificuldade/resistência
5 Porquês	☐	☐	☐	☐
5S	☐	☐	☐	☐
5W2H	☐	☐	☐	☐
Benchmarking	☐	☐	☐	☐
BSC (Balanced ScoreCard)	☐	☐	☐	☐
Células de Produção	☐	☐	☐	☐
CTQ	☐	☐	☐	☐
Diagrama de Esparquete	☐	☐	☐	☐
Diagrama de Ishikawa	☐	☐	☐	☐
DOE (Design de Experimentos)	☐	☐	☐	☐
FMEA	☐	☐	☐	☐
FTA	☐	☐	☐	☐
Gemba Walk	☐	☐	☐	☐
Heijunka	☐	☐	☐	☐
Honshin Karin	☐	☐	☐	☐
Jidoka	☐	☐	☐	☐
JIT (Just In Time)	☐	☐	☐	☐
Kaizen	☐	☐	☐	☐
Kamishibai	☐	☐	☐	☐
Kanban	☐	☐	☐	☐
Matriz de Stakeholders	☐	☐	☐	☐
Matriz RACI	☐	☐	☐	☐
Método Harada	☐	☐	☐	☐
Mizusumashi (Comboio Logístico)	☐	☐	☐	☐

	NA não aplica	1 - Nunca ou raramente tem dificuldade/resistência	2 - Às vezes tem dificuldade/resistência	3 - Sempre tem dificuldade/resistência
PDCA	☐	☐	☐	☐
Poka Yoke	☐	☐	☐	☐
QFD	☐	☐	☐	☐
QRQC	☐	☐	☐	☐
Relatório A3	☐	☐	☐	☐
Scrum / Agile	☐	☐	☐	☐
SMED	☐	☐	☐	☐
SPC (Controle Estatístico do Processo)	☐	☐	☐	☐
TOC (Teoria das Restrições)	☐	☐	☐	☐
Toyota Kata	☐	☐	☐	☐
TPM	☐	☐	☐	☐
VOC	☐	☐	☐	☐
VSM	☐	☐	☐	☐

SEÇÃO 4.3 GRAU DE IMPORTÂNCIA / IMPACTO DAS FERRAMENTAS

Queremos saber, pensando na sua experiência, a sua opinião sobre quais as ferramentas são mais relevantes - são as mais utilizadas e trouxeram mais impacto nos resultados para as indústrias onde atuou.

Instrução: arraste e solte na caixa abaixo as 10 ferramentas que considera mais importantes / relevantes e depois defina em ranking por ordem de importância (sendo 1 a mais importante)

Items	10 MAIS IMPORTANTES
5 Porquês	
5S	
5W2H	
Benchmarking	
BSC (Balanced ScoreCard)	
Células de Produção	
CTQ	
Diagrama de Esparquete	
Diagrama de Ishikawa	

DOE (Design de Experimentos)

FMEA

FTA

Gemba Walk

Heijunka

Honshin Karin

Jidoka

JIT (Just In Time)

Kaizen

Kamishibai

Kanban

Matriz de Stakeholders

Matriz RACI

Método Harada

Mizusumashi (Comboio Logístico)

PDCA

Poka Yoke

QFD

QRQC

Relatório A3

Scrum / Agile

SMED

SPC (Controle Estatístico do Processo)

TOC (Teoria das Restrições)

Toyota Kata

TPM

VOC

VSM

Anexo VIII

Score de Risco das barreiras

		FREQUÊNCIA																CRITICIDADE																SCORE	
BARREIRA / CONSULTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	média	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	média	
Falta de dedicação e envolvimento de g	5	5	3	3	4	3	4	5	3	3	5	3	4	3	2	3	3,6	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4,6	16,5	
Falta / inadequação de planejamento, or	5	5	3	4	3	5	4	3	2	5	4	5	2	3	5	1	3,7	4	3	5	3	5	4	3	4	2	2	4	5	3	4	5	2	3,6	13,4
Falta / inadequação na definição de KPI	5	4	3	2	3	4	4	5	2	3	4	5	4	2	5	2	3,6	4	3	4	2	4	4	3	4	2	3	4	4	4	2	2	3,3	11,8	
Falta de visão a longo prazo (impaciênc	5	4	3	5	4	2	2	5	3	3	4	3	3	2	3	3	3,4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	3	5	4	5	3	5	4,3	14,6	
Falta de visibilidade financeira	5	4	1	4	4	1	4	3	3	4	3	3	2	1	2	3	2,9	3	5	3	4	4	4	3	2	3	4	3	4	3	4	2	3	3,4	9,9
Falta de recursos para investimento / or	4	4	3	5	3	5	1	5	2	3	4	3	3	5	1	2	3,3	4	3	3	5	4	5	3	2	2	4	5	4	3	4	2	2	3,4	11,4
Recusa ou não interesse em investimen	4	5	3	2	1	4	5	4	4	5	2	1	4	2	3	3	3,3	3	4	3	3	3	5	5	3	1	2	4	5	4	4	3	1	3,3	10,8
Falta de conhecimento do Lean Six Sigr	3	4	1	5	4	5	3	5	2	2	5	2	5	4	5	2	3,6	2	5	2	3	2	4	3	3	4	1	3	4	5	3	4	4	3,3	11,6
Falta de capacidades flexíveis e adapta	3	4	2	3	1	4	3	5	1	4	4	3	2	3	5	1	3,0	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	2	3	5	3	3,3	9,9
Falha na comunicação organizacional	3	3	4	2	2	5	3	4	2	3	5	3	5	3	5	2	3,4	3	3	4	2	4	5	3	4	3	4	5	4	5	4	5	3	3,8	12,9
Falta de know-how e mão de obra qualifi	3	5	2	3	3	2	3	5	3	4	5	3	4	2	5	2	3,4	5	5	3	3	3	2	3	2	1	1	4	3	4	3	4	1	2,9	9,9
Falta de documentação e transmissão d	3	3	2	3	2	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3,1	3	4	3	4	4	4	5	3	5	3	5	4	3	3	2	5	3,8	11,7
Carência de equipamentos, recursos e t	2	3	1	3	1	2	1	5	3	3	3	1	3	2	3	3	2,4	2	2	2	3	3	4	3	2	5	3	4	3	4	3	2	5	3,1	7,6
Complexidade, dificuldade ou erro na ct	5	4	2	5	3	5	1	2	2	2	4	3	2	5	2	2	3,1	5	3	4	5	4	5	3	5	3	4	4	4	4	2	5	3,9	12,1	
Uso / escolha inadequada de Ferramen	5	1	2	3	4	2	1	5	2	3	5	3	3	5	5	2	3,2	5	4	4	3	3	3	3	4	5	2	4	5	4	3	5	5	3,9	12,4
Resistência dos colaboradores à mudar	4	4	4	4	2	5	5	5	2	4	5	4	4	4	5	2	3,9	3	5	5	3	5	5	4	5	4	2	5	5	5	4	5	4	4,3	17,0
Falta de alinhamento na cultura organiz	3	4	2	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	2	3,3	3	5	5	2	5	4	5	3	3	4	4	5	5	5	3	3	4,0	13,3
Falta de motivação, autonomia e teamw	3	4	2	4	3	4	4	5	2	3	4	2	1	2	4	2	3,1	3	5	4	3	4	5	5	4	3	4	4	5	3	5	4	3	4,0	12,3
Experiências passadas negativas, medtr	3	1	4	4	3	2	2	4	1	4	3	3	2	2	4	1	2,7	4	4	4	2	5	2	3	3	3	2	3	5	3	3	3	3	3,3	8,7
Falta de envolvimento e comunicação c	5	3	3	5	1	4	1	3	2	3	3	4	4	2	4	2	3,1	4	2	3	4	5	3	1	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3,1	9,4
Falta de foco e conhecimento do cliente	1	1	3	5	1	5	1	4	3	3	4	3	2	2	5	2	2,8	5	3	4	4	5	4	1	2	3	4	4	5	4	4	3	3	3,6	10,2

#	TOOLS	LEAN x 6σ
1	PDCA	6Sigma
2	KAIZEN	Lean
3	GEMBA WALK	Lean
4	5S	Lean
5	ISHIKAWA DIAGRAM	Lean
6	A3 REPORT	Lean
7	5 WHYS	Lean
8	JIT	Lean
9	POKA YOKE	Lean
10	SPAGUETTI DIAGRAM	6Sigma
11	SMED	Lean
12	VOC	6Sigma
13	TPM	Lean
14	VSM	Lean
15	KANBAN	Lean
16	MIZUSUMASHI	Lean
17	CTQ	6Sigma
18	PRODUCTION CELLS	Lean
19	SPC	6Sigma
20	FMEA	6Sigma
21	5W2H	6Sigma
22	JIDOKA	Lean
23	HONSHIN KARIN	Lean
24	STAKEHOLDERS MATRIX	6Sigma
25	HEIJUNKA	Lean
26	AGILE	6Sigma
27	RACI MATRIX	6Sigma
28	TOYOTA KATA	Lean
29	DOE	6Sigma
30	QFD	6Sigma
31	KAMISHIBAI	Lean
32	FTA	6Sigma
33	BENCHMARKING	6Sigma
34	QRQC	6Sigma
35	BSC	6Sigma
36	HARADA METHOD	Lean
37	TOC	6Sigma