



## Ferramentas da Melhoria Contínua e o Impacto na Eficiência Operacional

JOSÉ EMANUEL BRANDÃO CORREIA DAS NEVES

julho de 2025

**Ferramentas de Melhoria Contínua e o Impacto na  
Eficiência Operacional**

**José Emanuel Brandão Correia das Neves**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Mecânica, Área de Especialização em  
Gestão Industrial**

**Orientador: Professor Doutor António Pires**

**Júri:**

Presidente:

Professor Doutor Hernâni Miguel Reis Lopes, Professor Coordenador, ISEP

Vogais:

Professor Doutor António Manuel Pires, Professor Adjunto, ISEP

Professor Doutor Alfredo António Maio Nunes da Silva, Professor Adjunto Convidado, IPVC

Porto, junho 2025



# Agradecimentos

A conclusão desta dissertação representa o culminar de uma etapa marcante da minha vida académica e pessoal. Nada disto teria sido possível sem o contributo e apoio de várias pessoas, a quem desejo expressar a minha mais profunda gratidão.

Em primeiro lugar, dirijo um agradecimento sincero ao Professor Doutor António Pires, meu orientador, pela disponibilidade, orientação rigorosa e pelas valiosas sugestões que foram essenciais para o desenvolvimento e aprofundamento deste trabalho.

A todos os docentes do Mestrado, sem exceção, deixo o meu reconhecimento por todo o conhecimento transmitido, pela exigência formativa e pela inspiração que ao longo destes anos me permitiram crescer intelectualmente e pessoalmente.

À minha família, o meu eterno agradecimento. Pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante, e por estarem sempre presentes em cada etapa, mesmo aqueles que, apesar de já não estarem fisicamente entre nós, continuam a ser fonte de motivação e orgulho.

Um agradecimento muito especial à minha companheira de todos os dias e ao meu filho, pela paciência, pelo carinho e por me lembrarem diariamente da importância de nunca desistir. Foram e são o meu pilar.

Por fim, agradeço às chefias, colegas de trabalho e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este momento fosse possível. Cada gesto, palavra ou apoio teve um impacto significativo neste percurso.

A todos, o meu sincero obrigado.



# Resumo

A presente dissertação analisa a aplicação de ferramentas de melhoria contínua e o seu impacto na eficiência operacional em contextos industriais.

Numa conjuntura de elevada competitividade e constante necessidade de adaptação, ferramentas como o PDCA, Six Sigma, Lean, Kaizen e 5S assumem um papel central na otimização de processos e na promoção de uma cultura de excelência.

A metodologia adotada combina revisão bibliográfica, análise de casos de estudo reais e a realização de três estudos de casos práticos, implementados em ambiente industrial.

Os resultados evidenciam reduções significativas em tempos de ciclo, retrabalho e desperdícios, bem como melhorias na organização do trabalho e na motivação das equipas.

A dissertação destaca os fatores críticos de sucesso, como o envolvimento das equipas, a liderança ativa e o acompanhamento de indicadores, mas também os principais obstáculos enfrentados, como a resistência à mudança e a necessidade de formação contínua.

A componente prática permitiu validar a eficácia das ferramentas estudadas e adaptá-las às particularidades da organização analisada.

Conclui-se que, quando bem implementadas, estas metodologias contribuem decisivamente para o aumento da produtividade, da qualidade e da capacidade de resposta das empresas.

**Palavras-chave:** Melhoria Contínua, Lean, Kaizen, Eficiência Operacional, Indústria



# Abstract

This dissertation analyses the implementation of continuous improvement tools and their impact on operational efficiency in industrial environments.

In a context of increasing competitiveness and constant change, methodologies such as PDCA, Six Sigma, Lean, Kaizen and 5S play a crucial role in process optimization and the promotion of a culture of excellence.

The adopted methodology combines a comprehensive literature review, real-world case study analysis, and three practical case studies implemented by the author in an industrial setting.

The findings show significant reductions in cycle times, rework, and waste, alongside improvements in workplace organization and team motivation.

The dissertation also identifies key success factors, such as team involvement, active leadership, and the continuous monitoring of performance indicators, as well as challenges such as resistance to change and the need for ongoing training.

The practical component validated the effectiveness of the studied tools and demonstrated their adaptability to the specific context of the target organization.

It is concluded that, when properly implemented, these tools can significantly increase productivity, quality, and responsiveness in industrial companies.

**KEYWORDS:** Continuous Improvement, Lean, Kaizen, Operational Efficiency, Industry



# Índice

Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas.....	xv
Acrónimos e Símbolos.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização .....	2
1.2. Objetivos .....	3
1.3. Metodologia de Investigação .....	3
1.4. Organização e conteúdo .....	4
2. Revisão Bibliográfica .....	7
2.1. Definição de Melhoria Contínua .....	7
2.2. A Importância da Melhoria Contínua.....	7
2.3. As Ferramentas PDCA, Six Sigma, Lean, Kaizen e 5S.....	8
2.3.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act).....	8
2.3.2. Six Sigma .....	10
2.3.3. Lean.....	11
2.3.4. Kaizen.....	13
2.3.5. 5S.....	14
2.4. Comparação Entre as Ferramentas.....	15
2.4.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act).....	16
2.4.2. Six Sigma .....	17
2.4.3. Lean.....	17
2.4.4. Kaizen .....	17
2.4.5. 5S.....	17
2.4.6. Resumo de Benefícios Comuns.....	18
2.4.7. Resumo de Barreiras e Desafios .....	18
2.5. Exemplos de aplicação prática .....	18
2.5.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act).....	18
2.5.2. Six Sigma .....	19
2.5.3. Lean.....	20
2.5.4. Kaizen .....	21
2.5.5. 5S.....	22
2.6. Estado atual.....	23
2.6.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act).....	23
2.6.2. Six Sigma .....	23
2.6.3. Lean.....	23
2.6.4. Kaizen .....	23

2.6.5. 5S.....	23
2.7. Análise crítica da revisão bibliográfica .....	24
2.8. Considerações Finais da Revisão Bibliográfica .....	25
3. Casos de Estudo .....	27
3.1. Caso de Estudo 1 – Toyota Motor Corporation: Integração Lean + Kaizen .....	27
3.1.1. Contextualização da Empresa.....	27
3.1.2. Problema Identificado.....	28
3.1.3. Ferramentas Utilizadas .....	28
3.1.4. Resultados Obtidos .....	29
3.1.5. Desafios Enfrentados .....	30
3.1.6. Conclusão do Caso .....	31
3.2. Caso de Estudo 2 – Bosch Termotecnologia Aveiro: Implementação do Six Sigma e 5S	32
3.2.1. Enquadramento da Empresa .....	32
3.2.2. Problema Identificado.....	32
3.2.3. Abordagem Metodológica .....	32
3.2.4. Resultados Alcançados.....	33
3.2.5. Fatores Críticos de Sucesso.....	33
3.2.6. Conclusão do Caso .....	33
3.3. Caso de Estudo 3 – Nestlé Portugal: Lean Manufacturing e 5S na Indústria Alimentar	34
3.3.1. Enquadramento da Empresa .....	34
3.3.2. Desafios Operacionais.....	34
3.3.3. Intervenções Implementadas .....	34
3.3.4. Resultados Quantitativos e Qualitativos.....	35
3.3.5. Acompanhamento e Sustentabilidade.....	35
3.3.6. Conclusão do Caso .....	35
3.4. Comparação entre os Casos .....	35
3.4.1. Similaridades nas Abordagens .....	36
3.4.2. Diferenças Relevantes.....	37
3.4.3. Fatores Críticos de Sucesso Comuns.....	37
3.4.4. Lições Aprendidas .....	37
3.5. Reflexão: Preparação para os Casos Implementados .....	38
3.6. Kanban.....	38
3.6.1. Soluções oferecidas .....	38
3.6.2. Kanban Industrial .....	39
3.6.3. Tipos de Kanban.....	40
3.6.4. Implementação do Método .....	41
3.6.5. Determinação do Número de Cartões.....	42
3.6.6. As 6 Regras.....	43

3.6.7. Triangle Kanban .....	44
3.6.8. Vantagens e Desvantagens do <i>Kanban</i> Industrial.....	45
3.6.9. Principais Obstáculos à Implementação .....	46
3.6.10. Técnicas a Utilizar na Implementação .....	47
3.6.11. Alternativa ao Kanban Industrial: Just-in-Time .....	48
3.7. Casos de Estudo Prático Sistema Kanban .....	49
3.7.1. Apresentação da Empresa Aspöck Systems e Aspöck Portugal.....	50
3.7.2. Caso de Estudo Metalização .....	51
3.7.3. Caso de Estudo Injeção de Termoplásticos.....	52
3.7.4. Comparação .....	52
3.7.5. Conclusão .....	53
3.8. Caso de Estudo Prático Implementado .....	53
3.8.1. Seleção do Processo ou Área de Intervenção.....	53
3.8.2. Processo Produtivo .....	54
3.8.3. Definição de Objetivos e Métricas .....	55
3.8.4. Envolvimento das Equipas .....	57
3.8.5. Desenvolvimento de um Equipamento Poka-Yoke .....	57
3.8.6. Adaptação das Ferramentas ao Contexto.....	60
3.8.7. Resultado do processo após implementação do Poka-Yoke .....	61
3.8.8. Sustentação e Avaliação .....	62
3.8.9. Valor Acrescentado Esperado .....	62
3.9. Considerações Finais do Capítulo.....	63
4. Resultados e Discussão .....	65
4.1. Apresentação de resultados.....	65
4.1.1. Resultados do Caso de Estudo Prático (Injeção).....	65
4.1.2. Resultados Caso de Estudo Prático (Metalização).....	65
4.1.3. Resultados do Caso de Estudo Prático (Reclamação Mitsubishi, Retrabalho de Bracket's e Implementação do Poka-Yoke).....	66
4.2. Discussão de resultados .....	66
5. Conclusão .....	69
5.1. Comparação entre Conceitos Teóricos e Resultados Práticos .....	70
5.2. Conclusões finais .....	71
5.3. Limitações e trabalhos futuros.....	71
Referências.....	73
Declaração de Integridade .....	77
Anexo A - Instrução Técnica Metalização .....	79
Anexo A - Instrução Técnica Metalização .....	80

Anexo B – Reclamação Mitsubishi .....	81
Anexo C – Controlo do Produto .....	82
Anexo D – Instrução de Retrabalho .....	83
Anexo E – Desenho Técnico .....	84
Anexo F – Análise de Eficiência .....	85
Anexo G – Monitorização da Produção .....	86
Anexo H – Plano de Controlo .....	87
Anexo I – Gama de Embalagem Injeção.....	88
Anexo I - Gama de Embalagem Montagem .....	89
Anexo J – Fluxo do Processo .....	90
Anexo K – Design Process Change .....	91
Anexo L - PSW .....	92
Anexo M – Ajuda Visual Poka-Yoke.....	93

# Lista de Figuras

Figura 1- Ciclo PDCA. Adaptado de Actio Software (2014). .....	8
Figura 2- Ciclo DMAIC do Six Sigma. Adaptado de Digital Check (2013).....	10
Figura 3- Os 5 Princípios Lean. Adaptado de Think Different Network (2019). .....	11
Figura 4- Kaizen. Serviço em Destaque (2023).....	13
Figura 5- Representação visual do Programa 5S. AVN Consulting (2018). .....	14
Figura 6- Toyota Motor Corporation: Toyota Portugal (n.d.). .....	27
Figura 7- Toyota Production System. Hohmann (2020).....	28
Figura 9- Nestlé Portugal. Agronegócios (2024). .....	34
Figura 10- AllAboutPULL-KANBAN, Christoph Roser (2024). .....	40
Figura 11- Tipos de Kanban. (Apontamentos PLAPP, João Bastos).....	41
Figura 12- Triangle-System. Christoph Roser (2024). .....	45
Figura 13- Aspöck Portugal. Aspöck Systems GmbH. (2023). .....	50
Figura 14- Fluxo Kanban na Metalização da Aspöck.....	51
Figura 15- Mitsubishi Canter. Keith Andrews Fuso (2017).....	53
Figura 16- Peça reclamada. ....	54
Figura 17- Produto Final onde incorpora a peça afetada. ....	56
Figura 18- Peça OK vs. Peça N/OK.....	57
Figura 19- 1º Protótipo 3D. ....	59
Figura 20- 1º Protótipo do Poka-Yoke. ....	59
Figura 21- Equipamento final Poka-Yoke. ....	60
Figura 22- Bracket + Knee. ....	63



# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Breve resumo das principais características. ....	16
Tabela 2 – Análise Comparativa dos Casos de Estudo: Toyota, Bosch e Nestlé. ....	36
Tabela 3 – Comparação teórica vs. Pática. ....	70



# Acrónimos e Símbolos

## Lista de Acrónimos

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
Kaizen	Melhoria contínua (termo em japonês que significa "mudar para melhor")
Lean	Sistema Enxuto (metodologia para eliminação de desperdícios)
PDCA	Plan-Do-Check-Act (Ciclo de Planeamento, Execução, Verificação e Ação)
Six Sigma	Metodologia de melhoria de processos com foco na redução de variabilidade
TPS	Toyota Production System
VSM	Mapeamento de Fluxo de Valor
TPM	Total Productive Maintenance
OEE	Overall Equipment Effectiveness
WIP	Work in Progress
PC	Policarbonato
PP	Polipropileno
ABS	Acrilonitrila, Butadieno e Estireno
PA	Poliamida (Nylon)
PMMA	Polimetilmetacrilato

## Lista de Símbolos

$\sigma$	Sigma
----------	-------



# 1. Introdução

Nesta dissertação, iremos explorar a análise e implementação de ferramentas de melhoria contínua no contexto profissional e industrial. Estas duas dimensões são cruciais, já que a procura pela eficiência e pela excelência operacional se tornou um objetivo prioritário nas organizações modernas.

A melhoria contínua não apenas incrementa a produtividade, como também fomenta a inovação e promove a adaptação às mudanças constantes no mercado. Estes aspetos não podem ser ignorados. Assim, a questão central que orienta esta investigação é: de que forma a utilização de ferramentas de melhoria contínua pode impactar a eficiência operacional em diferentes setores?

Para responder a esta questão, definiram-se objetivos de pesquisa específicos: identificar as principais ferramentas de melhoria contínua utilizadas em contextos profissionais; analisar os resultados obtidos com a sua aplicação; e desenvolver um modelo de implementação que possa ser adaptado a diversos cenários industriais.

Foi adotada uma metodologia mista, que combina abordagens qualitativas e quantitativas. Esta escolha justifica-se pela necessidade de obter uma visão ampla e aprofundada do fenómeno em estudo, utilizando a triangulação de dados de várias fontes para aumentar a validade das conclusões.

De acordo com Shingo (1989), o plano de investigação pode ser entendido como uma jornada estruturada. Esta inicia-se com uma revisão da literatura sobre as principais teorias e práticas relacionadas à melhoria contínua. Seguem-se estudos de caso que ilustram a aplicação destas ferramentas em diferentes setores.

Por fim, será apresentada uma análise detalhada e aprofundada de três casos de estudo reais, mais dois casos evidenciados pelo autor desta dissertação, que demonstram a aplicação prática das ferramentas de melhoria contínua em contextos organizacionais distintos. O objetivo é compreender como metodologias como Lean, Kaizen, Six Sigma e 5S foram implementadas em empresas de referência, os desafios enfrentados e os resultados alcançados.

Estes casos servem não apenas para ilustrar a diversidade de abordagens e contextos onde a melhoria contínua é aplicável, mas também para fornecer uma base sólida de comparação e inspiração para o desenvolvimento do trabalho prático a ser conduzido pelo autor desta dissertação. Esse trabalho irá incidir sobre uma organização real, na qual será aplicado um conjunto de ferramentas de melhoria contínua com o objetivo de diagnosticar problemas

operacionais, propor soluções baseadas em Lean e Kaizen, implementar uma intervenção piloto e analisar os resultados obtidos em termos de eficiência e desempenho.

A análise permite, assim, identificar boas práticas, dificuldades recorrentes e fatores críticos de sucesso que servirão de referência direta para essa futura aplicação prática. Além disso, este capítulo será complementado por anexos com imagens, diagramas, quadros-resumo e fluxogramas que ilustram os processos implementados, com o objetivo de facilitar a compreensão visual e operacional das intervenções descritas.

## **1.1. Contextualização**

Imai (1986), Juran (1992), Liker (2004) e Ohno (1988) destacam que, no contexto de rápidas mudanças tecnológicas e crescente competitividade, as organizações enfrentam o desafio de se manterem relevantes e eficazes. Shingo (1989) e Juran (1992) reforçam que a otimização de processos e o aumento da produtividade devem ser prioridades estratégicas.

As ferramentas de melhoria contínua surgem, assim, como instrumentos indispensáveis para implementar descobertas e analisar informações que conduzam a ganhos na eficácia organizacional.

Imai (1986) e Ohno (1988) definem a melhoria contínua como uma espiral ascendente que promove ciclos constantes de avaliação e otimização. Segundo Liker (2004), empresas de vários setores têm adotado modelos como o Kaizen, Lean e Six Sigma, reconhecidos pela sua flexibilidade e eficácia na procura pela excelência.

Contudo, apesar de se conhecer melhor estas ferramentas, a sua integração nas diferentes realidades organizacionais continua a ser um desafio. Este trabalho procura contribuir para a literatura existente e oferecer uma abordagem prática que possa apoiar gestores e profissionais na aplicação dessas metodologias.

Desta forma, não se limitará a analisar a utilização das ferramentas, mas também os seus efeitos na eficiência operacional e na cultura organizacional.

Será desenvolvido um trabalho prático orientado para a aplicação real de ferramentas de melhoria contínua numa organização industrial em funcionamento. Esta intervenção será conduzida pelo autor, com o objetivo de diagnosticar problemas operacionais existentes, selecionar e aplicar metodologias adequadas (como Lean, Kaizen, 5S ou Six Sigma), implementar ações de melhoria e monitorizar os seus efeitos ao nível da eficiência operacional.

A escolha desta abordagem prática justifica-se pela necessidade de validar os conceitos serão estudados na revisão bibliográfica e nos casos de estudo analisados. Ao realizar uma intervenção em ambiente real, pretende-se não só aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos, mas também compreender os desafios concretos da mudança organizacional, desde a resistência inicial à mudança até à medição efetiva dos ganhos operacionais.

Juntamente com a empresa alvo, apresentará características compatíveis com a aplicação destas ferramentas: processos repetitivos, possibilidade de recolha de dados, e abertura por parte da gestão para acolher propostas de melhoria. O trabalho será desenvolvido em fases: diagnóstico, planeamento da intervenção, implementação de melhorias e análise de resultados.

Desta forma, o trabalho prático constituirá a ponte entre o estudo académico e a sua aplicação real, assumindo um papel central na demonstração do impacto das ferramentas de melhoria contínua no desempenho operacional de uma organização.

## 1.2. Objetivos

Analisar a aplicação e os resultados das ferramentas de melhoria contínua em vários setores industriais, essencialmente uma síntese de boas práticas e resultados obtidos, conforme referenciado por Harry, M., & Schroeder, R. (2000) e Imai, M. (1986), por exemplo:

- Identificar as principais ferramentas de melhoria contínua aplicadas em ambientes profissionais e suas respectivas características.
- Avaliar os efeitos que a implementação dessas ferramentas tem na eficiência operacional das organizações.
- Discutir histórias de sucesso e desafios na implementação de práticas de melhoria contínua em diferentes setores.
- Desenvolver um modelo que possa ser adaptado para implementar ferramentas de melhoria contínua considerando os diferentes contextos das organizações.
- Até que ponto a cultura organizacional influencia a eficácia das ferramentas de melhoria contínua?

Adquirir sugestões pragmáticas para o gerente que inicia a melhoria contínua em sua prática.

## 1.3. Metodologia de Investigação

Nesta seção apresentamos a metodologia adotada para dar seguimento deste estudo, sendo assim fundamental para garantir a validade e confiabilidade dos resultados obtidos. A metodologia escolhida integra métodos qualitativos e quantitativos e assim permite um estudo um pouco mais abrangente do tema em estudo.

### Metodologia

Escolhemos uma abordagem mista, para tentar aqui combinar dados qualitativos e quantitativos. Optamos por esta escolha devido a complexidade do tema, pois permite tentar explorar detalhes que seriam difíceis de captar com uma abordagem única.

- **Recolha de Dados**

A recolha de dados será realizada por meio de duas estratégias principais:

- **Revisão da literatura:** Uma análise aprofundada de pesquisas anteriores e literatura relevante sobre ferramentas de melhoria contínua, incluindo artigos acadêmicos, livros e relatos de casos. Esta etapa visa contextualizar o estudo e identificar lacunas na literatura existente.
- **Casos de Estudos:** Serão selecionadas empresas de diferentes setores que implementaram ferramentas de melhoria contínua. A recolha de dados será feita por meio de pesquisa, além de análise de documentos e relatórios internos que estejam disponíveis. Este método permitirá uma compreensão detalhada das práticas adotadas e seus resultados.

- **Análise de dados**

Os dados qualitativos serão analisados utilizando técnicas de análise de conteúdo, para identificar categorias e temas que revelem esses mesmos conteúdos sobre a aplicação e o impacto das ferramentas.

Já os dados quantitativos serão tratados com métodos estatísticos, permitindo a identificação de padrões e correlações que suportem conclusões objetivas.

- **Validação dos resultados**

Para garantir a validade dos resultados, serão utilizadas estratégias como a triangulação de dados para comparar e contrastar resultados qualitativos e quantitativos. Além disso, e havendo oportunidade, especialistas na área serão envolvidos para validar as análises realizadas.

- **Limitações da Pesquisa**

Reconhecemos que este estudo pode enfrentar limitações e desafios, como a disponibilidade de dados em determinadas organizações e a subjetividade inerente ao que está disponível. Essas limitações serão consideradas na análise dos resultados, sendo necessária cuidado na generalização das conclusões.

## 1.4. Organização e conteúdo

A estrutura deste relatório de dissertação é composta por cinco capítulos, cada um cuidadosamente elaborado para abordar aspectos específicos da análise e implementação de ferramentas de melhoria contínua.

No "Capítulo 1: Introdução", realiza-se um enquadramento detalhado do trabalho, onde se destaca a relevância da análise e implementação de ferramentas de melhoria contínua. São definidos objetivos claros para a dissertação, apresentada a metodologia de investigação adotada e oferecida uma visão abrangente sobre as diversas ferramentas disponíveis.

O segundo capítulo, intitulado "Revisão Bibliográfica", tentamos explorar, de forma detalhada, a literatura existente sobre o tema da melhoria contínua. Este capítulo foi organizado em várias

secções que abordam os pontos essenciais para compreender o conceito e as suas aplicações no contexto industrial.

Na Secção 2.1, começa-se por definir o que é a melhoria contínua, explicando os conceitos fundamentais que dão suporte a esta abordagem e destacando a sua relevância no ambiente organizacional.

A Secção 2.2 foca-se na importância da melhoria contínua, salientando os benefícios que esta prática traz às empresas, como o aumento da eficiência e o reforço da inovação.

De seguida, as Secções 2.3, é apresentada uma análise detalhada das principais ferramentas associadas à melhoria contínua: PDCA (Plan-Do-Check-Act), Six Sigma, Lean, Kaizen e o método 5S. Em cada caso, são discutidos os princípios de funcionamento, as vantagens oferecidas e os desafios que podem surgir na sua implementação.

A Secção 2.4 é dedicada a comparar estas ferramentas, destacando as diferenças e semelhanças entre elas. Inclui ainda dois resumos essenciais: um que reúne os benefícios comuns a todas as metodologias e outro que analisa as barreiras e dificuldades enfrentadas pelas organizações ao aplicá-las.

Na Secção 2.5, são apresentados exemplos práticos que ilustram a aplicação destas ferramentas em cenários reais. Estes casos ajudam a compreender como estas metodologias têm sido utilizadas em diferentes indústrias e os resultados que têm proporcionado.

A Secção 2.6 aborda o estado atual das ferramentas de melhoria contínua, analisando como estas continuam a ser relevantes no mundo corporativo e explorando avanços recentes que as tornam ainda mais eficazes.

Na Secção 2.7, faz-se uma análise crítica da revisão bibliográfica, onde se refletem os principais ensinamentos retirados da literatura, bem como as lacunas que ainda precisam de ser exploradas em investigações futuras.

Finalmente, a Secção 2.8 fecha o capítulo com as considerações finais, sintetizando os pontos-chave discutidos e criando uma ponte para os capítulos seguintes, onde a análise prática e os resultados serão aprofundados.

Este capítulo não é apenas um alicerce teórico para a investigação, mas também uma peça fundamental para compreender como as ferramentas de melhoria contínua podem ser usadas de forma estratégica para beneficiar as organizações.

O terceiro capítulo, intitulado "Casos de Estudo", engloba numa primeira parte pesquisas online de implementação real de ferramentas de melhoria contínua, numa segunda parte a análise que foi efetuada em contexto real de implementação de uma ferramenta, e na terceira parte será desenvolvido um trabalho prático orientado para a aplicação real de ferramentas de melhoria contínua numa organização industrial em funcionamento. Esta intervenção será

conduzida pelo autor, com o objetivo de diagnosticar problemas operacionais existentes, selecionar e aplicar metodologias adequadas (como Lean, Kaizen, 5S ou Six Sigma), implementar ações de melhoria e monitorizar os seus efeitos ao nível da eficiência operacional.

O quarto capítulo, intitulado "Resultado e discussão", apresenta a análise detalhada dos dados obtidos ao longo do estudo, com base na aplicação das ferramentas de melhoria contínua em ambientes operacionais específicos. Esta secção procura interpretar criticamente os resultados à luz da revisão da literatura, identificando padrões, relações e implicações práticas para a eficiência operacional. O confronto entre os dados empíricos e os referenciais teóricos permite validar (ou questionar) as hipóteses inicialmente formuladas, contribuindo para uma reflexão sustentada sobre os impactos observados.

O quinto capítulo, intitulado "Conclusão", sintetiza os principais contributos da investigação, destacando as conclusões obtidas, as limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros. Apresenta ainda considerações finais sobre a relevância da aplicação das ferramentas de melhoria contínua no contexto industrial, reforçando o seu papel estratégico na busca por eficiência e competitividade.

A escolha desta abordagem prática justifica-se pela necessidade de validar os conceitos estudados na revisão bibliográfica e nos casos de estudo analisados neste capítulo. Ao realizar uma intervenção em ambiente real, pretende-se não só aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos, mas também compreender os desafios concretos da mudança organizacional, desde a resistência inicial à mudança até à medição efetiva dos ganhos operacionais.

A empresa-alvo, cuja identificação será feita na parte seguinte desta dissertação, apresentará características compatíveis com a aplicação destas ferramentas: processos repetitivos, possibilidade de recolha de dados, e abertura por parte da gestão para acolher propostas de melhoria. O trabalho será desenvolvido em fases: diagnóstico, planeamento da intervenção, implementação de melhorias e análise de resultados.

Desta forma, o trabalho prático constituirá a ponte entre o estudo académico e a sua aplicação real, assumindo um papel central na demonstração do impacto das ferramentas de melhoria contínua no desempenho operacional de uma organização.

## 2. Revisão Bibliográfica

A melhoria contínua é um elemento fundamental para o sucesso de muitas indústrias e serviços, pois visa aumentar a qualidade, a eficiência e a satisfação do cliente. Este estudo explora cinco ferramentas essenciais: PDCA, Six Sigma, Lean, Kaizen e 5S. Além de detalhar a importância de cada uma, são analisadas as suas características, comparadas entre si e apresentadas as suas aplicações práticas, assim como o estado atual da investigação sobre o tema.

### 2.1. Definição de Melhoria Contínua

A melhoria contínua refere-se ao esforço constante para aperfeiçoar processos, produtos, serviços ou sistemas dentro de uma organização. Esta prática está no cerne de filosofias como Lean, Kaizen e Six Sigma e parte do princípio de que qualquer processo, por mais eficiente que pareça, pode ser aprimorado. Através de etapas iterativas como o ciclo PDCA, a melhoria contínua baseia-se no planeamento, execução, validação e adaptação, criando uma abordagem sistemática para o progresso constante (Instituto Kaizen, n.d.; Moura & Silva, 2016).

### 2.2. A Importância da Melhoria Contínua

No contexto organizacional, a melhoria contínua desempenha um papel crucial para assegurar a sustentabilidade e competitividade num mercado cada vez mais exigente e dinâmico (SEBRAE, n.d.; Instituto Kaizen, n.d.). Entre os principais benefícios destacam-se:

- **Melhoria da eficiência operacional:** Redução de desperdícios e otimização de recursos.
- **Melhoria da qualidade:** Desenvolvimento de produtos e serviços mais confiáveis, que correspondam ou superem as expectativas dos clientes.
- **Promoção de uma cultura de inovação:** Incentivo ao envolvimento pró-ativo e criativo dos colaboradores.
- **Vantagem competitiva:** Adaptação mais ágil às mudanças do mercado.

Além disso, a melhoria contínua pode fortalecer o compromisso dos colaboradores com os objetivos estratégicos da organização e promover um ambiente de trabalho mais colaborativo e motivador.

## 2.3. As Ferramentas PDCA, Six Sigma, Lean, Kaizen e 5S

Num ambiente empresarial marcado por uma competitividade crescente e por uma orientação contínua para a excelência operacional, diversas ferramentas de melhoria contínua têm sido amplamente adotadas com o objetivo de otimizar processos, reduzir desperdícios, melhorar a qualidade e consolidar uma cultura de melhoria sustentada (Deming, 1986; Imai, 1986; Liker, 2004). Entre estas ferramentas, destacam-se o Ciclo PDCA, o Six Sigma, o Lean Manufacturing, o Kaizen e o 5S, cada uma com abordagens e metodologias distintas, mas complementares no alcance da eficiência e da competitividade organizacional (Pyzdek & Keller, 2014; Gapp, Fisher, & Kobayashi, 2008).

### 2.3.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act)



Figura 1- Ciclo PDCA. Adaptado de Actio Software (2014).

O Ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Deming, é uma metodologia de gestão que visa a melhoria contínua de processos, produtos e serviços.

A sua origem remonta ao início do século XX, com contribuições significativas de Walter A. Shewhart e W. Edwards Deming.

O conceito inicial do Ciclo PDCA foi introduzido por Walter A. Shewhart, um físico e estatístico americano, na década de 1920. Shewhart desenvolveu um método de controle de qualidade baseado em ciclos de melhoria contínua, composto por três etapas: especificação, produção e

inspeção. Este modelo inicial estabeleceu as bases para o que mais tarde seria conhecido como Ciclo PDCA.

Na década de 1950, W. Edwards Deming, um estatístico americano, aprofundou-se nos estudos de Shewhart e ampliou o modelo, incorporando uma quarta etapa: "Atuar" (Act). Deming promoveu o Ciclo PDCA como uma estratégia sistemática para a melhoria contínua, enfatizando a importância da participação de todos os níveis da organização. A sua colaboração com empresas japonesas após a Segunda Guerra Mundial foi fundamental para a reconstrução industrial do Japão, sendo o Ciclo PDCA amplamente adotado como ferramenta de gestão da qualidade.

O Ciclo PDCA é amplamente utilizado em diversos setores, incluindo indústria, serviços, saúde e educação, para promover a melhoria contínua. A sua aplicação contribui para a eliminação de desperdícios, aumento da eficiência e satisfação dos clientes. Além disso, o Ciclo PDCA é uma ferramenta fundamental na implementação de sistemas de gestão da qualidade, como a ISO 9001 (Melhoria Contínua, n.d.). Este ciclo baseia-se em quatro etapas:

- **Plan (Planear):** Identificação de problemas e definição de objetivos e propor soluções.
- **Do (Executar):** Implementar as soluções em pequena escala.
- **Check (Verificar):** Avaliar os resultados obtidos.
- **Act (Agir):** Ajustar e padronizar as soluções eficazes.

Resumindo o Ciclo PDCA é uma abordagem iterativa que promove a melhoria contínua através das etapas de planeamento, execução, verificação e ação. Desenvolvido por Walter Shewhart e popularizado por Deming, o PDCA é amplamente utilizado para resolver problemas e implementar mudanças organizacionais (Deming, 1986).

### 2.3.2. Six Sigma



Figura 2- Ciclo DMAIC do Six Sigma. Adaptado de Digital Check (2013).

O Six Sigma é uma metodologia de gestão baseada na análise estatística para identificar e eliminar defeitos em processos. Criado pela Motorola nos anos 1980 e amplamente popularizado pela General Electric nos anos 1990.

O Six Sigma surgiu na Motorola nos anos 80, criado pelo engenheiro Bill Smith, com o objetivo de reduzir a variabilidade nos processos produtivos e melhorar a qualidade dos produtos. A metodologia ganhou destaque quando a General Electric, sob a liderança de Jack Welch, a implementou nos anos 90, obtendo resultados significativos em termos de eficiência e redução de custos.

A metodologia Six Sigma baseia-se na medição e análise estatística para identificar e eliminar defeitos nos processos. Utiliza a letra grega sigma ( $\sigma$ ) para representar o desvio padrão, procurando atingir um nível de qualidade onde ocorram no máximo 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, correspondendo a uma eficiência de 99,99966%.

A abordagem mais comum para a implementação do Six Sigma é o ciclo DMAIC:

- **Definir:** Identificar problemas e objetivos.
- **Medir:** Recolher dados sobre o desempenho atual.

- **Analisar:** Determinar as causas dos problemas.
- **Melhorar:** Desenvolver e implementar soluções.
- **Controlar:** Garantir que as melhorias sejam sustentáveis

Além disso, o Six Sigma utiliza um sistema de certificação por níveis de competência, inspirados nas artes marciais, como White Belt, Yellow Belt, Green Belt, Black Belt e Master Black Belt.

Em Portugal, a adoção do Six Sigma tem sido gradual, com algumas das maiores empresas a implementarem a metodologia para melhorar a qualidade e eficiência dos seus processos. Um estudo sobre a adoção do Six Sigma pelas 500 maiores empresas em Portugal revelou que, embora a metodologia seja reconhecida, a sua implementação ainda é limitada, indicando potencial para maior disseminação e aplicação no contexto empresarial português.

Em suma Six Sigma foca na redução de variações nos processos, utilizando uma abordagem baseada em dados e estatísticas. Sua metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) é eficaz na procura por qualidade e eficiência (Harry & Schroeder, 2000).

### 2.3.3. Lean

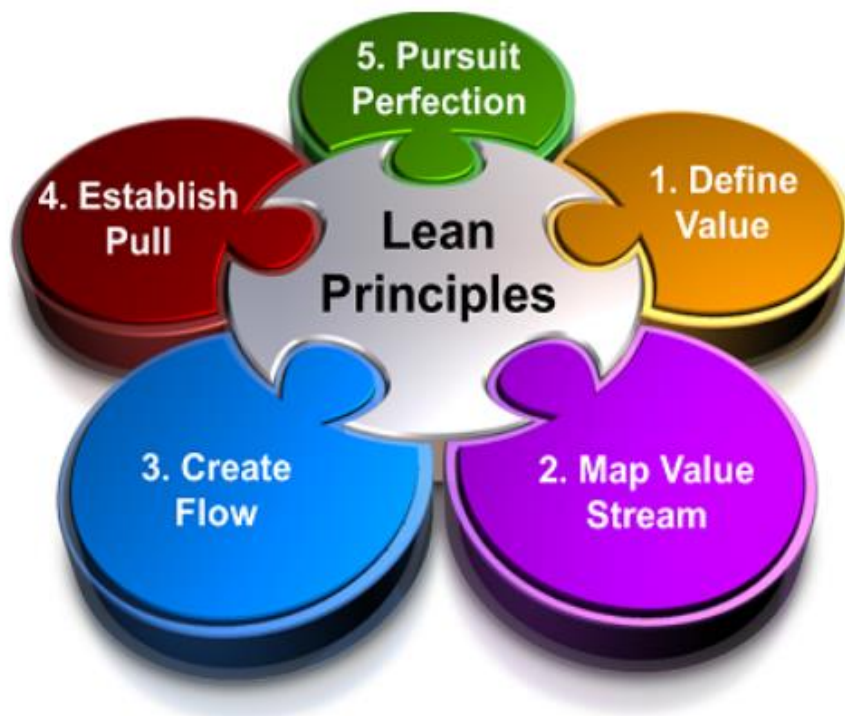


Figura 3- Os 5 Princípios Lean. Adaptado de Think Different Network (2019).

O Lean é uma filosofia de gestão focada na maximização do valor para o cliente através da eliminação de desperdícios nos processos produtivos.

Tendo a sua origem no Japão, esta abordagem tem sido amplamente adotada em diversos setores industriais e de serviços.

A origem do Lean remonta ao Sistema de Produção da Toyota (TPS), desenvolvido no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Confrontada com recursos limitados, a Toyota, sob a liderança de Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, implementou práticas que visavam aumentar a eficiência e eliminar desperdícios, estabelecendo os fundamentos do que hoje conhecemos como Lean Manufacturing.

O Lean baseia-se em cinco princípios fundamentais:

- **Identificar Valor:** Compreender o que o cliente valoriza para direcionar os esforços da organização.
- **Estruturar o Fluxo de Valor:** Analisar todas as etapas do processo produtivo para identificar e eliminar atividades que não agregam valor.
- **Criar Fluxo Contínuo:** Organizar o processo de forma que o trabalho flua sem interrupções ou atrasos.
- **Estabelecer Produção Puxada:** Produzir apenas o que é necessário, quando é necessário, evitando excessos de stock.
- **Perseguir a Perfeição:** Procurar continuamente a melhoria dos processos, promovendo uma cultura de aperfeiçoamento constante.

Estes princípios procuram aumentar a eficiência operacional e a satisfação do cliente.

Em Portugal, diversas empresas têm adotado práticas Lean para melhorar a sua competitividade. Um exemplo notável é a Tupperware Portugal, que implementou o Lean Manufacturing para reduzir custos e aumentar a produtividade. Este caso demonstra a aplicabilidade e eficácia da filosofia Lean no contexto empresarial português.

Em suma o foco da filosofia Lean é eliminar desperdícios e criar valor para o cliente. Originária do Sistema Toyota de Produção, o Lean aplica princípios como fluxos puxados, melhoria contínua e trabalho padronizado para otimizar processos (Womack & Jones, 1996).

### 2.3.4. Kaizen



Figura 4- Kaizen. Serviço em Destaque (2023).

O Kaizen é uma filosofia que promove a melhoria contínua através de mudanças progressivas e constantes nos processos. O seu principal objetivo é aumentar a eficiência e a qualidade dentro das organizações, proporcionando resultados sustentáveis ao longo do tempo. O termo "Kaizen" é formado pelas palavras japonesas "kai", que significa "mudança", e "zen", que significa "melhoria", traduzindo-se literalmente como "mudança para melhor" ou "melhoria contínua". Este conceito é aplicado em diversos contextos empresariais, sendo uma ferramenta essencial na procura pela excelência operacional.

O Kaizen teve a sua origem no Japão no período pós-Segunda Guerra Mundial, numa altura em que o país enfrentava o enorme desafio de reconstruir a sua economia. Esta abordagem emergiu como parte de um esforço conjunto para melhorar a produtividade e reduzir os desperdícios nos processos produtivos, permitindo que as indústrias japonesas ganhassem competitividade a nível global.

Masaaki Imai, um dos principais responsáveis pela divulgação deste conceito, desempenhou um papel crucial ao fundar o Kaizen Institute em 1985, com o objetivo de apoiar empresas no Ocidente a adotarem e integrarem estas práticas nas suas operações. O termo "Kaizen", que se traduz como "mudança para melhor", faz parte da essência da filosofia: promover uma melhoria contínua e gradual em todos os aspetos da organização (Kaizen Institute, n.d.; uBibliorum, n.d.).

A filosofia Kaizen é baseada em princípios fundamentais, incluindo a melhoria contínua, o envolvimento de todos os níveis da organização, a eliminação de desperdícios e a utilização de ferramentas como os círculos de controle de qualidade. Esses círculos envolvem grupos de colaboradores que identificam problemas e propõem soluções para aprimorar processos internos (Kanbanchi, n.d.; Businessmap, n.d.).

- **Melhoria Contínua:** Procura constante por aperfeiçoamentos nos processos, produtos e serviços.

- **Envolvimento de Todos:** Participação ativa de todos os colaboradores, desde a gestão de topo até os operários.
- **Eliminação de Desperdícios:** Identificação e remoção de atividades que não agregam valor.
- **Abordagem Orientada a Processos:** Foco na melhoria dos processos internos para alcançar resultados de qualidade.

Em Portugal, a metodologia Kaizen tem sido aplicada em diversos setores, desde a produção industrial até a logística. Estudos de caso mostram que empresas portuguesas conseguiram aumentar sua eficiência operacional, melhorar a qualidade de seus produtos e reduzir custos por meio da implementação do Kaizen. A formação de equipas e o foco na criação de uma cultura organizacional orientada para a melhoria contínua são elementos essenciais para o sucesso dessa abordagem (*Instituto Politécnico de Lisboa, n.d.; Kaizen Institute, n.d.*).

Resumindo Kaizen, que significa "mudança para melhor" em japonês, é uma filosofia focada na melhoria contínua e no crescimento, envolvendo todos os níveis da organização. Promove uma cultura de compromisso e responsabilidade coletiva, onde cada colaborador contribui para aperfeiçoar constantemente os processos (Imai, 1986).

### 2.3.5. 5S



Figura 5- Representação visual do Programa 5S. AVN Consulting (2018).

O 5S é uma metodologia de gestão com origem no Japão, desenvolvida como parte integrante do sistema de produção Toyota na década de 1950.

O nome 5S deriva de cinco palavras japonesas: *Seiri* (organização), *Seiton* (ordenação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (disciplina). Essa abordagem foi criada para melhorar a eficiência operacional e reduzir desperdícios, sendo amplamente adotada nas indústrias japonesas e, posteriormente, em empresas ao redor do mundo (*Kaizen Institute, n.d.*; *SEBRAE, n.d.*).

O principal objetivo do método 5S é criar um ambiente de trabalho organizado, seguro e eficiente (*Moura & Silva, 2016; Instituto Politécnico de Lisboa, n.d.*).

Cada etapa tem um propósito claro:

- **Seiri:** Eliminar o que não é necessário.
- **Seiton:** Organizar os itens para facilitar o acesso.
- **Seiso:** Manter o espaço limpo e agradável.
- **Seiketsu:** Padronizar os processos para manter a organização e a limpeza.
- **Shitsuke:** Criar disciplina e promover o hábito de manter as práticas 5S.

Os princípios do 5S são aplicáveis em qualquer organização e incentivam uma cultura de melhoria contínua.

Em Portugal, o método 5S tem sido utilizado em diversas organizações, principalmente em setores industriais, logísticos e de serviços. Casos de sucesso relatam melhorias significativas na eficiência operacional, redução de acidentes de trabalho e aumento da satisfação dos colaboradores. Apesar disso, a implementação eficaz do 5S requer formação, envolvimento da equipa e apoio da liderança (*Instituto Politécnico de Lisboa, n.d.*; *SEBRAE, n.d.*).

Muito resumidamente a metodologia 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) é uma ferramenta de organização e limpeza que melhora a eficiência e a segurança no ambiente de trabalho. A sua implementação resulta em ambientes mais produtivos e harmoniosos (*Osada, 1991*).

## 2.4. Comparação Entre as Ferramentas

Cada ferramenta de melhoria contínua apresenta características específicas, que as tornam mais adequadas a diferentes contextos organizacionais. Estas particularidades permitem às organizações escolher a abordagem mais alinhada com os seus objetivos e desafios.

A tabela abaixo resume as principais características de algumas das ferramentas mais utilizadas, conforme descrito por autores de referência: Deming (1986), Pande, Neuman e Cavanagh (2000), Womack e Jones (1996), Imai (1986) e Hirano (1995). Este resumo serve como um guia

para compreender as aplicações e benefícios de cada metodologia, facilitando a sua adaptação a diferentes cenários empresariais.

Ferramenta	Foco	Aplicabilidade	Vantagens	Limitações
PDCA	Melhoria iterativa	Pequenas melhorias em processos	Simplicidade e custo reduzido	Menos eficaz para problemas complexos
Six Sigma	Redução de variações	Processos industriais e serviços complexos	Precisão analítica	Exige elevada formação e custo inicial alto
Lean	Eliminação de desperdícios	Fluxos de produção, gestão de inventários	Reduz custos e melhora a eficiência	Pode não abordar a qualidade de forma profunda
Kaizen	Melhorias contínuas e incrementais	Cultura organizacional e melhoria em equipa	Envolvimento e motivação da equipa	Requer envolvimento total da organização
5S	Organização e produtividade	Espaços industriais, escritórios e armazéns	Simples e rápido de implementar	Sustentação difícil sem disciplina

Tabela 1 - Breve resumo das principais características.

#### 2.4.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act)

- **Objetivo:** Melhorar continuamente processos por meio de ciclos iterativos.
- **Aplicação:** Adequado para problemas de baixa complexidade que podem ser resolvidos iterativamente.
- **Vantagens:** Simplicidade, aplicabilidade universal e baixo custo de implementação.
- **Desafios:** Menor eficácia para questões complexas ou que exijam abordagens estruturadas [Deming, 1986].

#### 2.4.2. Six Sigma

- **Objetivo:** Reduzir variações, eliminar defeitos e melhorar a consistência de processos.
- **Aplicação:** Indústrias de alta complexidade, como farmacêutica ou aeronáutica, onde a qualidade precisa de rigor elevado.
- **Vantagens:** Métodos estatísticos robustos que garantem maior precisão na análise.
- **Desafios:** Elevados custos de implementação e formação extensiva necessária [Pande et al., 2000].

#### 2.4.3. Lean

- **Objetivo:** Eliminar desperdícios e criar valor agregado para o cliente.
- **Aplicação:** Linhas de produção, sistemas de abastecimento e gestão de inventários.
- **Vantagens:** Reduz custos e melhora a velocidade de entrega.
- **Desafios:** Requer mudanças culturais significativas e pode negligenciar problemas de qualidade profunda [Womack & Jones, 1996].

#### 2.4.4. Kaizen

- **Objetivo:** Promover melhorias incrementais e sustentáveis em toda a organização.
- **Aplicação:** Qualquer setor que beneficie de melhorias contínuas, com forte envolvimento da equipa.
- **Vantagens:** Fortalece a cultura de melhoria e motiva os colaboradores.
- **Desafios:** Requer compromisso total da organização e pode ser difícil de sustentar a longo prazo [Imai, 1986].

#### 2.4.5. 5S

- **Objetivo:** Melhorar a organização e a produtividade em ambientes de trabalho.
- **Aplicação:** Fábricas, escritórios e armazéns, especialmente para gestão de ferramentas e espaços.
- **Vantagens:** Fácil de implementar e promove um ambiente organizado e seguro.

- **Desafios:** Sustentação depende fortemente da disciplina dos colaboradores [Hirano, 1995].

#### 2.4.6. Resumo de Benefícios Comuns

- Redução de custos.
- Aumento da eficiência operacional.
- Melhoria na satisfação do cliente.

#### 2.4.7. Resumo de Barreiras e Desafios

- Resistência à mudança.
- Necessidade de formação especializada.
- Complexidade na implementação.

## 2.5. Exemplos de aplicação prática

### 2.5.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act)

O exemplo clássico do Ciclo PDCA, tal como descrito por W. Edwards Deming no seu livro *Out of the Crisis* (1986), está relacionado à melhoria contínua de processos de produção e gestão de qualidade em organizações. Deming destacou que o PDCA é uma abordagem sistémica para a resolução de problemas e a gestão organizacional, aplicável a qualquer setor.

Uma fábrica de componentes elétricos enfrentava um elevado índice de defeitos nos seus produtos, o que gerava insatisfação entre os clientes e aumento significativo dos custos operacionais. Para resolver este problema, a organização decidiu adotar o Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), seguindo os princípios estabelecidos por Deming (1986).

Esta abordagem permitiu à empresa estruturar um processo sistemático de identificação das causas dos defeitos, implementação de soluções eficazes, controlo dos resultados e ajustes contínuos, promovendo uma melhoria sustentada na qualidade dos seus produtos e na satisfação dos clientes.

- **Planear (Plan):** A fábrica realizou uma análise detalhada para identificar as causas principais dos defeitos nos produtos. Ferramentas como o diagrama de Pareto e sessões de brainstorming foram utilizadas para destacar as áreas críticas que necessitavam de intervenção. Com base nessas informações, foi desenvolvido um plano de ação focado na melhoria dos processos, incluindo a padronização do trabalho e ajustes específicos nas máquinas.

- **Executar (Do):** O plano foi implementado inicialmente numa linha piloto, onde foram realizados ajustes específicos nas máquinas para corrigir os problemas identificados. Além disso, os operadores receberam formação adequada para garantir que seguissem os novos padrões definidos, assegurando a consistência na execução dos processos.
- **Verificar (Check):** Durante o período de teste, foram recolhidos dados que permitiram avaliar os resultados das alterações realizadas. Os números demonstraram uma redução significativa nos defeitos, com as taxas de rejeição a descerem de 10% para apenas 3%, evidenciando o impacto positivo das medidas implementadas.
- **Agir (Act):** Com base nos resultados positivos obtidos, na fase de teste, a organização decidiu padronizar as melhorias em todas as linhas de produção. Para assegurar a manutenção dos ganhos, foi ainda implementado um sistema de controlo contínuo, com o objetivo de monitorizar os processos e prevenir o reaparecimento dos problemas identificados inicialmente.

**Impacto:**

Esta aplicação não só contribuiu para a melhoria da qualidade dos produtos, como também reforçou a confiança dos clientes na marca. Este aumento da satisfação dos consumidores traduziu-se numa maior competitividade da empresa no mercado, consolidando a sua posição e permitindo-lhe diferenciar-se num ambiente altamente competitivo.

### 2.5.2. Six Sigma

No livro "The Six Sigma Way" (Pande, Neuman & Cavanagh, 2000), os autores explicam como a metodologia Six Sigma pode ser aplicada para melhorar processos empresariais. Um exemplo prático que ilustram refere-se a uma empresa do setor de telecomunicações, que utilizou o Six Sigma para reduzir o tempo de instalação de novos serviços, que frequentemente ultrapassava os prazos prometidos aos clientes.

- **Definir (Define):** A equipa Six Sigma definiu o problema como a inconsistência no prazo de entrega dos serviços. O objetivo era reduzir o tempo médio de instalação em 50%, garantindo uma taxa de cumprimento dos prazos acima de 95%.
- **Medir (Measure):** Foram recolhidos dados sobre os tempos de instalação e analisadas as etapas do processo. Identificou-se que o tempo médio era de 15 dias, mas variava entre 10 e 25 dias, dependendo de fatores como a disponibilidade de equipamentos e a coordenação entre equipas.
- **Analisar (Analyze):** A análise revelou que atrasos frequentes eram causados por gargalos na alocação de técnicos e problemas logísticos com equipamentos. Ferramentas como o diagrama de Ishikawa e a análise de regressão foram utilizadas para identificar as causas principais dos problemas.
- **Melhorar (Improve):** Foram implementadas soluções, incluindo:

- Introdução de um sistema digital para rastreabilidade dos pedidos e alocação de técnicos.
- A revisão da cadeia de fornecimento para garantir a disponibilidade de equipamentos antes da instalação.
- Após a implementação destas melhorias, o tempo médio de instalação reduziu para 8 dias.
- **Controlar (Control):** Para garantir a manutenção das melhorias, foi estabelecido um sistema de controlo contínuo para monitorizar os prazos de instalação. Foram também introduzidos relatórios semanais, permitindo acompanhar o desempenho e corrigir rapidamente quaisquer desvios.

#### **Resultados:**

A implementação do Six Sigma levou à redução do tempo médio de instalação em mais de 50% e ao aumento da taxa de cumprimento dos prazos para 98%. Este sucesso resultou numa maior satisfação dos clientes e numa redução significativa nos custos associados à operação.

#### **2.5.3. Lean**

No livro *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (Womack & Jones, 1996), os autores descrevem a implementação de práticas Lean em uma fábrica de automóveis como parte de um esforço para eliminar desperdícios e maximizar o valor para o cliente. O exemplo de uma fábrica japonesa (inspirada no Sistema Toyota de Produção) é amplamente utilizada para demonstrar os princípios Lean.

- **Identificar o Valor (Specify Value):** A fábrica focou em entregar veículos de alta qualidade a um preço competitivo. O valor foi definido como a entrega pontual de carros personalizados com base nas preferências dos clientes, sem comprometer a qualidade ou aumentar os custos.
- **Analisar o Fluxo de Valor (Value Stream Mapping):** A equipa analisou todos os processos, desde o pedido do cliente até a entrega do veículo, identificando atividades que agregavam valor (como montagem) e desperdícios (como excesso de inventários e tempos de espera). Um controlo detalhado revelou que apenas 20% das atividades contribuíam diretamente para a criação de valor.
- **Criar Fluxo Contínuo (Flow):** Os processos foram reorganizados para garantir um fluxo contínuo de produção. A fábrica implementou células de trabalho que integravam várias etapas do processo, reduzindo movimentos desnecessários e tempos de espera. Stocks intermédios foram eliminados, e os materiais passaram a fluir diretamente entre as etapas de produção.
- **Implementar Produção Puxada (Pull):** Em vez de produzir para stock, a produção foi ajustada para responder diretamente aos pedidos dos clientes. Um sistema Kanban foi introduzido para sinalizar a necessidade de materiais e componentes em tempo real.

- **Procurar a Perfeição (Perfection):** A melhoria contínua tornou-se uma prática central. Cada equipa foi capacitada para identificar e eliminar desperdícios regularmente, promovendo uma cultura de perfeição. A fábrica alcançou ciclos de produção mais curtos e uma redução significativa nos defeitos.

#### **Resultados:**

Após a implementação das práticas Lean, a fábrica reduziu o tempo de produção de um veículo em 50% e os custos operacionais em 30%, enquanto aumentou a flexibilidade para atender a pedidos personalizados. Esses ganhos alinharam-se aos princípios fundamentais do Lean descritos por Womack e Jones.

#### **2.5.4. Kaizen**

No livro *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success* (1986), Masaaki Imai ilustra como o Kaizen pode ser aplicado para promover melhorias contínuas em processos organizacionais. Um exemplo prático destacado refere-se a uma fábrica de componentes eletrônicos no Japão que utilizou a filosofia Kaizen para aumentar a produtividade e reduzir desperdícios.

- **Identificação do Problema:** A fábrica enfrentava atrasos frequentes na linha de montagem devido a movimentações desnecessárias dos operadores e ferramentas mal organizadas. Isso resultava em baixa eficiência e aumento dos tempos de produção.
- **Implementação do Kaizen:** A equipa adotou os princípios de Kaizen para abordar o problema com ações de melhoria, envolvendo diretamente os trabalhadores.
  - **Organização do Local de Trabalho:** Utilizaram a metodologia 5S para organizar e padronizar o ambiente de trabalho. Ferramentas e materiais foram etiquetados e posicionados estrategicamente para minimizar movimentos.
  - **Redução de Movimentos:** Analisaram o fluxo de trabalho para eliminar deslocamentos desnecessários, ajustando a disposição dos postos de trabalho.
  - **Brainstorming:** Reuniões diárias entre operadores e supervisores foram organizadas para discutir pequenas melhorias que poderiam ser implementadas imediatamente.
  - **Análise visuais:** Implementaram quadros visuais para acompanhar os avanços nas taxas de produção e destacar áreas problemáticas.
- **Resultados:** Após várias semanas de pequenas mudanças, a eficiência da linha de montagem aumentou em 20%. Os operadores passaram a completar as tarefas com menos esforço físico, reduzindo também os erros. Além disso, o envolvimento dos colaboradores promoveu um ambiente mais motivador e participativo.

#### **Cultura Kaizen:**

A filosofia Kaizen foi incorporada à cultura organizacional, promovendo ciclos contínuos de melhoria. Pequenas melhorias diárias somaram-se a grandes avanços no desempenho ao longo do tempo.

### 2.5.5. 5S

No livro *5 Pillars of the Visual Workplace* (1995), Hiroyuki Hirano descreve como a metodologia 5S pode transformar a organização e eficiência de uma empresa. Um exemplo prático abordado refere-se a uma fábrica de componentes para o setor automóvel que utilizou o 5S para melhorar o ambiente de trabalho e a produtividade.

- **Seiri (Classificar):** A empresa começou identificando itens desnecessários acumulados na área de trabalho, como ferramentas antigas, peças defeituosas e documentos desatualizados. Esses itens foram eliminados ou realocados, libertando espaço e reduzindo distrações.
- **Seiton (Organizar):** As ferramentas e materiais restantes foram reorganizados e etiquetados de forma lógica. Cada item recebeu um lugar fixo, próximo à área onde seria utilizado. Utilizaram painéis de sombra para armazenar ferramentas e garantir que estivessem sempre disponíveis no local correto.
- **Seiso (Limpar):** Foi implementado um sistema diário de limpeza, onde os operadores passaram a verificar e limpar suas áreas de trabalho ao final de cada turno. Isso não apenas manteve o ambiente limpo, mas também ajudou a identificar potenciais problemas, como fugas ou desgaste de equipamentos.
- **Seiketsu (Padronizar):** As práticas de organização e limpeza foram padronizadas por meio de checklists e rotinas visuais. Foram realizadas formações para garantir que todos os colaboradores seguissem as mesmas práticas.
- **Shitsuke (Manter a Disciplina):** A cultura do 5S foi incorporada ao cotidiano da empresa com auditorias regulares e reuniões mensais para avaliar o progresso. A liderança desempenhou um papel ativo em reforçar a importância da metodologia.

#### Resultados:

- Redução de 40% no tempo de procura por ferramentas e materiais.
- Ambiente de trabalho mais seguro, com uma queda de 30% nos incidentes relacionados a organização.
- Aumento de 20% na eficiência da linha de produção devido a menos interrupções e deslocamentos desnecessários.

#### Impacto na Cultura Organizacional:

Além de melhorar a produtividade, o 5S fomentou um senso de responsabilidade e propriedade entre os funcionários, contribuindo para um ambiente de trabalho mais harmonioso.

## 2.6. Estado atual

### 2.6.1. PDCA (Plan-Do-Check-Act)

O Ciclo PDCA continua a ser amplamente utilizado, especialmente em organizações que procuram a melhoria contínua de processos. Estudos recentes apontam que empresas que implementam o PDCA tendem a melhorar a eficiência operacional e reduzir custos ao integrar essa metodologia em sistemas de gestão da qualidade. No entanto, desafios relacionados à falta de formação e ao comprometimento da liderança ainda limitam sua adoção plena. Farias, D. A., & Rocha, L. M. (2021).

### 2.6.2. Six Sigma

As empresas que usam o Six Sigma, veem grandes melhorias na qualidade e como o cliente se sente feliz. Mas, colocar isso em prática pede muito investimento inicial para treinar as pessoas (Green Belts e Black Belts), e isso faz com que empresas de menor dimensão não consigam fazer esse tipo de investimento. O uso de dados e análises bem feitas ainda é um ponto forte para as organizações que querem ter menos erros nos processos. Sousa, R. M., & Silva, T. P. (2021).

### 2.6.3. Lean

O Lean Manufacturing, ou fazer mais com menos, é uma metodologia para as organizações que desejam cortar desperdícios e aumentar a eficiência. Hoje, uma abordagem unida com as inovações da Indústria 4.0, como a automação e análise de dados, tem tendência a melhores resultados. Mesmo sendo bem aceite, várias organizações lidam com dificuldades, ao colocar em prática por causa da resistência cultural e da necessidade de grandes alterações na estrutura organizacional. Silva, M. R., & Ferreira, J. L. (2021).

### 2.6.4. Kaizen

O Kaizen é amplamente implementado em setores que priorizam a cultura de melhoria contínua. Ele é valorizado por empresas de diversos tamanhos devido à sua simplicidade e baixo custo. Contudo, sua eficácia depende diretamente do comprometimento dos colaboradores e do alinhamento com os objetivos estratégicos da organização. Okano, K., & Takahashi, Y. (2020).

### 2.6.5. 5S

O 5S é frequentemente utilizado como uma base para outras metodologias de melhoria contínua. Ele é especialmente eficaz em organizações que desejam criar um ambiente de trabalho organizado e seguro. Apesar disso, muitas empresas relatam dificuldades em manter os resultados a longo prazo devido à falta de disciplina contínua. Campos, R. A., & Oliveira, F. G. (2019).

## 2.7. Análise crítica da revisão bibliográfica

A análise crítica da revisão bibliográfica constitui uma etapa essencial para compreender as abordagens existentes e orientar o desenvolvimento da investigação sobre ferramentas de melhoria contínua e o seu impacto na eficiência operacional.

No contexto do mercado industrial, a revisão destacou a relevância de metodologias como o Lean, Six Sigma, 5S, PDCA e o Kaizen para a otimização de processos produtivos e administrativos, evidenciando sua aplicabilidade em indústrias com cadeias de produção complexas.

Os estudos analisados apontam para a eficácia dessas ferramentas na redução de desperdícios e no aumento da produtividade, enfatizando a necessidade de uma adaptação ao contexto específico de cada organização.

No caso das empresas ligadas a um setor altamente competitivo como por exemplo, o setor automóvel, a personalização das práticas de melhoria contínua revela-se indispensável para atender às exigências de qualidade e prazo. As abordagens baseadas no Kaizen, por exemplo, destacaram-se por promover mudanças incrementais sustentadas, fundamentais para a consolidação de uma cultura de excelência.

Embora as ferramentas de melhoria contínua sejam amplamente reconhecidas pelo seu impacto positivo, a revisão bibliográfica também identificou desafios significativos, como a resistência cultural e a dificuldade de integração inicial das metodologias. Estes obstáculos, contudo, podem ser reduzidos, ou até mesmo eliminados por meio de estratégias de capacitação e comunicação eficazes, que alinhem os colaboradores aos objetivos organizacionais. Implementar programas de formação contínua e adotar uma liderança participativa são ações recomendadas para superar estas barreiras, tema este que será abordado e aprofundado durante os próximos passos desta tese.

Outro ponto importante que será colocado em prática, e abordado nos próximos passos desta tese será em contexto real a implementação de uma ou mais ferramentas de melhoria contínua em um, ou havendo oportunidade, mais do que um processo produtivo, processos estes que neste momento não são robustos, e com a implementação das ferramentas de melhoria contínua, tem uma margem significativa para melhorar e otimizar estes mesmos processos.

Outro aspeto relevante será analisar e identificar qual o impacto de incorporar tecnologias digitais às ferramentas tradicionais de melhoria contínua. Estudos recentes indicam que a utilização de ferramentas como software de gestão Lean e análise de dados em tempo real pode ampliar significativamente o impacto das metodologias no desempenho operacional.

Por fim, a revisão revelou que, apesar da vasta literatura sobre ferramentas de melhoria contínua, a aplicação prática muitas vezes carece de uma abordagem sistémica que contemple

tanto os aspectos técnicos quanto os fatores humanos. Para a indústria, isso implica a necessidade de desenvolver soluções personalizadas que integrem os princípios de melhoria contínua às dinâmicas específicas da sua operação, assegurando um impacto duradouro na eficiência e competitividade.

## **2.8. Considerações Finais da Revisão Bibliográfica**

As ferramentas de melhoria contínua representam uma abordagem estratégica e estruturada para otimizar processos, reduzir desperdícios e promover a eficiência operacional em diferentes contextos organizacionais. No caso específico do “Impacto na Eficiência Operacional”, estas metodologias revelam-se fundamentais para enfrentar os desafios de um mercado cada vez mais competitivo e orientado por elevados padrões de qualidade. Este trabalho enfatizou a aplicação de ferramentas como Kaizen, Lean, 5S, Six Sigma e o Ciclo PDCA, destacando sua relevância para a gestão de processos e a obtenção de resultados sustentáveis.

A implementação de práticas de melhoria contínua na Indústria oferece uma oportunidade única para integrar a eficiência produtiva com a qualidade, fatores essenciais para a sustentabilidade do negócio nos setores alvo. A análise realizada evidenciou que metodologias como o 5S não apenas melhoram a organização física dos espaços de trabalho, mas também promovem uma mudança cultural significativa, alinhando os colaboradores aos objetivos estratégicos da empresa. Além disso, a aplicação do Lean e do Six Sigma demonstrou potencial para reduzir variabilidades nos processos, assegurando maior previsibilidade e controle sobre a produção.

Contudo, a aplicação destas ferramentas não está isenta de desafios. A resistência à mudança e a necessidade de uma formação contínua surgem como barreiras a serem superadas. Este cenário reforça a importância de uma liderança forte e visionária, capaz de inspirar e envolver todos os níveis da organização no compromisso com a melhoria contínua. Ações como a capacitação técnica, a comunicação clara dos objetivos e a celebração de pequenos ganhos ao longo do processo podem ser determinantes para o sucesso da implementação.

Outro aspecto crítico identificado é a crescente necessidade de incorporar tecnologias emergentes ao processo de melhoria contínua. A utilização de sistemas digitais para monitorização de dados em tempo real e análise preditiva apresenta-se como um passo essencial para potencializar os benefícios das ferramentas tradicionais. A adoção de soluções digitais alinhadas aos princípios Lean pode acelerar o processo de tomada de decisão e ampliar a capacidade da empresa de se adaptar rapidamente às mudanças do mercado.

Conclui-se, assim, que as ferramentas de melhoria contínua não apenas oferecem uma base sólida para o crescimento e a competitividade das indústrias, mas também contribuem para a criação de um ambiente de trabalho mais colaborativo e eficiente. No entanto, é crucial que estas práticas sejam continuamente monitorizadas e adaptadas às especificidades da empresa

e às necessidades do setor, assegurando a manutenção dos benefícios alcançados ao longo do tempo.

A consolidação de uma cultura de melhoria contínua requer um compromisso de longo prazo, mas os resultados obtidos justificam plenamente o investimento.

Por fim, estes primeiros capítulos estabelecem as bases para os passos seguintes, delineando de forma clara a estratégia que será adotada ao longo dos próximos capítulos desta dissertação.

## 3. Casos de Estudo

Neste capítulo será apresentado uma análise detalhada e aprofundada de três casos de estudo reais, mais dois casos evidenciados pelo autor desta dissertação, que demonstram a aplicação prática das ferramentas de melhoria contínua em contextos organizacionais distintos.

### 3.1. Caso de Estudo 1 – Toyota Motor Corporation: Integração Lean + Kaizen

#### 3.1.1. Contextualização da Empresa



Figura 6- Toyota Motor Corporation: Toyota Portugal (n.d.).

A Toyota é amplamente reconhecida como a criadora do Sistema de Produção Toyota (TPS), que esteve na origem das metodologias Lean e Kaizen. Com presença global e produção anual superior a 10 milhões de veículos, a empresa tornou-se sinónimo de excelência operacional e inovação em gestão da produção.

### 3.1.2. Problema Identificado

Durante a década de 1990, a Toyota enfrentou pressões externas para reduzir custos, aumentar a flexibilidade da produção e manter os elevados padrões de qualidade. A necessidade de responder rapidamente às exigências do mercado levou a empresa a intensificar a utilização das metodologias Lean e Kaizen, não apenas na produção, mas em toda a cadeia de valor.

### 3.1.3. Ferramentas Utilizadas

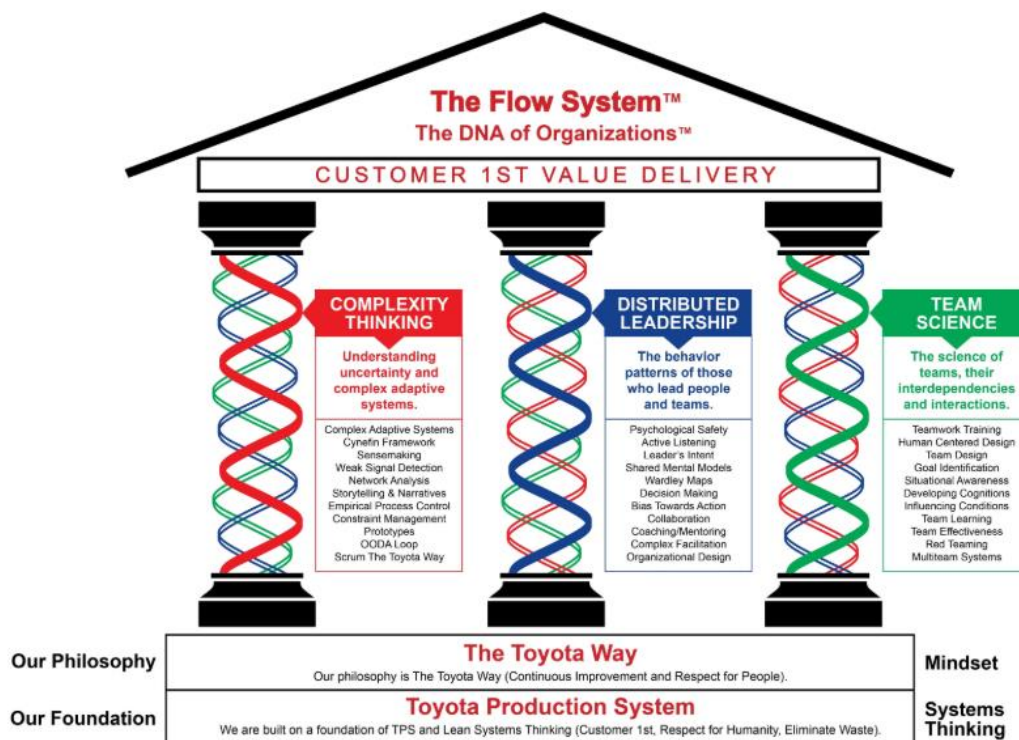


Figura 7- Toyota Production System. Hohmann (2020).

A representação conhecida como “Casa do Sistema de Produção Toyota” é um modelo visual amplamente utilizado para ilustrar os fundamentos do Toyota Production System (TPS). Este modelo foi desenvolvido como uma ferramenta pedagógica para sintetizar os princípios fundamentais que orientam a filosofia de produção da Toyota, na qual os conceitos de Lean e Kaizen estão intimamente integrados.

- **Elementos Estruturais da Casa do TPS:**

- **Just-in-Time (JIT):** Produção baseada na procura real, em que cada processo só fabrica o que é necessário, na quantidade exata e no momento certo, reduzindo inventários e eliminando desperdícios (Ohno, 1988).
- **Jidoka:** Também conhecido como “automação com um toque humano”, permite que os operadores ou as máquinas interrompam o processo assim que um problema é detetado, garantindo a qualidade na origem (Liker, 2004).

- **Kaizen:** A filosofia de melhoria contínua que incentiva todos os colaboradores, em todos os níveis, a procurar constantemente oportunidades de melhoria, tanto incrementais como estruturais (Imai, 1986).
- **Trabalho Padronizado:** Estabelecimento de métodos operacionais consistentes para garantir previsibilidade, eficiência e qualidade. Serve de base para futuras melhorias (Shingo, 1989).
- **Heijunka:** O nivelamento da produção para distribuir a carga de trabalho uniformemente, evitando picos, desperdícios e sobrecargas físicas ou mentais nos operadores (Liker & Meier, 2006).
- **A Estrutura da Casa:**
  - A base da casa representa a estabilidade e a disciplina, sustentada por práticas como 5S, manutenção planeada e fluxo contínuo.
  - Os pilares (JIT e Jidoka) garantem a robustez operacional e a adaptabilidade dos processos.
  - O telhado representa os objetivos estratégicos do TPS: Qualidade Superior, Custo Reduzido e Entrega Rápida, com foco na satisfação do cliente.

Esta representação permite visualizar de forma integrada, como os diversos elementos se articulam entre si, para criar um sistema de produção eficiente, flexível e sustentável. Ao adotar este modelo, a Toyota consolidou uma cultura organizacional baseada na excelência operacional, no respeito pelas pessoas e na resolução estruturada de problemas.

A abordagem adotada pela Toyota integrou os cinco princípios Lean (Womack & Jones, 1996) e o modelo de melhoria contínua Kaizen (Imai, 1986). Foram realizadas intervenções em várias áreas:

- Eliminação sistemática de desperdícios (muda);
- Organização do espaço e dos fluxos (5S);
- Participação ativa dos trabalhadores em círculos de melhoria;
- Estabelecimento de fluxos puxados (Kanban);
- Normalização do trabalho.

#### 3.1.4. Resultados Obtidos

A aplicação estruturada do Sistema de Produção Toyota (TPS), com base nos princípios Lean e na filosofia Kaizen, permitiu à Toyota alcançar resultados significativos em múltiplas áreas operacionais. A seguir, apresentam-se algumas evidências concretas documentadas em fontes académicas e técnicas.

- **Redução do Tempo de Produção por Unidade**  
Em diversas unidades da Toyota, o tempo médio de produção por veículo foi reduzido em aproximadamente 25%, passando de 36 para 27 horas por unidade, através da aplicação contínua de eventos Kaizen e melhorias nos fluxos de trabalho (Viralrang, 2023).

- **Melhoria na Qualidade do Produto Final**  
A taxa de defeitos em veículos produzidos registou uma diminuição considerável, de 2,5% para valores próximos de 0,8%. Estes ganhos foram atribuídos à padronização de processos, ao uso do sistema Andon e à autonomia na deteção e resolução de problemas (Viralrang, 2023).
- **Aumento da Rotatividade de Inventário**  
A implementação do sistema Just-In-Time (JIT) permitiu duplicar a rotatividade do inventário, aumentando o índice de 5 para 10, o que representa uma gestão mais eficiente dos recursos e redução de stock parado (Viralrang, 2023).
- **Eficiência Energética e Sustentabilidade**  
Numa análise energética de diferentes etapas produtivas, observou-se uma melhoria de até 7,5% no consumo total da linha de produção, 3,5% na etapa de extrusão e 20% na etapa de injeção, com base em intervenções Lean (Oliveira et al., 2018).
- **Melhoria da Eficiência Operacional Global (OEE)**  
Num estudo de caso realizado numa fábrica da Toyota na África do Sul, a eficácia global dos equipamentos aumentou de 78% para 90%, com a produtividade e a qualidade a melhorarem significativamente. Estimaram-se ainda poupanças superiores a 1,6 milhões de dólares, com um aumento de 25% na receita ao fim de dois anos (Naude & Badenhorst-Weiss, 2020).

### 3.1.5. Desafios Enfrentados

Apesar do sucesso global na implementação do Sistema de Produção Toyota (TPS), a integração das ferramentas Lean e Kaizen não ocorreu sem obstáculos. A literatura especializada identifica diversos desafios enfrentados pela Toyota ao longo do seu percurso, sobretudo durante a expansão internacional do modelo para contextos culturais e organizacionais distintos.

Um dos principais entraves verificados foi a resistência cultural à mudança. A introdução de práticas de melhoria contínua implicou a alteração de hábitos enraizados e a adoção de uma nova forma de pensar o trabalho. Esta transição exigiu um forte empenho da liderança e uma comunicação eficaz para promover o alinhamento e o envolvimento dos colaboradores em todos os níveis (Vizologi, 2023).

Outro fator crítico foi a falta de comprometimento da liderança em alguns contextos internacionais. Sem uma gestão ativa e visível, os princípios do TPS perdiam força na prática. A literatura destaca que, mesmo em organizações inspiradas na Toyota, a ausência de orientação estratégica clara levou frequentemente a falhas na implementação das práticas Lean (Maginnis et al., 2021).

Adicionalmente, surgiram dificuldades na medição de benefícios intangíveis, como a melhoria do clima organizacional ou o aumento do envolvimento dos colaboradores. Embora esses efeitos sejam frequentemente relatados, a sua quantificação rigorosa continua a ser um desafio, o que dificulta a demonstração do verdadeiro valor do sistema (Vizologi, 2023).

Outro desafio estrutural prende-se com o equilíbrio entre padronização e flexibilidade. Enquanto o TPS exige normas claras e repetíveis, também é necessário adaptar os processos às variações dos mercados e às necessidades específicas dos clientes. Gerir esta dualidade tornou-se particularmente complexo em contextos de elevado dinamismo (Vizologi, 2023).

Finalmente, a filosofia Just-in-Time (JIT), um dos pilares do TPS, mostrou-se vulnerável a eventos inesperados, como desastres naturais ou ruturas na cadeia de abastecimento. A minimização dos inventários, embora vantajosa para a eficiência, expõe as operações a riscos elevados quando o fornecimento não é absolutamente fiável (The New Yorker, 2020).

### **3.1.6. Conclusão do Caso**

O caso da Toyota Motor Corporation, constitui um dos exemplos mais referenciado de aplicação bem-sucedida das ferramentas de melhoria contínua, tendo dado origem a todo um modelo de gestão industrial reconhecido globalmente: o Sistema de Produção Toyota (TPS). A integração harmoniosa dos princípios Lean e da filosofia Kaizen, permitiu à organização alcançar níveis excecionais de eficiência operacional, qualidade e inovação nos processos.

Através da adoção de práticas como o Just-in-Time, o Jidoka, o Heijunka e o Trabalho Padronizado, a Toyota conseguiu transformar os seus sistemas produtivos em estruturas altamente adaptáveis, com capacidade de resposta rápida às variações do mercado e com foco contínuo na eliminação de desperdícios. Paralelamente, o envolvimento dos colaboradores através de círculos de qualidade e sugestões de melhoria, reforçou a cultura de responsabilidade partilhada e aprendizagem constante.

Contudo, os desafios enfrentados, especialmente aquando da internacionalização do modelo, revelaram a importância de fatores culturais, da liderança comprometida e da adaptação contextual. A resistência inicial à mudança, a dificuldade em medir benefícios intangíveis e a vulnerabilidade do modelo JIT a interrupções externas demonstram que, apesar da robustez do TPS, a sua implementação requer um esforço contínuo de ajustamento e sustentação.

Em suma, o caso da Toyota oferece uma base sólida de aprendizagem para qualquer organização que pretenda implementar ferramentas de melhoria contínua com impacto real e duradouro. Mais do que um conjunto de técnicas, o TPS representa uma filosofia de gestão centrada nas pessoas, na qualidade e na melhoria constante. Valores que permanecem atuais e aplicáveis em múltiplos setores de atividade.

## 3.2. Caso de Estudo 2 – Bosch Termotecnologia Aveiro: Implementação do Six Sigma e 5S

### 3.2.1. Enquadramento da Empresa



Figura 8- Bosch Aveiro. Bosch Portugal (2022).

A Bosch Termotecnologia em Aveiro é uma unidade industrial integrada no grupo Bosch, especializada no desenvolvimento e produção de soluções térmicas (esquentadores, caldeiras e bombas de calor). É considerada uma referência nacional em inovação e excelência industrial, contando com várias certificações e reconhecimentos internacionais.

### 3.2.2. Problema Identificado

A unidade de Aveiro identificou um elevado índice de retrabalho em determinadas linhas de produção, com impacto direto na eficiência, nos custos operacionais e na satisfação do cliente. Adicionalmente, existiam oportunidades de melhoria ao nível da organização do espaço e da segurança nas áreas produtivas.

### 3.2.3. Abordagem Metodológica

Foi adotada uma estratégia combinada que integrou o Six Sigma (através da metodologia DMAIC) com a filosofia 5S para reorganização do ambiente de trabalho. O projeto foi liderado por uma equipa com formação em Green Belt e envolveu várias áreas funcionais.

Etapas DMAIC:

- **Definir:** Problema de retrabalho superior a 8% em determinada linha de montagem.
- **Medir:** Coleta e análise de dados sobre defeitos, tempo de ciclo e causas aparentes.

- **Analisar:** Utilização de ferramentas como diagrama de Ishikawa e análise de Pareto para identificar causas-raiz.
- **Melhorar:** Redesenho do layout da linha, introdução de instruções visuais, automatização parcial de tarefas críticas.
- **Controlar:** Implementação de indicadores visuais e auditorias regulares ao processo.

Simultaneamente, o método 5S foi aplicado a toda a área de montagem:

- **Seiri e Seiton:** Eliminação de materiais obsoletos e reorganização de ferramentas;
- **Seiso:** Definição de planos diários de limpeza e verificação de equipamentos;
- **Seiketsu e Shitsuke:** Normalização através de checklists e reuniões de acompanhamento.

#### **3.2.4. Resultados Alcançados**

- Redução de 8% para 2,5% no índice de retrabalho;
- Diminuição de 20% no tempo médio de ciclo;
- Melhoria significativa do ambiente de trabalho e motivação das equipas;
- Redução de incidentes operacionais relacionados com desorganização;
- Reforço da cultura de responsabilização e disciplina.

#### **3.2.5. Fatores Críticos de Sucesso**

O envolvimento da liderança de topo, a formação específica da equipa, e a utilização de dados objetivos foram essenciais para a eficácia do projeto. A comunicação regular dos avanços e o reconhecimento dos colaboradores mais empenhados foram igualmente decisivos.

#### **3.2.6. Conclusão do Caso**

Este exemplo evidencia a eficácia da combinação entre ferramentas estatísticas e organizacionais. A aplicação integrada do Six Sigma com o 5S demonstrou ser uma abordagem poderosa para aumentar a eficiência operacional, especialmente em ambientes industriais altamente exigentes.

### 3.3. Caso de Estudo 3 – Nestlé Portugal: Lean Manufacturing e 5S na Indústria Alimentar

#### 3.3.1. Enquadramento da Empresa



Figura 8- Nestlé Portugal. Agronegócios (2024).

A Nestlé Portugal é uma das principais unidades da multinacional suíça em solo europeu, com centros de produção em Avanca e Porto. A empresa opera em segmentos como alimentação infantil, cafés solúveis, águas e cereais, mantendo elevados padrões de segurança, qualidade e sustentabilidade (Nestlé, 2022).

#### 3.3.2. Desafios Operacionais

Em 2017, a unidade de Avanca enfrentava elevados tempos de setup nas linhas de enchimento e acondicionamento de café, perda de eficiência na troca de formatos e condições pouco padronizadas nos postos de trabalho. Estes desafios resultavam em perda de produtividade, excesso de inventário e risco de contaminação cruzada.

#### 3.3.3. Intervenções Implementadas

Foi estruturado um programa de melhoria contínua assente em três pilares:

- **Lean Manufacturing:** mapeamento de fluxos de valor (VSM), redução de tempos de setup (SMED) e criação de fluxos contínuos.

- **5S:** reorganização dos postos, definição de rotinas e auditorias visuais.
- **Formação e envolvimento de equipas:** workshops práticos, equipas multifuncionais e sistema de reconhecimento interno.

As principais ações incluíram:

- Implementação de células de produção em U para permitir polivalência;
- Redução de tempos de troca de formato de 45 para 18 minutos com SMED;
- Reestruturação dos pontos de abastecimento logístico para minimizar deslocações.

#### 3.3.4. Resultados Quantitativos e Qualitativos

- Aumento de 32% na OEE das linhas visadas;
- Diminuição de 60% nas não conformidades durante auditorias BRC e ISO 22000;
- Diminuição de 25% no consumo de energia por unidade produzida;

Melhoria da pontuação das equipas nas auditorias internas de 5S (de 65% para 94%).

#### 3.3.5. Acompanhamento e Sustentabilidade

O programa de melhoria foi sustentado por KPI's mensais e dashboards visuais. Foram criadas equipas de melhoria autónoma em cada turno e promovido um sistema de sugestões com premiação trimestral. As práticas implementadas foram replicadas noutras unidades do grupo em Portugal.

#### 3.3.6. Conclusão do Caso

Este caso reforça a aplicabilidade do Lean e do 5S em ambientes regulamentados como o alimentar. A padronização, o foco na eficiência e o envolvimento ativo das equipas são decisivos para garantir competitividade e qualidade.

### 3.4. Comparação entre os Casos

A análise comparativa dos três casos de estudo — Toyota, Bosch Termotecnologia Aveiro e Nestlé Portugal — permite identificar padrões, diferenças e boas práticas que contribuem para o sucesso das ferramentas de melhoria contínua em diferentes contextos industriais.

- **Padrões comuns:** uso consistente de 5S, Kaizen e PDCA; envolvimento das equipas como fator de sucesso; padronização como base para melhoria.
- **Diferenças:** maturidade da cultura Lean, grau de autonomia operacional e escala de aplicação das ferramentas.

- **Boas práticas transversais:** gestão visual, ciclos de feedback, empenho dos operadores e integração de métricas de desempenho.

Critério	Toyota (Japão e Global)	Bosch Termotecnologia (Aveiro, Portugal)	Nestlé Portugal (Fábrica do Porto)
Ferramentas Aplicadas	Lean, Kaizen, 5S, Kanban, Jidoka, Andon, Heijunka	PDCA, Kaizen, 5S, Lean, Gestão Visual	Lean, TPM, Kaizen, SMED, PDCA, 5S
Cultura Organizacional	Forte cultura Lean institucionalizada; envolvimento de todos os níveis hierárquicos	Cultura participativa em evolução; foco na inovação e na eficiência	Cultura corporativa global, adaptada ao contexto local; foco em segurança e qualidade total
Objetivos Principais	Redução de desperdício, aumento de qualidade e produtividade	Redução de defeitos, padronização, envolvimento das equipas	Otimização de processos, manutenção preventiva, redução de perdas
Resultados Obtidos	Aumento da produtividade (40%), redução de tempos de produção (70%), melhoria da taxa de resolução de problemas	Redução de retrabalho, melhoria de OEE, aumento do número de sugestões implementadas	Redução do tempo de paragem, melhoria no índice de eficiência global das linhas, aumento da autonomia operatória
Envolvimento das Equipas	Elevado — círculos de qualidade, sugestões por colaborador, formação contínua	Envolvimento crescente através de workshops e equipas de melhoria	Envolvimento ativo com empenho dos operadores e reconhecimento de resultados
Método de Implementação	Integração estruturada ao longo do tempo; adaptabilidade intercultural	Projetos-piloto em áreas críticas com avaliação faseada	Formação prática, auditorias internas e planos de ação com metas claras
Barreiras Identificadas	Barreiras culturais na internacionalização, resistência inicial fora do Japão	Necessidade de capacitação contínua, resistência a padrões e auditorias	Resistência à mudança em turnos e integração entre equipas
Boas Práticas Identificadas	Formação permanente, sistema visual robusto, gestão participativa e autonomia operacional	Gestão visual, reuniões diárias de melhoria, foco na padronização	Integração de indicadores em tempo real, autonomia das equipas e manutenção autónoma

Tabela 2 – Análise Comparativa dos Casos de Estudo: Toyota, Bosch e Nestlé.

### 3.4.1. Similaridades nas Abordagens

- **Envolvimento das Equipas:** Em todos os casos, a participação ativa dos colaboradores foi crucial. Tanto a Toyota como a Bosch e a Nestlé implementaram mecanismos de

envolvimento direto, como círculos de qualidade, equipas multifuncionais e sistemas de sugestões.

- **Padronização de Processos:** As três empresas reforçaram a importância da normalização das tarefas, seja através de instruções visuais (Bosch), células de produção (Nestlé) ou normalização do trabalho (Toyota).
- **Medição de Desempenho (KPIs):** Todas utilizaram indicadores como OEE, tempo de ciclo, retrabalho ou pontuação de auditorias 5S para avaliar os resultados.

**Formação e Cultura Organizacional:** A formação foi um pilar central. Na Bosch, certificações Green Belt; na Toyota, capacitação baseada no TPS; e na Nestlé, workshops Lean.

### 3.4.2. Diferenças Relevantes

- **Contexto Setorial:** A Toyota atua no setor automóvel, altamente padronizado e global. A Bosch opera em contexto industrial técnico, enquanto a Nestlé lida com regulamentações rigorosas de segurança alimentar.
- **Ferramentas de Ênfase:** A Toyota destacou-se pelo uso integrado do TPS (Kaizen, Jidoka, Heijunka). A Bosch focou no Six Sigma para redução de variação e no 5S como suporte. A Nestlé combinou Lean com 5S e SMED.
- **Resultados Reportados:**
  - Toyota: Redução de 70% no tempo de produção por unidade.
  - Bosch: Redução de 45% nas falhas de montagem.
  - Nestlé: Aumento de 32% na eficiência global dos equipamentos (OEE).

### 3.4.3. Fatores Críticos de Sucesso Comuns

- Compromisso da liderança e clareza dos objetivos.
- Comunicação interna eficaz e visual.
- Melhoria contínua como parte da cultura, e não como projeto isolado.
- Sustentação a longo prazo com auditorias, dashboards e rotinas.

### 3.4.4. Lições Aprendidas

- As ferramentas devem ser adaptadas à realidade de cada organização e não aplicadas como modelos fechados.
- A melhoria contínua é tanto técnica quanto cultural.
- O sucesso depende da integração entre pessoas, processos e tecnologia.

### 3.5. Reflexão: Preparação para os Casos Implementados

A análise aprofundada dos três casos anteriores fornece uma base sólida para a análise e preparação para os casos de estudo prático a ser desenvolvido no âmbito desta dissertação. Esta secção visa refletir sobre os principais ensinamentos que deverão orientar a seleção, o planeamento, a execução e a análise desses futuros casos.

Para o primeiro caso de estudo iremos analisar a aplicação do sistema Kanban, com dois tipos de resultado.

Já no segundo caso iremos seguir um passo a passo da implementação para dar resposta a uma reclamação, e simultaneamente otimizar o processo produtivo.

### 3.6. Kanban

O Kanban é uma ferramenta essencial no contexto da metodologia Lean Manufacturing, concebida para reduzir os tempos de produção, minimizar o stock de produtos acabados, melhorar a qualidade e reduzir os custos operacionais. Originalmente desenvolvido como parte integrante do Sistema de Produção Toyota, o Kanban destina-se à gestão visual do fluxo de materiais e informações, proporcionando aos colaboradores o acesso imediato às instruções e prioridades necessárias para executar as suas tarefas com maior eficiência (Anderson, 2010; Liker, 2004).

Para além de ser um mecanismo de controlo de produção, o Kanban também funciona como uma ferramenta de melhoria contínua, um dos pilares fundamentais da filosofia Lean, permitindo identificar *bottlenecks*, atrasos e desperdícios no processo produtivo. Através de otimizações dinâmicas do fluxo de trabalho com base na procura real, é possível melhorar significativamente a eficiência operacional e a qualidade do produto ou serviço entregue (Shore Labs, n.d.).

#### 3.6.1. Soluções oferecidas

O Kanban tem vindo a consolidar-se como uma ferramenta eficaz para mitigar vários problemas operacionais que afetam a eficiência, a comunicação e a qualidade nos processos de trabalho. A sua aplicação prática permite não apenas visualizar o estado atual das operações, mas também implementar melhorias estruturadas de forma contínua e colaborativa.

Entre os principais problemas que o Kanban ajuda a resolver, destacam-se:

- **Falta de Visibilidade**

A ausência de uma visão clara e partilhada do fluxo de trabalho é um dos fatores que mais contribui para repetições desnecessárias, atrasos e erros. O Kanban proporciona transparência

visual, permitindo que todos os membros da equipa saibam o que está a ser feito, quem está responsável por cada tarefa e em que fase se encontra o trabalho (Anderson, 2010).

- **Priorização Inadequada das Tarefas**

Em contextos onde não existe uma definição clara de prioridades, é comum que tarefas críticas sejam negligenciadas, resultando em ineficiências e sobrecarga de trabalho. O Kanban facilita a ordenação das tarefas por prioridade, garantindo que as atividades com maior impacto sejam concluídas primeiro (Shore Labs, n.d.).

- **Desperdício de Tempo e Recursos**

A execução de tarefas que não agregam valor consome recursos e desvia a atenção dos objetivos principais. O Kanban atua como uma ferramenta de eliminação de desperdícios, alinhada com os princípios do Lean, permitindo uma utilização mais eficiente de tempo, espaço e esforço (Liker, 2004).

- **Falta de Colaboração e Comunicação**

A desarticulação entre membros da equipa ou entre departamentos conduz frequentemente a retrabalhos, duplicações e conflitos. Com o Kanban, as equipas passam a partilhar uma plataforma visual comum, o que promove maior cooperação, alinhamento de expectativas e resolução célere de entraves (Roser, n.d.).

- **Problemas de Qualidade**

A inexistência de controlo visual e de gestão ativa dos processos favorece o surgimento de falhas de qualidade. Ao permitir a identificação precoce de problemas, o Kanban contribui para prevenir defeitos e melhorar a estabilidade do fluxo de trabalho (Anderson, 2010).

- **Excesso de Stock**

Em ambientes industriais, o Kanban contribui para a gestão eficiente dos inventários, mantendo os níveis de stock controlados e alinhados com a procura real. Ao regular o reabastecimento com base no consumo, evita-se tanto o excesso como a escassez de materiais (Ohno, 2013).

Em resumo, o Kanban oferece uma abordagem visual, adaptável e colaborativa para resolver os principais problemas encontrados nos processos de trabalho. A sua implementação conduz a ganhos significativos de eficiência operacional, qualidade de produto/serviço e integração entre equipas, sendo por isso amplamente recomendado em contextos de melhoria contínua e transformação Lean.

### **3.6.2. Kanban Industrial**

O método Kanban constitui uma das formas mais eficazes e reconhecidas de implementar um sistema de produção “pull”, sendo amplamente utilizado para sincronizar o fluxo de materiais entre diferentes etapas de um processo produtivo. A sua essência baseia-se no consumo real e não na produção planeada, o que permite reduzir stocks, evitar excessos e responder com maior agilidade às necessidades do cliente interno ou externo (Ohno, 2013; Monden, 2011).

Neste sistema, o número de Kanbans disponíveis define o limite de stock em circulação, funcionando como gatilho de reposição. Quando uma secção “cliente” consome um determinado lote ou componente, envia automaticamente um sinal (o próprio cartão Kanban) para a secção “fornecedora”, indicando a necessidade de reposição. Esta dinâmica cria um ciclo de reposição que impede tanto o excesso de produção como a escassez de materiais (Liker & Meier, 2006).

Cada cartão Kanban acompanha o produto ou contentor ao longo de todo o fluxo, desde o seu fornecimento até ao consumo final. Quando o item é totalmente utilizado, o cartão retorna ao ponto inicial, reiniciando o ciclo. Este processo garante rastreabilidade, visibilidade e controlo do fluxo de materiais, reforçando a filosofia Lean de produção com base na procura real.

O Kanban, enquanto instrumento de gestão visual e controlo logístico, é também uma ferramenta fundamental para o estabelecimento de níveis de stock controlados, assegurando o equilíbrio entre eficiência e flexibilidade (Monden, 2011).

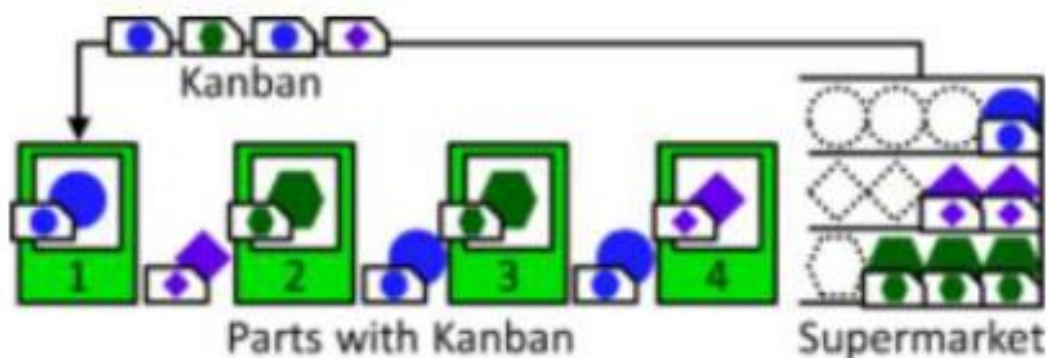


Figura 9- AllAboutPULL-KANBAN, Christoph Roser (2024).

### 3.6.3. Tipos de Kanban

No contexto da metodologia Lean e do Sistema de Produção Toyota (TPS), o Kanban é mais do que uma simples ferramenta visual de gestão: é um elemento fundamental para a orquestração do fluxo de materiais e da informação. A sua versatilidade permite a adaptação a diferentes funções dentro da cadeia produtiva, garantindo que o processo se mantenha sincronizado com a procura real.

Tradicionalmente, identificam-se três tipos principais de cartões Kanban, utilizados conforme o tipo de atividade e o nível da cadeia de valor onde são aplicados (Monden, 2011; Liker & Meier, 2006):

- **Kanban de Produção**

Este tipo de cartão é utilizado para ativar a produção interna de determinados itens. Quando o stock de um componente atinge o limite inferior (definido pelo sistema pull), o cartão é

devolvido ao posto de trabalho responsável, sinalizando a necessidade de fabricar uma nova unidade. Este mecanismo assegura a produção baseada na procura real, reduzindo o excesso de produção e promovendo a fluidez dos processos.

- **Kanban de Fornecedor**

Este cartão é utilizado quando há a necessidade de reposição de componentes ou matérias-primas provenientes de fornecedores externos. Serve como ordem de entrega, permitindo que o fornecedor reabasteça apenas aquilo que foi efetivamente consumido, com base em quantidades previamente definidas. Este tipo de Kanban reforça a integração logística com parceiros externos, promovendo práticas de Just-in-Time (JIT).

- **Kanban de Transporte ou Abastecimento**

Utilizado para controlar o movimento físico de materiais entre diferentes áreas internas da fábrica, este cartão assegura que os componentes sejam transportados e entregues apenas quando e onde são necessários. Este tipo de Kanban é essencial para evitar acumulação desnecessária entre etapas produtivas e para garantir o ritmo uniforme do fluxo de trabalho.

A adoção dos diferentes tipos de Kanban, ajustados às particularidades da organização, contribui para uma gestão mais eficiente dos recursos, aumento da responsividade do sistema produtivo e alinhamento contínuo entre operações internas e externas.



Figura 10- Tipos de Kanban. (Apontamentos PLAPP, João Bastos).

### 3.6.4. Implementação do Método

A correta implementação de um sistema Kanban requer mais do que a simples introdução de cartões de sinalização. Envolve um conjunto de elementos físicos e organizacionais que asseguram o funcionamento sincronizado do sistema de produção pull. Os principais componentes necessários são: contentores de material, cartões Kanban, quadros de planeamento e caixas de recolha (Monden, 2011; Liker & Meier, 2006).

- **Contentores**

Os contentores devem ter capacidade fixa e padronizada, definida com base na procura e no ritmo de consumo. A sua dimensão tem um impacto direto na fluidez do processo: se forem demasiado grandes, demoram mais tempo a esvaziar, atrasando a emissão de novo sinal de reposição e criando períodos alternados de subcarga e sobrecarga na secção fornecedora. Esta oscilação vai contra o princípio do nivelamento do fluxo produtivo (Heijunka), essencial na filosofia Lean (Ohno, 2013).

- **Cartões Kanban**

Cada contentor deve possuir um cartão Kanban afixado, contendo informações fundamentais como: capacidade do contentor, referência do produto, número total de cartões existentes, origem e destino do item. Um cartão ausente num contentor representa uma ordem de produção ou de reabastecimento emitida pela “secção cliente” à “secção fornecedora”. O número de cartões em circulação define o stock máximo permitido entre duas áreas da cadeia de produção.

- **Quadro de Planeamento**

Estes quadros estão localizados nas áreas de produção ou fornecimento e organizam visualmente o estado dos pedidos. Normalmente são constituídos por colunas correspondentes às diferentes referências produzidas, e apresentam três níveis críticos:

- o número máximo de cartões por referência (stock máximo),
- o nível de alerta ou de reposição (ponto em que se inicia a produção),
- e o nível de urgência (risco de rutura caso não haja reposição imediata). Este sistema visual garante clareza na priorização e facilita a gestão descentralizada do processo.

- **Caixa de Recolha**

Situadas nas “secções cliente”, as caixas de recolha servem como ponto de retorno dos cartões Kanban após o consumo total dos materiais. Ao serem depositados, os cartões são recolhidos e devolvidos ao quadro de planeamento da “secção fornecedora”, reiniciando o ciclo de produção ou abastecimento. Este mecanismo assegura a continuidade do fluxo puxado (pull flow) e evita acúmulos desnecessários.

A existência destes elementos simples, mas estrategicamente articulados permite a operacionalização eficiente do sistema Kanban, assegurando o nivelamento, a transparência e o controlo autónomo do fluxo de produção.

### 3.6.5. Determinação do Número de Cartões

O número de cartões *Kanban* deve ser fixo e determinado de forma a satisfazer as necessidades das “secções clientes”, durante o prazo de entrega mais uma quantidade de segurança.

$$N^{\circ}Kanbans = \frac{D*L+W}{C} = \frac{D*L}{C} * 1 + SS$$

D - Procura média por unidade tempo

L - Lead Time

W - Quantidade de segurança

C - Capacidade de um contentor

SS- Stock de segurança

Esta fórmula tem como objetivo assegurar que a quantidade de stock disponível seja suficiente para cobrir a procura durante o tempo de espera pela reposição, acrescida de uma margem de segurança. Esta margem (W ou SS) é introduzida para compensar variações imprevistas na procura ou no tempo de entrega, reduzindo o risco de rutura de stock (Monden, 2011; Liker & Meier, 2006).

A definição do valor ótimo de cartões deve ser revista sempre que existam alterações significativas no consumo, no tempo de abastecimento ou na estrutura produtiva. Um número demasiado elevado conduz a excesso de inventário e ineficiência, enquanto um número reduzido pode provocar quebras no abastecimento e interrupções no fluxo produtivo.

### 3.6.6. As 6 Regras

Como parte integrante do Sistema de Produção Toyota (TPS), o Kanban não é apenas uma ferramenta visual de gestão de produção, mas sim um sistema disciplinado de controlo de fluxo, sustentado por um conjunto de regras fundamentais. Estas seis regras, originalmente definidas pela Toyota, têm como objetivo assegurar a eficácia, a estabilidade e a melhoria contínua do sistema, alinhando o controlo da produção com os princípios Lean (Ohno, 2013; Liker & Meier, 2006).

1. Não enviar produtos defeituosos para o processo subsequente;

A presença de defeitos representa um dos sete desperdícios clássicos no Lean. Esta regra estabelece que cada etapa do processo deve ser responsável pela deteção precoce de anomalias, evitando que não-conformidades se propaguem na cadeia. Idealmente, as máquinas devem incorporar dispositivos de controlo de qualidade automáticos, alinhando-se com o princípio Jidoka, ou automação com inteligência (Liker, 2004).

2. O processo subsequente deve recolher o material necessário;

Em vez de ser abastecido automaticamente, o processo subsequente é responsável por retirar do “supermercado” apenas o que necessita, assegurando o fluxo puxado. Esta prática reforça o controlo descentralizado e evita produções antecipadas desnecessárias.

3. Produzir apenas a quantidade retirada pelo processo subsequente;

Esta regra reflete o cerne do sistema pull: só se deve produzir aquilo que foi efetivamente consumido. Isso garante que os níveis de stock se mantêm estáveis e adequados, prevenindo excessos e promovendo a eficiência (Monden, 2011).

4. Reduzir as flutuações da produção;

A variabilidade excessiva nos pedidos gera instabilidade: ora faltam peças, ora há excesso de stock. Esta regra defende a uniformização da procura através de práticas como o Heijunka (nivelamento), para que a produção decorra de forma mais previsível e económica (Liker & Meier, 2006).

5. Utilizar o Kanban como meio de ajuste fino;

À medida que o sistema evolui, é necessário ajustar o número de cartões Kanban para refletir alterações na procura, lead time ou lotes de produção. Este mecanismo permite refinar continuamente o equilíbrio do sistema, mantendo-o alinhado com a realidade operacional.

6. Estabilizar e racionalizar o processo de produção;

A implementação do Kanban deve ser acompanhada pela padronização e melhoria contínua dos processos associados. Problemas operacionais, como o transporte irregular de cartões ou a ausência de regras visuais claras, devem ser identificados e resolvidos. Esta regra remete para a lógica do PDCA (Plan–Do–Check–Act), onde a estabilização é pré-condição para qualquer melhoria sustentável (Imai, 1986).

Estas seis regras servem de fundamento operacional e filosófico para a utilização eficaz do Kanban, promovendo um sistema produtivo estável, responsivo e integrado com os princípios da melhoria contínua.

### 3.6.7. Triangle Kanban

Uma das variantes do sistema Kanban tradicional é o chamado Triangle Kanban. Ao contrário do modelo convencional, em que cada contentor ou unidade de material transporta um cartão individual, nesta abordagem apenas a última (ou penúltima) peça de um lote possui o cartão Kanban. O nome deriva do facto de, na Toyota, o cartão utilizado inicialmente ter sido feito de sucata metálica em forma de triângulo, sendo utilizado como sinal de reposição (Roser, n.d.; Monden, 2011).

Quando o contentor com material chega ao ponto de consumo, o cartão triangular é destacado e retorna ao ponto de produção, ativando a ordem de reabastecimento. O processo repete-se ciclicamente, mantendo o stock abastecido com base no consumo real. Esta técnica mantém o princípio de produção puxada, mas com menor número de sinais de produção, o que reduz o esforço logístico envolvido na gestão dos cartões (Liker & Meier, 2006).

Importa referir que o Triangle Kanban, embora eficiente em certos contextos, contraria parcialmente o princípio do nivelamento de produção (Heijunka), uma vez que implica repor lotes maiores com menor frequência. Contudo, quando não há restrições de capacidade, ou quando o perfil da procura é previsível e estável, esta abordagem pode ser viável para reduzir complexidade administrativa e simplificar o fluxo (Ohno, 2013).

Assim, o Triangle Kanban representa uma solução pragmática e adaptável, indicada para contextos em que o controlo granular de cada contentor não seja essencial, mas em que se pretenda manter um sistema puxado fiável com menor carga operacional.



- Maior flexibilidade e capacidade de adaptação: O sistema permite ajustar rapidamente a produção a variações na procura, reforçando a agilidade e resiliência da cadeia produtiva (Liker, 2004).

Desvantagens do Kanban Industrial:

- Necessidade de mudança cultural: A adoção do Kanban implica uma mudança de mentalidade organizacional, exigindo maior disciplina, responsabilização e autonomia das equipas, o que pode gerar resistência (Imai, 1986).
- Investimento inicial em formação e ferramentas: A sua implementação requer investimentos em software, quadros físicos, cartões, e treino das equipas, o que pode ser visto como um obstáculo inicial.
- Gestão exigente do fluxo de materiais e informação: Manter a coerência e integridade do sistema Kanban exige competências específicas e uma gestão operacional dedicada.
- Complexidade na escolha dos tipos de Kanban: A definição de que tipo de Kanban utilizar (produção, fornecedor, transporte) depende de uma análise técnica cuidadosa, muitas vezes personalizada à estrutura e variabilidade do processo.

Resumindo, o Kanban industrial é uma ferramenta poderosa de controlo, sincronização e melhoria, desde que aplicado de forma consistente e sustentado por uma cultura de melhoria contínua. As suas limitações devem ser antecipadas e mitigadas através de formação, envolvimento transversal das equipas e adaptação progressiva do sistema à realidade da organização.

### 3.6.9. Principais Obstáculos à Implementação

A implementação do sistema Kanban em ambientes industriais oferece inúmeros benefícios, mas também pode enfrentar diversos obstáculos práticos e culturais, cuja superação é fundamental para o sucesso sustentado da iniciativa. Esses desafios variam consoante a complexidade da organização, o seu grau de maturidade Lean e o envolvimento das partes interessadas (Liker & Meier, 2006; Imai, 1986).

- Falta de comprometimento da direção

A ausência de envolvimento ativo da gestão de topo compromete a disponibilização de recursos e a coerência da estratégia. Sem apoio institucional, os colaboradores tendem a desvalorizar o sistema e a priorizar rotinas antigas, limitando o impacto da transformação (Womack & Jones, 1996).

- Resistência dos colaboradores à mudança

A resistência à mudança é um dos maiores entraves em processos de melhoria contínua. Colaboradores habituados a sistemas tradicionais podem reagir negativamente à nova metodologia, especialmente se não forem envolvidos desde o início ou se não compreenderem os objetivos e benefícios do Kanban (Imai, 1986).

- Falta de formação adequada

A implementação eficaz do Kanban exige que as equipas compreendam tanto os princípios teóricos como as aplicações práticas da ferramenta. A carência de formação técnica e comportamental compromete a adesão ao sistema e dificulta a identificação de melhorias.

- Dificuldade na gestão do fluxo de materiais e informações

O sucesso do Kanban depende de um controlo rigoroso e visual do fluxo logístico. Em organizações com cadeias de abastecimento complexas ou com pouca rastreabilidade, a gestão do fluxo torna-se um desafio operacional relevante (Monden, 2011).

- Escolha inadequada dos tipos de Kanban

Selecionar os tipos de Kanban (produção, fornecedor, transporte) mais adequados exige análise detalhada dos processos internos e externos. A ausência dessa análise pode conduzir à implantação de um sistema ineficaz ou contraproducente (Liker & Meier, 2006).

- Falta de monitorização e ajustamento contínuos

A implementação do Kanban não termina com a introdução dos cartões ou contentores. É necessário monitorizar resultados operacionais e ajustar o sistema regularmente, revendo o número de cartões, os pontos de reposição e os fluxos visuais (Ohno, 2013). A ausência desse acompanhamento conduz frequentemente à estagnação ou ao abandono do sistema.

Estes obstáculos devem ser considerados no planeamento da implementação do Kanban. Um processo estruturado de formação, comunicação, envolvimento da liderança e análise contínua dos resultados é essencial para assegurar que o sistema seja sustentável e eficaz a longo prazo.

### **3.6.10. Técnicas a Utilizar na Implementação**

A implementação bem-sucedida do Kanban industrial exige mais do que a introdução de cartões e contentores: requer uma abordagem estruturada, envolvendo técnicas que garantam a integração funcional do sistema com os objetivos operacionais e estratégicos da organização. A seguir apresentam-se algumas técnicas fundamentais que facilitam a transição para este modelo de gestão visual e produção puxada.

- Formação e capacitação dos colaboradores

A educação contínua é um dos pilares da filosofia Lean. Para que o Kanban seja compreendido e adotado com eficácia, é essencial investir na formação dos colaboradores quanto aos conceitos, objetivos e práticas operacionais associadas. O envolvimento humano é determinante para o êxito do sistema (Imai, 1986).

- Identificação e definição do fluxo de valor

Antes da implementação, é necessário realizar o mapeamento do fluxo de valor (VSM – Value Stream Mapping). Esta técnica permite visualizar os processos produtivos, identificar gargalos e eliminar atividades que não acrescentam valor. A análise dos fluxos logísticos e informacionais ajuda a definir pontos de controlo e áreas críticas de intervenção (Rother & Shook, 2003).

- Definição dos tipos de Kanban adequados

A escolha entre Kanban de produção, transporte ou fornecedor deve basear-se numa análise detalhada da estrutura do processo produtivo. A definição correta dos tipos de Kanban a utilizar assegura uma aplicação eficiente e alinhada com a realidade da empresa (Liker & Meier, 2006).

- Planeamento e acompanhamento da implementação

A implementação deve seguir um plano estruturado, com fases definidas, responsáveis atribuídos e indicadores de progresso. O acompanhamento sistemático do processo permite corrigir desvios, reforçar boas práticas e consolidar resultados ao longo do tempo (Womack & Jones, 1996).

- Monitorização contínua dos resultados e ajustes necessários

O sistema Kanban deve ser objeto de avaliação periódica, com recolha de dados sobre lead time, nível de serviço, quantidade de cartões em circulação, entre outros indicadores. Esta monitorização permite ajustar dinamicamente o sistema, mantendo-o eficiente e alinhado com os objetivos da organização (Ohno, 2013).

- Comunicação e envolvimento dos colaboradores

A comunicação aberta e a participação ativa das equipas são fatores-chave para o sucesso da implementação. Explicar os objetivos, partilhar resultados e escutar sugestões são práticas que fortalecem o compromisso coletivo e facilitam a mudança cultural necessária (Imai, 1986; Liker, 2004).

Estas técnicas não devem ser encaradas como etapas isoladas, mas sim como componentes integradas de uma abordagem Lean sistémica, centrada na melhoria contínua, na redução de desperdícios e na criação de valor para o cliente.

### **3.6.11. Alternativa ao Kanban Industrial: Just-in-Time**

Embora o Kanban seja uma das ferramentas mais conhecidas e aplicadas no contexto da produção puxada, existem alternativas metodológicas relevantes, cuja eficácia depende do contexto operacional e do grau de maturidade da organização. Entre estas, destaca-se o Just-in-Time (JIT), amplamente utilizado em organizações Lean e também aplicado na Aspöck Portugal.

O JIT é uma filosofia de produção que visa eliminar desperdícios, reduzir stocks e alinhar a produção com a procura real do cliente. Tal como o Kanban, baseia-se numa lógica de produção puxada, mas distingue-se pela sua ênfase na produção nivelada (heijunka), fluxo contínuo, redução de lotes e células de trabalho multifuncionais (Ohno, 1988; Monden, 2011).

#### **Vantagens do JIT:**

- Foco claro na eliminação de desperdícios em todas as formas (muda), incluindo excesso de inventário, sobreprodução e tempo de espera;
- Melhoria da eficiência e qualidade, através da redução de tempos de ciclo e problemas de qualidade acumulados (Liker, 2004);

- Maior controlo sobre o fluxo de materiais e sobre os níveis de stock, permitindo ajustes mais rápidos à procura;
- Resposta ágil ao cliente, com entregas mais frequentes, intervalos mais curtos e menor lead time.

**Desvantagens do JIT:**

- Sensibilidade elevada a interrupções na cadeia de fornecimento, exigindo sistemas logísticos robustos e fiáveis;
- Maior complexidade na implementação em empresas com variabilidade de produtos ou fluxos instáveis (Monden, 2011);
- Necessidade de integração e coordenação eficaz com fornecedores e clientes, o que pode ser um desafio em redes de fornecimento heterogéneas;
- Requisitos tecnológicos e de planeamento exigentes, incluindo sistemas de informação integrados e monitorização em tempo real (Womack & Jones, 1996).

Em resumo, o JIT representa uma alternativa eficaz ao Kanban, particularmente quando se pretende aumentar o ritmo de resposta, reduzir o stock e manter a produção fluida. Contudo, a sua eficácia depende da estabilidade da procura, da fiabilidade logística e da cultura organizacional, tal como observado na experiência da Aspöck Portugal.

### **3.7. Casos de Estudo Prático Sistema Kanban**

Este subcapítulo apresenta dois casos de estudo práticos desenvolvidos na unidade industrial Aspöck Portugal, com o objetivo de analisar a aplicabilidade das ferramentas de melhoria contínua, em particular do sistema Kanban, em diferentes contextos produtivos da organização.

Através da observação direta, do envolvimento com as equipas operacionais e da análise das rotinas de abastecimento e planeamento, procurou-se identificar as condições que favorecem ou dificultam a implementação eficaz deste sistema de gestão visual e produção puxada.

O primeiro caso analisa a aplicação bem-sucedida do Kanban na área de metalização, onde a estabilidade da procura e a padronização dos processos permitiram ganhos visíveis de eficiência. O segundo caso incide sobre a área de injeção de termoplásticos, onde a variabilidade elevada e a imprevisibilidade da produção revelaram limitações na aplicabilidade do mesmo modelo.

A comparação entre ambos permite uma reflexão crítica sobre os fatores de sucesso, limitações práticas e lições aprendidas na implementação de ferramentas Lean em contexto real, reforçando a importância da adequação ao contexto e da flexibilidade metodológica.

### 3.7.1. Apresentação da Empresa Aspöck Systems e Aspöck Portugal



Figura 12- Aspöck Portugal. Aspöck Systems GmbH. (2023).

A Aspöck Systems GmbH é uma empresa de origem austríaca, sediada em Peuerbach (Áustria), especializada no desenvolvimento e produção de sistemas de iluminação para a indústria automóvel. Fundada em 1977 por Felix Aspöck como Fahrzeugelektrik F. Aspöck, a empresa começou como um negócio familiar, rapidamente ganhando relevância entre fabricantes regionais como a Pöttinger e a Brantner. Em poucos anos, a estrutura evoluiu, passando de um pequeno espaço doméstico para uma fábrica em expansão contínua (Aspöck Systems GmbH, 2023; Global Trailer, 2022).

Desde finais da década de 1980, a empresa iniciou um processo de internacionalização, começando com a criação da Aspöck Germany e, mais tarde, com a instalação de unidades comerciais e industriais em países como França, Itália, Reino Unido, Suécia, Brasil e Polónia. Em 1996, lançou o seu primeiro farolim completo, o Multipoint I, reforçando a sua posição no setor de reboques e veículos especiais (Verkehrs Rundschau, 2021).

Em 2008, a Aspöck Systems adquiriu o seu fornecedor e parceiro Fabrilcar, em Oliveira de Azeméis (Portugal), dando origem à Aspöck Portugal S.A. Esta unidade tornou-se a principal base de produção do grupo, beneficiando de duas grandes expansões nos anos seguintes, o que consolidou a sua posição como a maior unidade industrial da empresa (Global Trailer, 2022). A Aspöck Portugal desempenha um papel fundamental na produção em série, montagem de sistemas de cablagem, implementação de soluções Lean e controlo de qualidade rigoroso, representando um exemplo de excelência na engenharia industrial a nível nacional.

Atualmente, o grupo emprega mais de 1.500 colaboradores em todo o mundo, sendo que só a unidade portuguesa representa uma parte significativa dessa força produtiva. A Aspöck é reconhecida pela aposta em inovação, logística inteligente e automatização dos processos, como demonstrado pela implementação de um sistema de gestão de armazém (SAP WM) e soluções integradas de produção just-in-time, com redução comprovada de 25% no lead time médio dos pedidos (Industriemagazin, 2015).

A empresa mantém uma estrutura corporativa familiar, liderada por Karl Aspöck, representando a segunda geração da família fundadora. As operações são organizadas através da holding Aspöck Privatstiftung, que garante a continuidade estratégica da marca e dos seus investimentos a longo prazo (Northdata, 2023).

### 3.7.2. Caso de Estudo Metalização

Para estudarmos a aplicação o sistema Kanban, optamos por analisar na Aspöck Portugal, que conseguiu implementar com sucesso o sistema Kanban na área da metalização.

A Aspöck Portugal utiliza, atualmente, um sistema *Kanban* com o intuito de padronizar o método de abastecimento de componentes da sua área de metalização. Esta é uma das áreas mais estáveis em termos de procura de produto da empresa, uma vez que os planos de produção conseguem ser previstos a longo prazo.

Para esse fim, tiveram de começar pela criação dos respetivos elementos necessários para a aplicação da ferramenta: contentores/back's de material, cartões e quadro de planeamento. Foram também instalados rac's para o armazenamento dos componentes.

- Definiu-se então, o procedimento a cumprir pelos colaboradores da metalização:
  - Os cartões *Kanban* têm numa das faces o código do componente, a descrição e a quantidade total do lote. Na outra face têm a descrição de como deverão dividir as quantidades pelas caixas quando as arrumam no supermercado.
  - O abastecimento de cada componente é feito no setor identificado para cada código e na última caixa de cada lote deve conter o cartão *Kanban*.
  - Sempre que é necessário um novo componente os funcionários da metalização devem repor no supermercado o que sobra na máquina e retirar uma nova caixa completa. Em cada caixa deve existir a identificação dos componentes.
  - Quando é retirado a última caixa, de um determinado produto, deverão retirar o cartão *Kanban* e colocar no quadro *Kanban*.
  - Quando existem cartões *Kanban* no quadro *Kanban*, a logística deve proceder ao reabastecimento do supermercado, nas quantidades referidas nos cartões, colocando novamente o cartão *Kanban* na última caixa

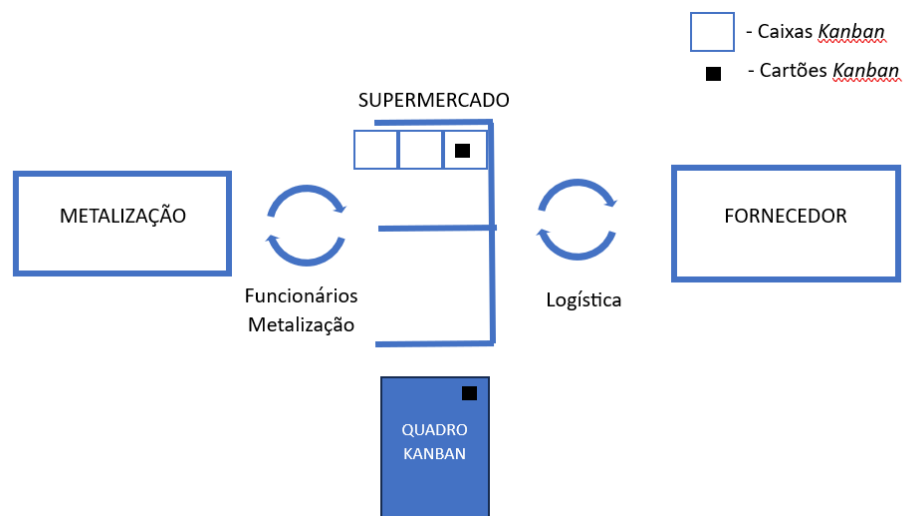


Figura 13- Fluxo Kanban na Metalização da Aspöck.

No ANEXO A deste documento, é possível encontrar a IT (Instrução de Trabalho) relativa a este processo.

### 3.7.3. Caso de Estudo Injeção de Termoplásticos

No caso da parte produtiva de injeção de plásticos, esta é uma área com grande diversidade de produtos que entram diariamente/semanalmente em produção, com ordens de fabrico com quantidades completamente distintas e onde as matérias-primas também diversificam de produto para produto. A procura é incerta e dependente das necessidades mais urgentes no momento.

Como por exemplo:

- A empresa tem 2 máquinas de injeção que estão a trabalhar com a matéria-prima: polipropileno - 40% fibra de vidro.
- Uma utiliza circuitos elétricos com parafuso M06 x 30, anilha recartilhada e fêmea M06 INOX.
- A outra não utiliza o circuito elétrico e utiliza parafuso M10 x 50, com fêmea com falsa anilha M10 Zincado a amarelo.
- Entretanto uma das máquinas tem de trocar de ordem de fabrico, porque uma encomenda urgente chegou, e vai injetar lentes com PMMA, acrílico cristal e vermelho.
- A outra máquina troca de ordem de fabrico, uma vez que existe um produto mais urgente a ser necessário noutra secção, e vai produzir lentes com PC cristal.
- A paragem delas pode ser em simultâneo ou desfasadas no tempo. A definição do plano de produção é praticamente diária e por vezes até horária.

Desta forma, a engenharia de produção da empresa, rapidamente chegou à conclusão que não conseguiriam implementar de forma eficaz o sistema Kanban nesta área em específico.

### 3.7.4. Comparação

Ao comparar os dois casos podemos ver que no caso bem-sucedido a estabilidade de procura de produtos foi um grande ponto a favor. Para além disso, houve um grande empenho de todos os colaboradores em meter o *Kanban* em prática pois todos perceberam os ganhos que conseguiam ter com a boa aplicação do mesmo.

O que podemos analisar destes casos é que o *Kanban* tem as suas vantagens e desvantagens e que em certos processos a utilização do mesmo não se justifica. Noutros é sem dúvida muito rentável e traz grandes ganhos ao sistema produtivo, nomeadamente na diminuição de stocks, otimização dos fluxos de trabalho e na melhoria de comunicação entre setores.

### 3.7.5. Conclusão

Através dos casos de estudo apresentados, pudemos observar a aplicação prática do *Kanban* industrial.

O caso de sucesso demonstrou como a implementação cuidadosa do *Kanban* resultou em melhorias significativas nos processos, redução de custos, aumento da produtividade e satisfação do cliente. Por outro lado, os casos de insucesso ressaltam os desafios e obstáculos que podem surgir durante a implementação, como resistência à mudança, falta de comprometimento e má adaptação à cultura organizacional.

Em conclusão, o Sistema *Kanban* é uma ferramenta valiosa que, quando implementada de forma adequada e adaptada às necessidades da organização, pode trazer benefícios significativos. No entanto, é importante ter em mente que a implementação do *Kanban* requer um compromisso e uma abordagem cuidadosa. É necessário envolver e capacitar as equipas, promover a comunicação e a colaboração, e estar preparado para lidar com desafios e resistências ao longo do processo.

## 3.8. Caso de Estudo Prático Implementado

A análise aprofundada de todos os casos anteriores fornece uma base sólida para a preparação de um caso de estudo prático a ser desenvolvido no âmbito desta dissertação. Esta secção visa refletir sobre os principais ensinamentos que deverão orientar a seleção, o planeamento, a execução e a análise desse futuro caso.

### 3.8.1. Seleção do Processo ou Área de Intervenção

A intervenção teve lugar num processo de produção por injeção plástica de uma peça que posteriormente ira sofrer um processo de montagem intermédio, WIP (Work in Progress), para integrar um espelho para o cliente Mitsubishi, mais especificamente no processo de verificação e retrabalho de suportes (bracket's), um dos pinos estar acima da cota máxima.



Figura 14- Mitsubishi Canter. Keith Andrews Fuso (2017).

Este problema levou à abertura de uma reclamação oficial por parte da Mitsubishi Japão, ANEXO B, que identificou a ocorrência de pinos fora de cota dimensional que impediam o encaixe do componente “cover” no componente “bracket”, e também a montagem final no camião. Para ação imediata, todo o stock do produto teve de ser inspecionado no Japão, no Tramagal, internamente, e se necessário, retrabalhado.



Figura 15- Peça reclamada.

### 3.8.2. Processo Produtivo

Antes da injeção de qualquer peça na Aspöck Portugal, o processo de abastecimento das máquinas de injeção de termoplásticos, passa por um sistema automático, i.é a matéria-prima em forma de granulado, é armazenada/abastecida em silos e é puxado automaticamente para as máquinas de injeção por meio de sistemas centralizados de alimentação.

- Armazenamento Centralizado

As matérias-primas (como PP, ABS, PC, PA, PMMA) são inicialmente abastecidos em silos metálicos. Estes estão equipados com sensores de nível, permitindo o controlo do stock e alertas automáticos para reabastecimento.

- Transporte Pneumático

O transporte da matéria-prima é feito através de um sistema pneumático de vácuo ou ar comprimido. O material é aspirado por tubagens flexíveis até tremonhas de alimentação acopladas às máquinas de injeção.

O sistema é comandado por unidades de controlo central, que gerem o ciclo de aspiração por tempo, volume ou necessidade da máquina.

Neste tipo de equipamentos são utilizados filtros e ciclones para evitar entrada de pó no sistema e proteger os compressores.

- Desumidificação da Matéria-Prima

Antes de ser injetada, a matéria-prima é normalmente desumidificada, especialmente materiais como PA ou PC, ou materiais com fibra de vidro, pois são materiais suscetíveis a absorver a

humidade do ar. Isto é feito por desumidificadores por ar seco, ligados diretamente ao prato central que faz a distribuição do material pelas tremonhas das máquinas.

Parâmetros como tempo de residência, temperatura de desumidificação são monitorizados e controlados automaticamente.

- Alimentação das Máquinas

As tremonhas abastecem o fuso rotativo da máquina, garantindo a alimentação do molde com matéria-prima fundida. Quando o nível desce abaixo de um ponto definido, o sistema centralizado reabastece automaticamente, sem necessidade de intervenção manual.

Para ambos os processos, Bracket e Knee, os processos são idênticos, diferenciando a máquina de injeção. O Bracket produz numa máquina de 200 toneladas, e o Knee numa máquina de 100 toneladas de força de fecho.

O processo produtivo que estava implementado era:

- produzir ambas as peças no setor de injeção;
- controlo visual pelo operador da máquina;
- embalamento em back's;
- seguia para stock no armazém;
- aguardavam em stock até planeamento de linha de produção no setor de montagem;
- os "Bracket's" e "Knee's", eram abastecidos à linha;
- montagem manual, que envolvia inserir o Knee no Bracket com um martelo de borracha, esta operação tinha um tempo de ciclo de aproximadamente 30 segundos;
- embalamento em back's;
- Seguia para stock WIP

Este processo seguia abordagem baseada em fluxograma Lean, com diferenciação clara entre atividades com valor acrescentado, controles de qualidade, operações de transporte e armazenagem.

Análise da eficiência do processo antes de intervenção, ANEXO F, (comparação de eficiências):

- Total de operações: 18
- Operações com valor acrescentado: 6
- Eficiência do processo (Lean):

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Operações com valor acrescentado}}{\text{Total de operações}} = \frac{6}{18} = 33\%$$

### 3.8.3. Definição de Objetivos e Métricas

O principal objetivo definido foi garantir a conformidade funcional do bracket, assegurando que todos os pinos estivessem dentro dos requisitos. As métricas utilizadas foram:

- Quantidade de códigos finais onde incorpora a peça em questão;
- Triagem a 100% de todas as peças em stock interno e do cliente;
- Número de peças triadas por turno;
- Percentagem de peças não conformes (NOK) vs. conformes (OK);
- Tempo médio de inspeção e retrabalho por unidade;
- Redução de incidência de defeitos em entregas subsequentes (como KPI de qualidade);
- Identificar causa raiz da não conformidade;
- Mitigar o erro na causa raiz;
- Desenvolver um equipamento Poka-Yoke, para eliminar o erro humano.

Cod. Aspock	Designação	Bracket
74-0080-007	MIRROR ASSY SHORT RH R1350 W/O HEAT.4WD	17º
74-0080-037	MIRROR ASSY SHORT RH R1350 W/HEAT.12V4WD	17º
74-0081-007	MIRROR ASSY SHORT R1350 W/O HEAT.LH 4WD	17º
74-0081-037	MIRROR ASSY SHORT R1350 W/HEAT.12V LH4WD	17º
74-0080-017	MIRROR ASSY MIDDLE RH R1350 W/O HEAT.4WD	48º
74-0080-047	MIRROR ASSY MIDDL.RH R1350 W/HEAT.12V4WD	48º
74-0081-017	MIRROR ASSY MIDDLE R1350 W/O HEAT.LH 4WD	48º
74-0081-047	MIRROR ASSY MIDDL.R1350 W/HEAT.12V LH4WD	48º
74-0070-007	SUP.ESELHO CJ.STAY SHORT RH MK580535 JP	53º
74-0070-017	SUP.ESELHO CJ.STAY LONG RH MK580537 JP	53º
74-0071-017	SUP.ESELHO CJ.STAY LONG LH MK580536 JP	53º
74-0071-007	SUP.ESELHO CJ.STAY SHORT LH MK580534 JP	53º
74-0080-027	MIRROR ASSY LONG RH R1350 W/O HEATER 4W	65º
74-0080-057	MIRROR ASSY LONG R1350 W/HEAT.12V RH4WD	65º
74-0081-027	MIRROR ASSY LONG R1350 W/O HEATER LH 4WD	65º
74-0081-057	MIRROR ASSY LONG R1350 W/HEAT.12V LH4WD	65º

Figura 16- Produto Final onde incorpora a peça afetada.

As ações seguintes, embora praticamente em paralelo com a triagem e retrabalho dos “bracket’s”, e como referi anteriormente, foi identificar a causa raiz do problema, acrescentar a ficha de controlo de produto, ANEXO C, “Corte de perno OK”, e desenvolver um Poka-Yoke, para garantir a falha humana do desvio identificado.

- **Causa Raiz que levou a não conformidade:**

Após descartar que a causa raiz não estaria no processo anterior (injeção), foi levado o molde para a setor de manutenção de moldes, onde o mesmo foi aberto, e detetado que, na parte da extração do molde, um dos extratores do postigo do “bracket de 17º”, partiu durante a produção, o que originou um furo de diâmetro igual ao do extrator no postigo, e assim passava

plástico para a zona onde faltava aço. Isto originou que o perno naquela zona saísse fora de especificação.

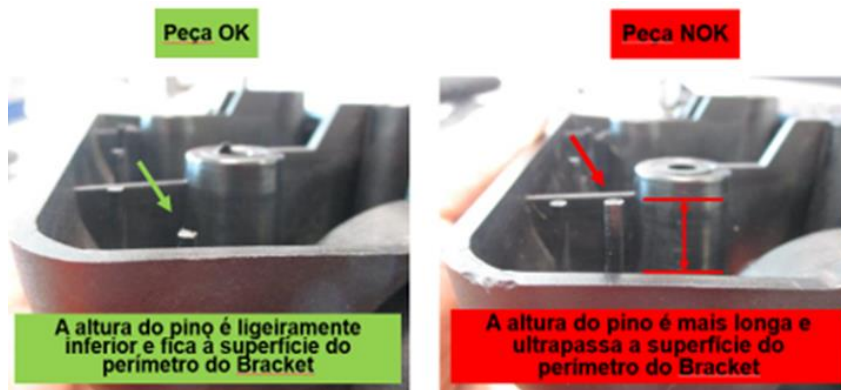


Figura 17- Peça OK vs. Peça N/OK.

#### 3.8.4. Envolvimento das Equipas

A operação envolveu operadores de triagem e embalagem, supervisionados por um responsável técnico da área da qualidade. As instruções de trabalho foram claramente definidas e comunicadas com recurso a documentação visual padronizada, incluindo imagens das etapas, critérios de aceitação/rejeição e métodos de acondicionamento (ver Instrução de Retrabalho no ANEXO D). O envolvimento direto da equipa operacional foi essencial para garantir a padronização do retrabalho, a rastreabilidade das peças processadas e a minimização de erros durante a intervenção.

Adicionalmente, foram envolvidas a equipa de desenvolvimento de produto e a equipa de engenharia de processo, que colaboraram na conceção e implementação de um dispositivo de apoio tipo Poka-Yoke, com o objetivo de prevenir erros de montagem e garantir a conformidade dimensional dos componentes. Paralelamente, foi realizada uma revisão do layout produtivo, com a identificação de fluxos ineficientes e reorganização de postos de trabalho, o que resultou numa melhoria significativa da eficiência operacional e numa redução de movimentos desnecessários por parte dos operadores.

Este trabalho colaborativo entre áreas operacionais, qualidade, desenvolvimento e processo foi determinante para o sucesso da intervenção, evidenciando a importância do trabalho em equipa e da abordagem multidisciplinar na implementação de ações de melhoria contínua em contexto industrial.

#### 3.8.5. Desenvolvimento de um Equipamento Poka-Yoke

O termo Poka-Yoke, de origem japonesa, pode ser traduzido como “à prova de erros” e foi popularizado por Shigeo Shingo no contexto do Sistema de Produção da Toyota.

Trata-se de um dispositivo ou solução simples concebida para prevenir a ocorrência de erros humanos durante o processo produtivo, assegurando que as operações são realizadas corretamente à primeira tentativa (Shingo, 1989).

O Poka-Yoke pode assumir várias formas — físicas, visuais ou mecânicas — e visa eliminar a necessidade de controlo intensivo, promovendo a autonomia (jidoka) e aumentando a fiabilidade do processo.

O objetivo foi desenvolver um dispositivo Poka-Yoke para apoiar a operação de retrabalho de componentes, garantindo que as peças são montadas corretamente, e prevenindo a reincidência de erros identificados em inspeções anteriores, neste caso os pinos N/OK.

Com este equipamento, além de tentamos garantir evitar a reincidência da não conformidade rececionada, também queríamos em simultâneo melhorar e desenvolver o processo. Esta ideia passava por tornar o processo mais otimizado, para melhorar o tempo de ciclo da montagem e também pelo motivo daquela operação estar sujeito a acidentes de trabalho.

O desenvolvimento do dispositivo, e recorrendo ao ciclo PDCA, seguiu as seguintes etapas:

- Identificação do Problema (Plan)
  - Durante a triagem de peças não conformes, identificamos além da não conformidade reclamada, verificou-se também outros pontos que estavam sujeitos ao erro.
  - O problema gerava retrabalhos repetitivos e risco de envio de peças com defeito para o cliente.
- Conceção da Solução (Plan/Do)
  - Foi formada uma equipa multidisciplinar com elementos da qualidade, processo e desenvolvimento de produto.
  - Foram analisadas as dimensões críticas e características geométricas das peças, identificando os pontos suscetíveis de erro.
  - O conceito base consistiu na criação de um gabarito-guia mecânico, com encaixes específicos e bloqueios que impedem a montagem incorreta.
- Prototipagem e Teste (Do)
  - O primeiro protótipo foi impresso em 3D com material técnico, com base em desenhos CAD e feedback dos operadores.
  - Testes iniciais validaram o conceito, sendo posteriormente ajustadas resistências, tolerâncias e ergonomia.

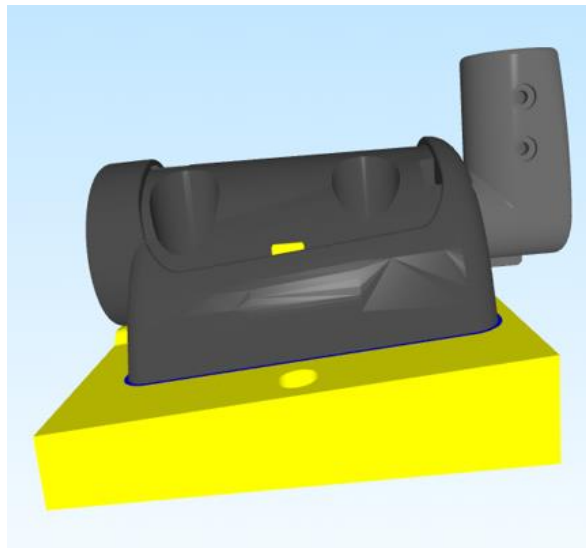


Figura 18- 1º Protótipo 3D.

- Implementação Piloto (Check)
  - O equipamento foi introduzido em ambiente real, acompanhado por formação prática aos operadores e integração nas instruções visuais.
  - Foram recolhidos indicadores de desempenho, comparando taxas de erro antes e depois da aplicação.

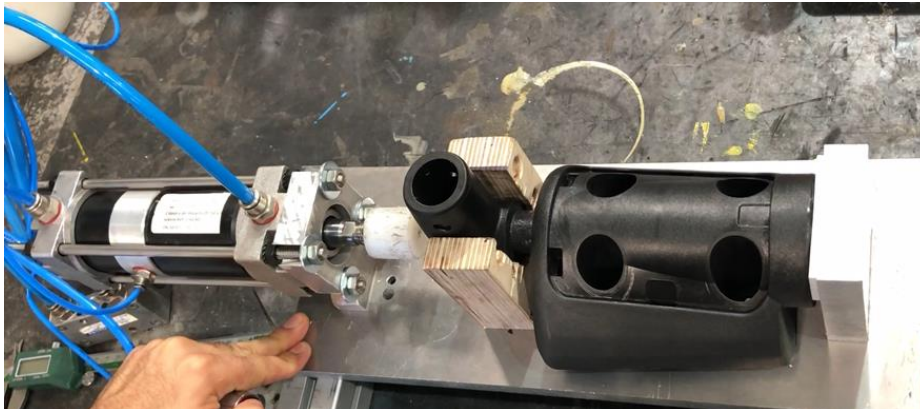


Figura 19- 1º Protótipo do Poka-Yoke.

- Padronização (Act)
  - Após validação, o dispositivo foi incluído no layout definitivo da célula de retrabalho.
- Resultados Obtidos

A aplicação do Poka-Yoke resultou em benefícios objetivos e imediatos, ANEXO M, ajuda visual Poka-Yoke:

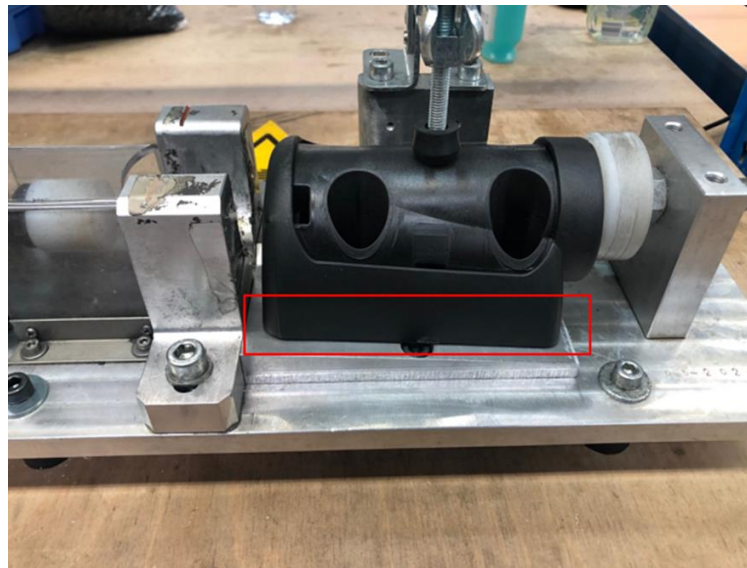


Figura 20- Equipamento final Poka-Yoke.

- Redução para zero de erros de montagem devido a pinos N/OK;
- Aumento na eficiência da operação, por um lado, passou a ter um tempo de ciclo entre +/-10 segundos, em vez dos +/- 30 segundos, que era feito anteriormente, por outro lado pela eliminação de verificações repetitivas;
- Melhoria da rastreabilidade, com correlação clara entre uso do dispositivo e conformidade da peça;
- Aumento da confiança do operador, promovendo maior autonomia e menor dependência de supervisão.

Adicionalmente, a implementação do Poka-Yoke contribuiu para reforçar a cultura de melhoria contínua, mostrando como soluções simples e adaptadas à realidade do posto de trabalho podem ter impacto direto na qualidade e produtividade.

### 3.8.6. Adaptação das Ferramentas ao Contexto

Foram implementadas ferramentas de melhoria contínua tais como:

- **5S** – organização do posto de trabalho para triagem e embalagem;
- **Poka-Yoke** – inspeção visual preventiva para evitar montagem de peças defeituosas;
- **Kaizen** – instruções visuais e melhoria incremental no processo;
- **Gestão visual (Lean)** – etiquetas de controlo, separação de peças OK/NOK;
- **Standard Work** – padronização das etapas de verificação e retrabalho.

As ferramentas de melhoria contínua foram adaptadas de forma simples e eficaz:

- Aplicação prática dos 5S para organização do posto de trabalho (separação de peças OK/NOK, identificação visual de caixas e etiquetas);

- Checklists visuais padronizados com apoio fotográfico para facilitar a triagem (princípio Kaizen);
- Utilização de etiquetas “Bracket Pins OK” como sistema visual de controlo de qualidade no fluxo logístico;
- Processo baseado no princípio Poka-Yoke (prevenção de erro), onde a inspeção visual juntamente com o equipamento Poka-Yoke era sistematicamente usada para prevenir falhas no cliente final.

### 3.8.7. Resultado do processo após implementação do Poka-Yoke

Ambos os processos, Bracket e Knee, mantiveram-se idênticos, continuando o bracket a produzir numa máquina de 200 toneladas, e o knee numa máquina de 100 toneladas de força de fecho.

O processo alterou um bocadinho, também por força da implementação do Poka-Yoke:

- produzir ambas as peças no setor de injeção ao mesmo tempo;
- controlo visual pelo operador da máquina;
- o knee é embalado e levado para a máquina onde esta a injetar o “bracket”;
- o operador da máquina do “bracket” ao mesmo tempo que recebe as peças da máquina, já faz a montagem com o “knee”, no equipamento Poka-Yoke;
- novo controlo visual pelo operador;
- embalamento em back’s;
- Segue para stock WIP

Este processo mantém uma abordagem baseada em fluxograma Lean, com diferença que, as peças produzidas na injeção, não tem de ir para o stock, para voltar posteriormente serem enviadas para uma linha de montagem para realizar o WIP.

Análise da eficiência do processo depois da intervenção, ANEXO F, (comparação de eficiências):

- Total de operações: 10
- Operações com valor acrescentado: 5
- Eficiência do processo (Lean):

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Operações com valor acrescentado}}{\text{Total de operações}} = \frac{5}{10} = 50\%$$

Como pode facilmente ser identificado, e só evidenciando a otimização do Layout, oportunidade esta criada com a implementação do Poka-Yoke, conseguimos melhorar a eficiência do processo em 18%.

### 3.8.8. Sustentação e Avaliação

A sustentação da melhoria implementada foi assegurada através da padronização dos procedimentos e da formalização das instruções de retrabalho e inspeção, que foram integradas nos sistemas internos de gestão da qualidade. A disponibilização de documentação visual clara, intuitiva e validada com os operadores contribuiu para consolidar os comportamentos operacionais desejados e minimizar desvios.

Foram também definidas rotinas de monitorização contínua, com recolha de dados relativa a número de peças retrabalhadas, tempo médio por operação, taxa de defeitos identificados e reincidência de não conformidades. Estes indicadores foram incluídos nos painéis visuais da área de produção e analisados semanalmente em reuniões de equipa, promovendo um acompanhamento sistemático e transversal dos resultados.

Além disso, a formação prática dos operadores e a supervisão ativa da equipa de qualidade garantiram a manutenção da eficácia do processo ao longo do tempo. Os responsáveis de processo e produção realizaram também auditorias internas regulares, centradas na verificação do cumprimento das instruções padronizadas, da correta utilização do dispositivo Poka-Yoke desenvolvido e da arrumação funcional do layout após as alterações propostas.

Como parte do processo de consolidação, foi atualizada toda a documentação interna crítica, nomeadamente:

- a Monitorização da Produção (ANEXO G);
- o Plano de Controlo (ANEXO H);
- a Gama de Embalagem (ANEXO I);
- e o Fluxo de Processo (ANEXO J).

Todas as alterações de processo foram comunicadas ao cliente final através do documento PSW – Part Submission Warrant (ANEXO K), para obtenção da aprovação formal. Paralelamente, foi realizada a submissão de novas amostras de peças, acompanhadas pelo respetivo dossier PPAP (Production Part Approval Process) (ANEXO L), de modo a garantir a conformidade com os requisitos do cliente e assegurar a validação da solução implementada.

A abordagem adotada permitiu, assim, assegurar não apenas a eficácia imediata da ação de melhoria, mas também a sua sustentação no tempo, promovendo uma cultura de responsabilidade operacional e melhoria contínua. Este compromisso com a avaliação sistemática e com a adaptação dinâmica dos processos reforça a maturidade da organização na aplicação de princípios Lean e de excelência operacional.

### 3.8.9. Valor Acrescentado Esperado

O retrabalho controlado das peças permitiu:

- Evitar devoluções em massa e interrupções na linha de montagem do cliente;

- Manter o relacionamento comercial com a Mitsubishi e preservar a confiança na fiabilidade do fornecedor;
- Gerar melhoria interna de processos de controlo e inspeção, com impacto direto na satisfação do cliente final.

A implementação de um Poka-Yoke permitiu:

- Garantir que nenhuma peça seguisse fora dos requisitos para o cliente;
- O mesmo Poka-Yoke foi dotado de uma atomização pneumática, além de garantir que as peças estavam OK, permitiu também, a montagem do passo seguinte do processo com a outra peça, “knee” (5 da figura abaixo), sem recorrer a esforços dos colaboradores, sendo que anteriormente era montada manualmente com o auxílio de um martelo de borracha;
- Minimizou a probabilidade de acidentes de trabalho;
- Garantiu redução do tempo de ciclo, aumentando a produtividade do WIP assim como do produto final, ANEXO E, desenho técnico do produto final.

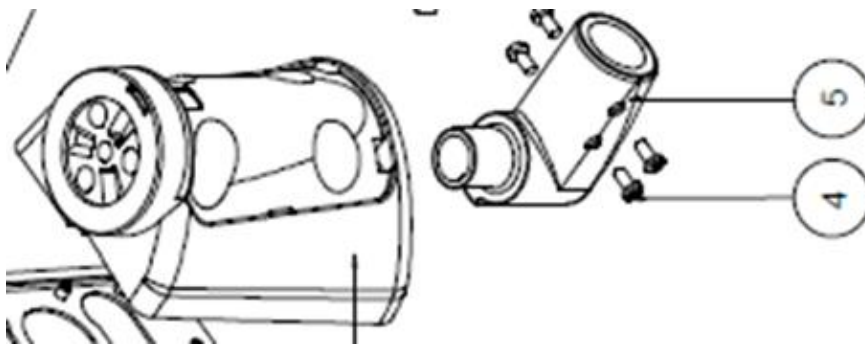


Figura 21- Bracket + Knee.

### 3.9. Considerações Finais do Capítulo

A análise transversal dos seis casos de estudo apresentados neste capítulo permite validar a eficácia das ferramentas de melhoria contínua em diferentes contextos industriais, evidenciando não só resultados quantitativos relevantes, como também transformações qualitativas ao nível da organização do trabalho e da cultura operacional.

Nos três casos de empresas de referência — Toyota, Bosch Termotecnologia e Nestlé Portugal — foi possível observar a aplicação estruturada de metodologias como Lean Manufacturing, Kaizen, PDCA, 5S, TPM, Kanban e gestão visual, adaptadas ao contexto e maturidade de cada organização. Estes casos demonstraram que, quando existe compromisso da liderança, envolvimento das equipas e monitorização contínua, os ganhos são expressivos, tanto em termos de produtividade e qualidade como de motivação interna e estabilidade dos processos.

Os três casos de estudo práticos desenvolvidos, implementação prática metalização, implementação prática injeção, e a triagem de bracket's com erro dimensional (cliente Mitsubishi) assim como implementação do Poka-Yoke, reforçam que mesmo em contextos com recursos limitados e prazos apertados, é possível aplicar os princípios da melhoria contínua com impacto real na eficiência e na satisfação do cliente. Nestes casos, recorreu-se a ferramentas como 5S, Poka-Yoke, gestão visual, standard work e inspeção baseada em PDCA, obtendo-se melhorias imediatas na redução de defeitos, no tempo de ciclo e na clareza do processo.

A comparação entre os seis casos permite identificar padrões comuns:

- A centralidade da padronização dos processos (standard work) como base para a melhoria sustentável;
- A importância da formação prática e envolvimento direto dos operadores;
- A eficácia da gestão visual como mecanismo de controlo e comunicação;
- O papel decisivo da liderança na criação de uma cultura favorável à mudança e à aprendizagem contínua.
- Também foram identificadas dificuldades recorrentes, como a resistência inicial à mudança, a necessidade de adaptação cultural das ferramentas e a exigência de tempo e acompanhamento para consolidar as melhorias.
- Conclui-se que, independentemente da escala ou maturidade da organização, as ferramentas de melhoria contínua são versáteis, acessíveis e escaláveis, desde que aplicadas com critério, rigor e alinhamento com os objetivos estratégicos da empresa. Estes casos reforçam a tese de que a melhoria contínua é antes de mais uma filosofia operacional, onde as ferramentas são apenas o meio para alcançar um sistema mais eficiente, participativo e orientado para o valor.

Os casos analisados oferecem uma base concreta e estruturada que servirá de alicerce para projetos futuros, contribuindo de forma prática para o avanço da eficiência operacional.

## 4. Resultados e Discussão

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com a aplicação prática das ferramentas de melhoria contínua em contexto industrial, no âmbito dos casos de estudo desenvolvidos pelo autor. Através da análise dos indicadores de desempenho operacional, será possível compreender o impacto real das metodologias Lean, Kaizen, 5S, Poka-Yoke e outras abordagens aplicadas.

Para além da apresentação dos dados recolhidos, este capítulo inclui uma discussão crítica dos resultados, comparando-os com os objetivos definidos previamente, com os fundamentos teóricos abordados nos capítulos anteriores e com a literatura especializada.

### 4.1. Apresentação de resultados

Nesta secção são apresentados os principais resultados quantitativos e qualitativos decorrentes da implementação das ferramentas de melhoria contínua nas áreas selecionadas. Os dados incluem indicadores operacionais antes e após a intervenção, bem como observações associadas ao desempenho das equipas e à eficácia das ações corretivas e preventivas. Os resultados estão organizados por estudo de caso, facilitando a avaliação do impacto específico das melhorias aplicadas em cada contexto.

#### 4.1.1. Resultados do Caso de Estudo Prático (Injeção)

Neste caso, na parte da injeção, chegou-se à conclusão que seria muito complicado a aplicação do Kanban por motivos técnicos. No estado atual de funcionamento desta área os ganhos não iriam ser significativos e, pelo contrário, a sua implementação poderia levar à falta de material na produção.

Estima-se que a área da injeção tem produtos com uma procura com variações superiores a 50% o que obriga a uma troca constante de ferramentas e materiais. Desta forma, torna-se difícil prever o número de cartões que seriam necessários para cada produto.

#### 4.1.2. Resultados Caso de Estudo Prático (Metalização)

- Eficiência da linha aumentou 20% com reorganização e padronização dos postos de trabalho.

- Redução de 30% de movimentos desnecessários, após análise de layout e implementação de melhorias ergonômicas.
- Adoção de 5S resultou em melhoria de 35% nas auditorias internas, com resultados acima de 90%.
- O envolvimento dos operadores aumentou visivelmente, refletindo que todos eles preferiam ser afetados a este posto de trabalho.

#### **4.1.3. Resultados do Caso de Estudo Prático (Reclamação Mitsubishi, Retrabalho de Bracket's e Implementação do Poka-Yoke)**

- Inspeção de 100% das peças em stock, com triagem visual conforme critério técnico.
- Redução de peças NOK para <1% após implementação de inspeção com Poka-Yoke.
- Após implementação do Poka-Yoke, 0% peças N/OK passaram para o cliente, relativamente a não conformidade reportada.
- Diminuição do tempo médio de retrabalho em 40% devido à introdução de ferramentas pneumáticas para apoio na montagem.
- Eficiência da linha aumentou 18% com reorganização e padronização dos postos de trabalho, ANEXO F.
- Conservação da relação com o cliente, evitando ruturas de fornecimento e fortalecendo a imagem da organização como fornecedor confiável.

## **4.2. Discussão de resultados**

A análise dos resultados obtidos permite concluir que a aplicação das ferramentas de melhoria contínua, teve impactos mensuráveis e sustentáveis na eficiência operacional das áreas intervencionadas. Contudo, para além da avaliação quantitativa, é essencial interpretar os resultados à luz dos princípios teóricos que fundamentam estas ferramentas.

- Relação com os Princípios de Deming

O modelo PDCA aplicado na análise e na resolução de problemas encontra eco direto nos ensinamentos de W. Edwards Deming, que defende a melhoria como um processo cíclico e contínuo (Deming, 1986).

No caso da triagem de peças com erro de montagem (Mitsubishi), foram aplicadas ações corretivas baseadas no ciclo PDCA: planeamento do método de inspeção, execução com apoio visual, verificação dos resultados e ajuste da abordagem. Este processo confirma a eficácia do modelo de Deming na resolução sistemática de não conformidades.

- Alinhamento com o Sistema Toyota (Liker e Ohno)

No caso da reorganização de postos de trabalho e aplicação de 5S e Kaizen, os resultados demonstraram uma redução significativa de movimentos desnecessários e melhoria da ergonomia — o que está totalmente alinhado com o princípio de eliminação de desperdício (muda) do Sistema de Produção Toyota (TPS) (Ohno, 2013). Segundo Liker (2004), a padronização (standard work) e o envolvimento dos operadores são pilares fundamentais para manter a estabilidade dos processos e permitir a melhoria incremental — o que foi claramente observado nos aumentos de eficiência registados.

- Cultura de Melhoria Contínua (Imai)

As ações desenvolvidas nas áreas produtivas também revelam a existência de uma cultura de Kaizen, tal como preconizada por Masaaki Imai: pequenas melhorias realizadas de forma sistemática e com o envolvimento das equipas operacionais. A recolha e implementação de sugestões dos operadores demonstram que os princípios de autonomia e participação são aplicáveis mesmo em contextos industriais locais, validando o que a literatura sugere sobre a democratização da melhoria (Imai, 1986).

- Fluxo contínuo e sistema puxado (Womack e Jones)

A aplicação de etiquetas visuais, segregação de peças OK/NOK e Poka-Yoke físico contribuiu para garantir fluidez e previsibilidade no fluxo de trabalho, em linha com o que Womack e Jones (1996) propõem no conceito de Lean Thinking. Os autores destacam a importância do controlo visual e da produção puxada — aspetos que foram recriados localmente com simplicidade, mas com resultados eficazes.

- Limitações identificadas face à literatura

Apesar dos bons resultados, nem todos os princípios Lean foram plenamente implementados. Por exemplo, a ausência de um sistema de monitorização em tempo real e a dependência de intervenções reativas em alguns casos divergem do ideal preconizado por autores como Liker, que defendem a capacidade de antecipação e resposta imediata a desvios. Este aspeto constitui uma oportunidade clara de evolução futura do sistema.



## 5. Conclusão

Esta dissertação teve como principal objetivo analisar e demonstrar, com base numa abordagem teórico-prática, o impacto das ferramentas de melhoria contínua na eficiência operacional em contexto industrial. Através da conjugação entre uma revisão bibliográfica alargada e a realização de seis casos de estudo, três documentados em organizações de referência internacional e três aplicados pelo autor em ambiente real de trabalho — procurou-se evidenciar como metodologias como o PDCA, Six Sigma, Lean, Kaizen e 5S contribuem de forma consistente para a otimização de processos, redução de desperdícios e incremento da qualidade.

O presente capítulo sistematiza as principais conclusões da investigação, refletindo sobre os contributos obtidos, tanto a partir da literatura como da prática, e evidenciando as condições de sucesso, as barreiras encontradas e as lições aprendidas ao longo do processo. Os casos analisados demonstraram que a eficácia destas ferramentas depende não apenas da sua aplicação técnica, mas também da cultura organizacional, do envolvimento das equipas e da liderança ativa no processo de mudança.

Além de apresentar as conclusões finais do trabalho, este capítulo identifica também as principais limitações enfrentadas, nomeadamente ao nível da generalização dos resultados e da abrangência temporal das ações implementadas. Por fim, são propostas perspectivas futuras de desenvolvimento, tanto em termos de aplicação prática em novas áreas da organização, como de aprofundamento científico, com vista à consolidação de uma abordagem integrada e sustentável à melhoria contínua nos sistemas produtivos.

Esta conclusão visa, assim, não só fechar o ciclo iniciado nos capítulos anteriores, mas também abrir caminhos para novas oportunidades de aplicação, investigação e evolução metodológica, num contexto industrial em constante transformação e exigência de excelência.

## 5.1. Comparação entre Conceitos Teóricos e Resultados Práticos

Ferramenta / Conceito Teórico	Princípio Segundo a Literatura	Resultado Prático Observado	Referência Teórica
PDCA	Melhoria sistemática baseada em ciclos de planejamento, execução, verificação e ação corretiva	Ações corretivas implementadas na inspeção de peças (Mitsubishi) com resultados sustentáveis e ajustados ao feedback	Deming (1986)
5S	Organização, limpeza e padronização como base da estabilidade operacional	Redução de movimentos desnecessários e melhoria de 35% nas auditorias internas	Imai (1986); Liker & Meier (2006)
Kaizen	Melhoria contínua baseada em pequenas ações e envolvimento das equipas	Aumento de sugestões de melhoria por parte dos operadores e melhorias incrementais nos fluxos de trabalho	Imai (1986)
Lean Manufacturing	Eliminação de desperdícios (muda) e valorização das atividades com valor acrescentado	Melhoria de produtividade na reorganização de postos; redução de tempos de ciclo	Womack & Jones (1996); Ohno (2013)
Gestão Visual	Visibilidade dos fluxos e processos para facilitar a tomada de decisão e evitar erros	Utilização de etiquetas, instruções fotográficas e separação física de peças OK/NOK	Liker (2004)
Poka-Yoke	Prevenção de erros através de mecanismos físicos ou visuais	Implementação de inspeção visual e bloqueios físicos na montagem de espelhos e bracket's	Shingo (1986)
Standard Work	Padronização como base da estabilidade, repetibilidade e melhoria	Definição clara das etapas de inspeção e triagem com suporte visual	Liker & Meier (2006)
Indicadores de Desempenho (KPIs)	Medição objetiva de desempenho para monitorizar e ajustar ações	Acompanhamento da taxa de não conformidade, tempo de ciclo e eficiência da inspeção	Liker (2004); Womack & Jones (1996)

Tabela 3 – Comparação teórica vs. Prática.

## 5.2. Conclusões finais

A presente dissertação teve como principal objetivo, compreender e demonstrar o impacto da aplicação prática de ferramentas de melhoria contínua na eficiência operacional em contexto industrial. Através da combinação de uma revisão bibliográfica fundamentada e da análise de casos reais, foi possível validar que metodologias como o PDCA, Lean, Kaizen, 5S e Six Sigma são instrumentos eficazes para impulsionar ganhos de produtividade, qualidade e organização do trabalho.

Os casos de estudo desenvolvidos evidenciaram melhorias tangíveis. A reorganização dos postos de trabalho e a aplicação do 5S resultaram em ganhos de eficiência e eliminação de desperdícios, em total alinhamento com os princípios do Sistema Toyota (Ohno, 2013; Liker, 2004). A implementação de ações corretivas estruturadas, baseadas no ciclo PDCA de Deming (1986), permitiu resolver problemas críticos de não conformidade de forma sistemática e sustentável.

Verificou-se ainda a importância da padronização de processos, da utilização de ferramentas visuais (gestão visual) e do envolvimento ativo das equipas, como defendido por Imai (1986) e Womack & Jones (1996). A participação dos operadores, a clareza das instruções e o acompanhamento através de indicadores-chave revelaram-se fatores críticos para a consolidação das melhorias.

A principal conclusão a retirar é que, as ferramentas de melhoria contínua só produzem resultados significativos, quando integradas numa cultura organizacional orientada para a excelência, com liderança comprometida e capacidade de adaptação ao contexto específico da organização. A abordagem adotada nesta dissertação demonstrou que é possível, mesmo em ambientes produtivos tradicionais, alcançar melhorias mensuráveis através de intervenções simples, estruturadas e bem acompanhadas.

Por fim, destaca-se que os resultados obtidos não se limitaram a indicadores técnicos: observaram-se também ganhos ao nível do envolvimento humano, da organização do trabalho e da perceção de valor por parte do cliente — o que reforça a relevância da melhoria contínua como filosofia, e não apenas como conjunto de ferramentas operacionais.

## 5.3. Limitações e trabalhos futuros

Entre as limitações do presente trabalho, destacam-se:

- O tempo reduzido para observação prolongada dos resultados obtidos;
- A limitação do número de processos analisados;
- A dependência de dados internos com algum grau de subjetividade.

Como linhas de trabalho futuras, propõe-se:

- A repetição da metodologia em outros setores ou áreas da empresa;
- A utilização de ferramentas digitais para acompanhamento em tempo real dos KPIs;

## Conclusão

- A criação de um programa de formação contínua baseado nos casos bem-sucedidos documentados;
- A integração das ferramentas com os sistemas ERP e de Business Intelligence da organização.

## Referências

- Agronegócios. (2024). *Nestlé investiu 219 milhões em Portugal nos últimos três anos*. Acedido em 7 de maio de 2025, de <https://www.agronegocios.eu/noticias/nestle-investiu-219-milhoes-em-portugal-nos-oltimos-tres-anos/>.
- Aspöck Systems GmbH (2023). *Jahresabschluss zum Geschäftsjahr vom 1. Juli 2021 bis zum 30. Juni 2022*. Firmenbuch.
- AVN Consulting. (2018, fevereiro). *Programa 5S* [Imagem]. Acedido em 4 de novembro de 2024, de <https://i0.wp.com/avnconsulting.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Programa-5S.jpg>.
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The lean toolbox: The essential guide to lean transformation*. PICSIE Books.
- Bosch Portugal. (2022, 15 de novembro). *Bosch aposta em Aveiro para produção de bombas de calor*. Acedido em 26 de abril de 2025, de <https://www.bosch.pt/noticias-e-historias/2022/bosch-aposta-em-aveiro-para-producao-de-bombas-de-calor/>.
- Campos, R. A., & Oliveira, F. G. (2019). Ferramentas para melhoria contínua na gestão da qualidade. *Revista Multivix*.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.
- Digital Check. (2013, 18 de setembro). *Six Sigma project management*. Acedido em 04 de novembro de 2024, de <https://www.digitalcheck.com/six-sigma-project-management/>.
- Doolen, T. L., Van Aken, E. M., Farris, J., Worley, J., & Huwe, J. (2003). Kaizen events and organizational performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(6), 678–695.
- Farias, D. A., & Rocha, L. M. (2021). O método PDCA como ferramenta para melhoria da qualidade. *Revista Científica da FANAP*.
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). *Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system*. *Management Decision*, 46(4), 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>. Acedido em 4 de dezembro de 2024.
- Global Trailer. (2022, 06 de junho). *Aspöck Systems making lights for 45 years*. Acedido em 06 de julho de 2025, de <https://www.globaltrailer.com>.

## Referências

- Harry, M., & Schroeder, R. (2000). *Six Sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. Currency.
- Hirano, H. (1995). *5 pillars of the visual workplace: The sourcebook for 5S implementation*. Productivity Press.
- Hohmann, L. (2020, 7 de janeiro). *The Flow System – A new system for the age of complexity*. InfoQ. Acedido em 27 de abril de 2025, de <https://www.infoq.com/articles/the-flow-system/>.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill.
- Industriemagazin. (2015, 17 de junho). Software-Rebellen. *Das Österreichische Industriemagazin*. Acedido em 02 de junho de 2025, de <https://www.industriemagazin.at>.
- Instituto Politécnico de Lisboa. (n.d.). *Aplicação da metodologia 5S em organizações*. Acedido em 06 de dezembro de 2024, de [https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2629/1/DM\\_BrunoFerraz\\_2011\\_MEEC.pdf](https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2629/1/DM_BrunoFerraz_2011_MEEC.pdf).
- Instituto Politécnico de Lisboa. (n.d.). *Aplicação da metodologia Kaizen aos processos de produção e logística*. Acedido em 06 de dezembro de 2024, de [https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2629/1/DM\\_BrunoFerraz\\_2011\\_MEEC.pdf](https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2629/1/DM_BrunoFerraz_2011_MEEC.pdf).
- Juran, J. M. (1992). *Quality planning and analysis*. McGraw-Hill Education.
- Kaizen Institute. (n.d.). *5S – Melhoria contínua no ambiente de trabalho*. Acedido em 28 de novembro de 2024, de <https://kaizen.com/pt/metodologia-5s/>.
- Kaizen Institute. (n.d.). *Entrevista com Masaaki Imai*. Acedido em 28 de novembro de 2024, de <https://kaizen.com/pt/insights-pt/masaaki-imai-kaizen-melhoria-continua/>.
- Kaizen Institute. (n.d.). *O que é KAIZEN™ | Significado de Kaizen*. Acedido em 28 de novembro de 2024, de <https://kaizen.com/pt/o-que-e-kaizen/>.
- Kanbanchi. (n.d.). *O que é o método Kaizen de melhoria contínua?* Acedido em 28 de novembro de 2024, de <https://www.kanbanchi.com/pt/blog/kaizen-melhoria-continua>.
- Keith Andrews Fuso. (2017, novembro). *Imagem do camião Canter 616 MR* [Imagem]. Acedido em 4 de julho de 2025, de [http://fuso.keithandrews.co.nz/sites/default/files/2017-11/Canter-616\\_MR\\_CC\\_800\\_2.0.png](http://fuso.keithandrews.co.nz/sites/default/files/2017-11/Canter-616_MR_CC_800_2.0.png).
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & Franz, J. K. (2011). *The Toyota way to continuous improvement: Linking strategy and operational excellence to achieve superior performance*. McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.
- Maginnis, M. A., Cooper, W. R., & Parsley, D. M. (2021). Challenges to lean implementation from a true lean Toyota production system perspective. In T. Janoski & D. Lepadatu (Eds.), *The*

## Referências

- Cambridge international handbook of lean production* (pp. 179–203). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108333870.008>. Acedido em 02 de fevereiro de 2024.
- Melhoria Contínua. (n.d.). *Ciclo PDCA no processo de melhoria contínua*. Acedido em 08 de novembro de 2024, de <https://melhoriacontinua.pt/pdca/>.
- Monden, Y. (2011). *Toyota production system: An integrated approach to just-in-time* (4.ª ed.). CRC Press.
- Moura, J., & Silva, F. (2016). O impacto da implementação do 5S em empresas industriais: Um estudo de caso. *Revista de Gestão Industrial*, 12(4), 203–210. <https://revistas.unip.br/gestaoindustrial>. Acedido em 02 de outubro de 2024.
- Naude, M. J., & Badenhorst-Weiss, J. A. (2020). Improving manufacturing performance through Kaizen: A South African case study. In P. J. Marques & G. de Almeida (Eds.), *Lean manufacturing: Case studies in improvement* (pp. 103–120). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0364-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0364-1_9). Acedido em 02 de outubro de 2024.
- Northdata. (2023). *Aspöck Systems GmbH, Peuerbach, Österreich*. Acedido em 02 de junho de 2025, de <https://www.northdata.de>.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Ohno, T. (2013). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. CRC Press.
- Okano, K., & Takahashi, Y. (2020). Implementação do Kaizen nas operações industriais. *Revista Científica da FATEC Jaboticabal*.
- Oliveira, J., Silva, F. J. G., & Lima, R. M. (2018). Energy savings by lean manufacturing implementation: A case study in automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3117–3128. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.106>. Acedido em 02 de outubro de 2024.
- Oliveira, L. A. (2011). *Dissertação e tese em ciências e tecnologia segundo Bolonha*. Lidel.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma way*. McGraw-Hill.
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2014). *The Six Sigma handbook* (4.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Reis, F. L. dos. (2010). *Como elaborar uma dissertação de mestrado segundo Bolonha*. Pactor.
- Roser, C. (2024, 01 de setembro). *All about lean*. Acedido em 07 de maio de 2025, de <https://www.allaboutlean.com/>.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. The Lean Enterprise Institute.
- Serrano, P. (2004). *Redacção e apresentação de trabalhos científicos* (2.ª ed.). Relógio D'Água Editores.
- Serviço em Destaque. (2023, 5 de junho). *Kaizen*. Acedido em 13 de novembro de 2024, de <https://www.servicoemdestaque.com.br/kaizen/>.

## Referências

- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota production system: From an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press.
- Shore Labs. (n.d.). *Kanban tool*. Acedido em 09 de junho de 2025, de <https://kanbantool.com/kanban-guide/introduction>.
- Silva, M. R., & Ferreira, J. L. (2021). Práticas lean para a melhoria contínua em pequenas empresas. *Revista Brasileira de Gestão Industrial*.
- Silva, R. F., & Santos, L. T. (2020). Aplicação do ciclo PDCA para a melhoria da qualidade na indústria automotiva. *Revista Brasileira de Gestão e Produção*.
- Software, A. (2014, 05 de agosto). Ciclo PDCA e PDCL: o que são? *Blog Actio Brasil*. Acedido em 04 de novembro de 2024, de <https://actiosoftware.com/ciclo-pdca-e-pdcl-o-que-sao/>.
- Sousa, R. M., & Silva, T. P. (2021). Aplicação da metodologia Six Sigma na indústria automotiva. *Gestão & Produção*.
- Spear, S. J. (2004). Learning to lead at Toyota. *Harvard Business Review*, 82(5), 78–86.
- The New Yorker. (2020, 27 de abril). What the coronavirus crisis reveals about American medicine. Acedido em 21 de março de 2025, de <https://www.newyorker.com/magazine/2020/05/04/what-the-coronavirus-crisis-reveals-about-american-medicine>.
- Think Different Network. (2019, fevereiro). *The principles of Lean* [Imagem]. Acedido em 10 de junho de 2025, de <https://thinkdifferentnetwork.com/wp-content/uploads/2019/02/The-Principles-of-Lean.png>.
- Toyota Portugal. (n.d.). *Sistema de Produção Toyota*. Acedido em 8 de maio de 2025, de <https://www.toyota.pt/mundo-toyota/sobre-a-toyota/visao-e-filosofia/sistema-de-producao-toyota>.
- Viralrang. (2023). *Kaizen methodology: Continuous improvement strategies*. Acedido em 02 de junho de 2025, de <https://viralrang.com/kaizen-methodology/>.
- Verkehrs Rundschau. (2021). *Aspöck Systems – intelligente Licht- und Systemlösungen* (Heft 2/2022, S. 46). Springer Fachmedien.
- Vizologi. (2023). *Assessing the Toyota production system*. Acedido em 29 de abril de 2025, de <https://vizologi.com/assessing-toyota-production-system/>.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *A máquina que mudou o mundo*. Editora Campus.

# Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

NOME: José Emanuel Brandão Correia das Neves

ISEP, Porto, 14 de junho de 2025

## Declaração de Integridade

# Anexo A - Instrução Técnica Metalização



Instrução Técnica – N.º IT 4.134  
Technical Instruction – No. TI 4.134  
Título: Abastecimento por kanban Metalização  
Title: Kanban Supply of Metallization

## SUMÁRIO / SUMMARY

1. Objectivo / Objective
2. Campo de Aplicação / Field of application
3. Responsabilidade / Responsibility
4. Documentos Complementares / Additional Documents
5. Definições / Definitions
6. Equipamento e materiais utilizados / Equipment and materials used
7. Procedimento de verificação das pistolas de ar ionizado / Procedure of verification of ionized air in the blow guns.

### 1.º – OBJECTIVOS / OBJECTIVE

Esta IT estabelece os procedimentos que devem ser seguidos pelos colaboradores que prestam funções no abastecimento de componentes e controlo de qualidade na área de metalização. Tem com intuito de padronizar o método em todos os turnos.

*This IT establishes the procedures to be followed by the metallization employees that operate tasks in quality control of the productions and employees that are responsible for supply the components that are necessary.*

### 2.º – CAMPO DE APLICAÇÃO / FIELD OF APPLICATION

Esta IT aplica-se aos componentes usados na metalização.

*This IT applies to the metallization supply components.*

### 3.º – RESPONSABILIDADES / RESPONSABILITY

A responsabilidade pela revisão desta IT está a cargo do departamento de operações

*Operations department oversees the responsibility for the review of this TI.*

### 4.º – DOCUMENTOS COMPLEMENTARES / ADDITIONAL DOCUMENTS

Gestão das cartas de kanban.

*Managing the Kanban cards.*

### 5.º – DEFINIÇÕES / DEFINITIONS

I.T. – Instrução Técnica.

*T.I. – Technical Instruction.*

### 6.º – EQUIPAMENTO E MATERIAIS UTILIZADOS / EQUIPMENT AND MATERIALS USED

Cartas kanban e Rak's instalado para o armazenamento dos componentes

*Kanban cards and installed rack's for components storage.*

### 7.º – PROCEDIMENTO

# Anexo A - Instrução Técnica Metalização



Instrução Técnica – N.º IT 4.134  
 Technical Instruction – No. TI 4.134  
 Título: Abastecimento por kanban Metalização  
 Title: Kanban Supply of Metallization

	Lado pelo qual se deverá retirar componentes		Lado pelo qual se deverá abastecer componentes		Local para colocação de bac's vazios
--	--	--	--	--	--------------------------------------

**Procedimento a ser cumpridos pelos colaboradores da metalização**

Sempre que necessitarem de um novo componente deverão repor no supermercado o que sobra na máquina e retirar uma caixa completa do supermercado do novo componente. Em cada caixa deverá existir a identificação dos componentes com um BCR.		Quando retiram o último bac, de um determinado setor, deverão retirar a carta kanban e colocar no porta Kanbans.
Porta Kanbans		

**Procedimentos da responsabilidade da logística**

É da responsabilidade da logística verificar a existência de Kanbans no porta Kanbans e proceder ao reabastecimento do supermercado. Deve-se proceder à transferência das quantidades referidas nas cartas Kanban (Imagem 1)

--	--

Abastecer cada componente no setor identificado para cada código. Se virar a etiqueta com a identificação do código, existe as quantidades que se deve abastecer por caixa, a indicação da obrigatoriedade de colocar o BCR, e carta Kanban na última caixa.

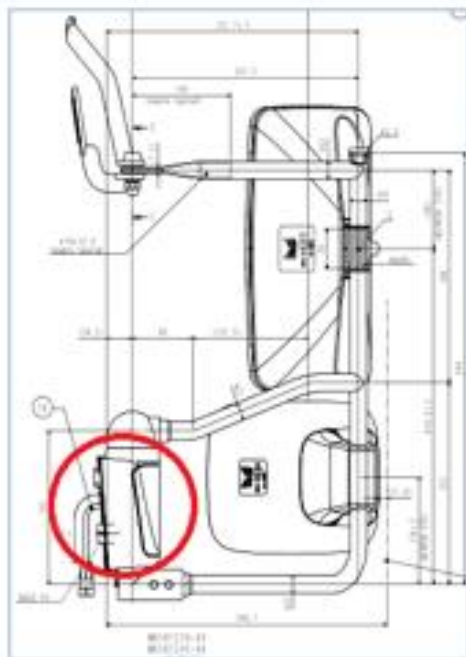
		As cartas Kanban têm numa das faces o código do componente, a descrição, e quantidade total do lote (imagem 1). Na outra face têm a descrição de como deverão dividir as quantidades pela as caixas quando arrumam esta no supermercado (imagem 2).
Imagem 1	Imagem 2	

Edição:	Revisão:	Data:	Âmbito de Revisão:	Elaborado por:	Aprovado por:
A		12-04-2019			


# Anexo B – Reclamação Mitsubishi

ラインレーム連絡 (SM品質担当宛)		型式	
		大	中
SM品質担当者	小倉さん (宮木さん)	番付者(2024/10/11)	対応品質課 高須
部品番号	MK581239		
部品名称	MIRROR ASSY, OUTSIDE RR VIEW LH		
車種名	MFTC [取引先コード: 1031]		
不良内容	ブラケット側のボスが一歩長くバネ付 (MK580814) 取付不可 2台		
不良発生日	27/07/2024		
不良発生場所	小田1既		
検査形式・号数	LDT		
点検確認結果	.		
不良品調査結果	.		
不良原因 (ロット番号・納入日・数量)	納入日: 不明 納容: T19		
(添付・代品納入等)	.		

## 互不具合詳細写真・図面等



## Anexo C – Controlo do Produto

Ref. Projecto Project Ref.	Designação do projecto Project designation	Nº Cav. Cav. Nb	Data de início de produção em série Start of serial production	Imagem da peça Part image	
T19108	Bracket xº LH 84059 / 10398047 Bracket xº RH 84059 / 10398048	1 + 1			
Nº Nb.	Características à verificar Characteristics to verify	Metodo de verificação Method of verification	Responsabilidade Responsability	Frequência Frequency	Registo Regist
1	Aspeto	Visualmente	Operador (Injecção)	Arranque de produção  Controlo a 100%	Registo de Produção 110.00 e 111.00 + Monitorização da produção 074.03
2	Ausência de marcas de extração	Visualmente	Operador (Injecção)		
3	Ausência de rebarbas ( Internas e externas )	Visualmente	Operador (Injecção)		
4	Ausência de furos obstruídos	Visualmente	Operador (Injecção)		
5	Ausência de peças incompletas	Visualmente	Operador (Injecção)		
6	Ausência de deformações	Visualmente	Operador (Injecção)		
7	Ausência de empenos	Visualmente	Operador (Injecção)		
8	Corte de gito conforme.	Visualmente	Operador (Injecção)		
9	Ausência de textura danificada	Visualmente	Operador (Injecção)		
10	Ausência de Chupados	Visualmente	Operador (Injecção)		
11	Ausência de Manchas	Visualmente	Operador (Injecção)		
12	Conformidade da cor	Visualmente	Operador (Injecção)		
13	Ausência de Riscos	Visualmente	Operador (Injecção)		
14	Ausência de Fraturas	Visualmente	Operador (Injecção)		
15	Ausência de sujidade/gordura	Visualmente	Operador (Injecção)		
16	Corte de perno conforme.	Visualmente	Operador (Injecção)		
17	Verificar marcação de calendario.	Visualmente	Operador (Injecção)		
18	Peso da peça 17º: [min.: 0,3348 até max.: 0,3483] kg;	Balança	Operador (Injecção)	Registo no inicio e fim de turno e/ou após qualquer intervenção	
19	Peso da peça 34º: [min.: 0,3333 até max.: 0,3468] kg;				
20	Peso da peça 48º: [min.: 0,3343 até max.: 0,3478] kg;				
21	Peso da peça 65º: [min.: 0,3271 até max.: 0,3403] kg;				
Nº Nb.	Características à verificar Characteristics to verify	Metodo de verificação Method of verification	Responsabilidade Responsability	Frequência Frequency	Registo Regist
22	Conformidade da embalagem	Verificar visualmente a conformidade com a Gama de Embalagem	Operador (Injecção)	Arranque de produção	
23	Conformidade do acondicionamento das peças			Controlo a 100%	
<b>Observações / Remarks</b>					
O controlo do peso da peça/ injeção realizado no início e fim do turno, deve ser efetuado com a peça fria (após cerca de 30 min).					

# Anexo D – Instrução de Retrabalho



## MITSUBISHI – Instruções de retrabalho

corte do pino NOK nos Bracket's

### Introdução

A Mitsubishi detetou algumas peças em que um dos pinos do Bracket é maior do que deveria.



## MITSUBISHI – Instruções de retrabalho

corte do pino NOK nos Bracket's

Esta situação faz com que o Gascket não encaixe no suporte.

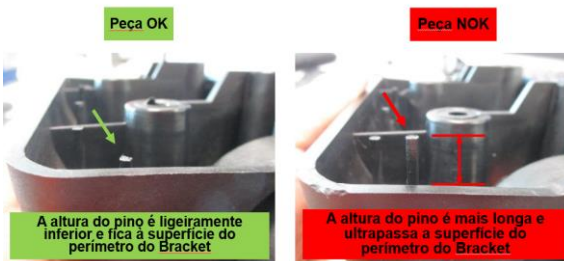
Por esse motivo a MITSUBISHI Japão abriu uma reclamação e, por consequência, todo o stock tem de ser triado e recuperado se necessário.

Dessa forma, os próximos slides irão explicar como fazer o retrabalho para as peças NOK.

## MITSUBISHI – Instruções de retrabalho

corte do pino NOK nos Bracket's

Etapa 1 - Como ver a diferença entre uma peça OK e NOK



## MITSUBISHI – Instruções de retrabalho

Cut of bracket's NOK pin

Etapa 2 - Cortar o pino maior (pino NOK), se este se encontrar mais longo.

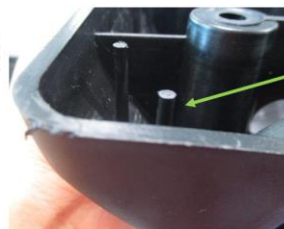


Apolar o alicate de corte na superfície do suporte (paralelo à superfície do suporte como mostrado na imagem) e cortar o pino mais longo.

## MITSUBISHI – Instruções de retrabalho

corte do pino NOK nos Bracket's

Etapa 2 - Cortar o pino maior (pino NOK), se este se encontrar mais longo.

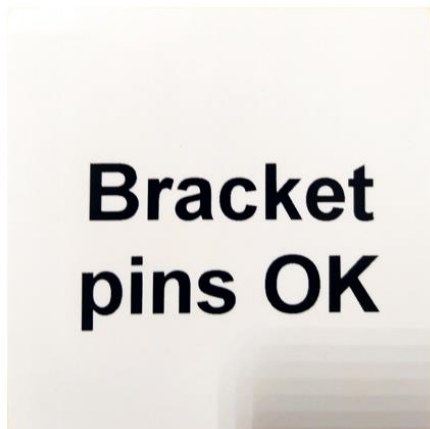


Após o pino ser cortado o (retrabalho fica concluído)

## MITSUBISHI – Instruções de retrabalho

corte do pino NOK nos Bracket's

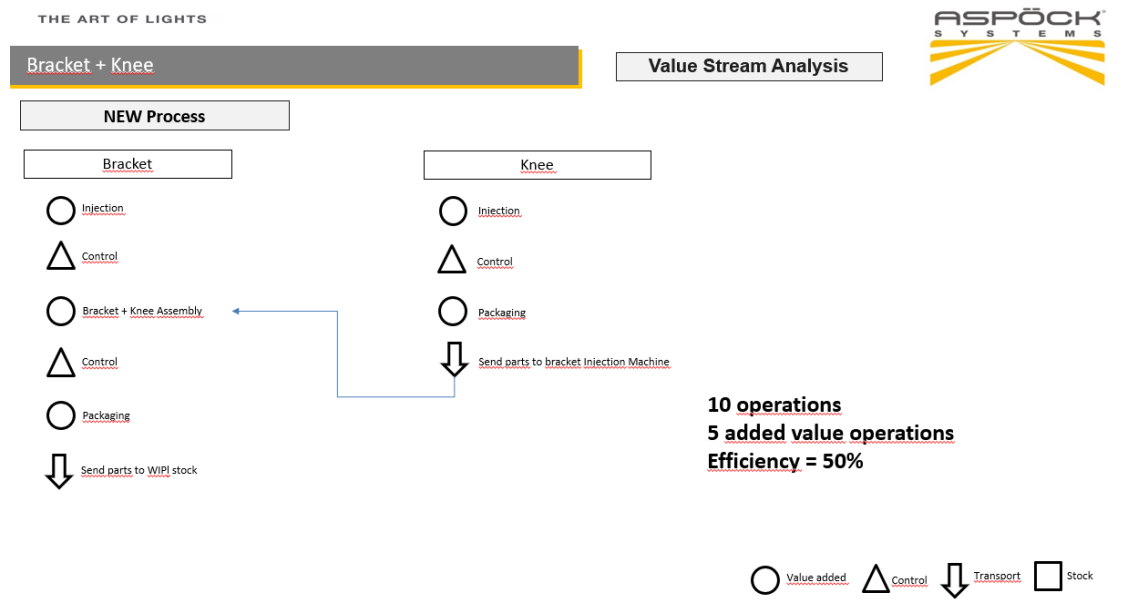
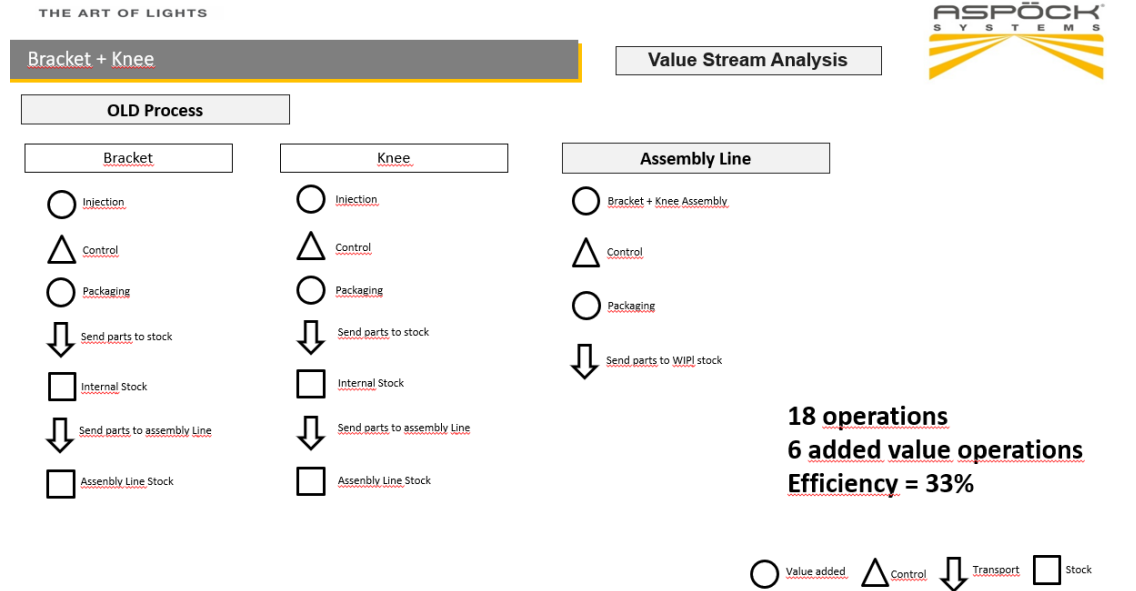
Etapa 3 – Embalar as peças triadas e colocar etiqueta “ Bracket Pins OK” na embalagem.



Colocar etiquetas “ Brackets Pins OK”



# Anexo F – Análise de Eficiência



# Anexo G – Monitorização da Produção

<b>Monitorização da produção</b>	Cliente:		Local de controlo:		Máquina:	
	Desig. Produto:	Enchaf nº LH 94059 / 10390047 Enchaf nº RH 94059 / 10390048	Nota Encomenda:	*	Ordem Fabrico nº:	*
	Ref. Cliente:	70126901/70126201 ; 70126902/70126201 ; 70026801/70026801 -	Qtd total da Enc.:	*	Data:	*

Nota: As peças a utilizar para controlo devem ser de 30mín. Controlar e registar conforme plano de controlo.

Inspeção	Método de Controlo	Resultados de verificação											
		Turno 1				Turno 2				Turno 3			
Aspetto	Visualmente												
Ausência de marcas de extração	Visualmente												
Ausência de rebarbas ( Internas e externas )	Visualmente												
Ausência de furos obstruídos	Visualmente												
Ausência de peças incompletas	Visualmente												
Ausência de deformações	Visualmente												
Ausência de empenos	Visualmente												
Corte de gito conforme	Visualmente												
Ausência de textura danificada	Visualmente												
Ausência de Chupados	Visualmente												
Ausência de Manchas	Visualmente												
Conformidade da cor	Comparação com a amostra-padrão												
Ausência de Riscos	Visualmente												
Ausência de Fraturas	Visualmente												
Ausência de sujidade/gordura	Visualmente												

# Anexo H – Plano de Controlo

Plano de Controlo		Data		Cliente		Ref. Projecto		T19108		
		Revisão		Desig. Produto:		Bracket vº LH 84059 / 10398047/Bracket vº RH 84059 / 10398048				
		0		Ref. Cliente:		70138901/70139201 ; 70139001/70139301				
						70076601/70076501 ; 70076601/70076701				
Necessidades	Fases da fabricação	Pontos a serem controlados Critérios de aceitação	Meios de controlo	Responsabilidade	Frequência	Documentação de referência	Registos	Tratamentos em caso de não conformidade		
PA 6.6. C/30% F.V. PR. (Zyte) 70630)	Controlo da recepção	Referência	Visualmente / Documental	Logística	Em cada recepção	Identificação do Produto	Ficha Recepção Matéria-Prima 082.00	Devolução ao fornecedor		
MASTER UV PA/POM		Quantidades				Solicitar a quantidade em falta				
Contentor Tipo P		Lote				Aceitar produto sob derrogação				
Sep. Plast. P/Bacs Tipo P		Certificados de conformidade (quando aplicável)				Solicitar o certificado de conformidade ao fornecedor				
		Estado de Embalagem				NA	Primavera			
Bracket vº LH 84059 / 10398047 Bracket vº RH 84059 / 10398048	Injeção da Peça Bracket	Aspecto	Visualmente / peça padrão	Operador (Injeção) / Qualidade	Controlo a 100%  Com registo início/fim do turno e/ou após qualquer intervenção	Controlo do Produto 029.04	Registo de Produção 110.00 e 111.00  + Monitorização da produção 074.03 (2 peças no arranque - 2 peças/ 1 vez durante o turno)	Rejeição e separação das peças		
		Ausência de marcas de extração						Balança	Reajuste do processo	
		Ausência de rebarbas ( Internas e externas )								
		Ausência de furos obstruídos								
		Ausência de peças incompletas								
		Ausência de deformações								
		Ausência de empenos								
		Corte de gito conforme								
		Ausência de textura danificada								
		Ausência de Chupados								
Ausência de Manchas										
Conformidade da cor										
Ausência de Riscos										
Ausência de Fraturas										
Ausência de sujidade/gordura										
Corte de perno conforme										
		Peso da peça 179: [min.: 0.3348 até max.: 0.3483] kg;								
		Peso da peça 348: [min.: 0.3333 até max.: 0.3468] kg;								
		Peso da peça 489: [min.: 0.3343 até max.: 0.3478] kg;								
		Peso da peça 659: [min.: 0.3271 até max.: 0.3403] kg;								
	Cozedura em água	Cozer as peças em água a 90°C, durante 15min	Tanque	Operador (Injeção)	Com registo início/fim da atividade.	IT	IT			
	Embalagem	Conformidade da embalagem	Visualmente	Operador (Injeção)	Controlo a 100%	Gama de embalagem	Registo de Produção 110.00 e 111.00	Corrigir		
		Conformidade do acondicionamento das peças								

# Anexo I – Gama de Embalagem Injeção

## Gama de Embalagem - Injeção Packaging Sheet

### 1.COMPOSIÇÃO DE PEÇAS POR EMBALAGEM

CAIXA			PALETE			
Nº Peças/Nível	Nº Níveis/Caixa	Nº Total de Peças/Caixa	Nº de Caixas/Nível	Nº de Níveis	Nº de Caixas/Paleta	Nº Total de Peças/Paleta
10	3	30	4	4	16	480

### 2.GAMA DE EMBALAGEM

- . Colocar 10 peças por nível, conforme imagem.
- . Colocar um separador de cartão.
- . Completar a caixa até ter 3 níveis de peças.
- . Colocar a respetiva etiqueta



Embalagem / Packing							
Artigo Interno Internal code.	Designação Designation	Referência Reference	Dimensões Dimensions (mm)	Peso un. Un. Weight	Nº Peças Parts Nb	Qtd Qty	Peso Weight (Kg)
	Contentor Tipo P	*	600*400*320				#VALOR!
	Separadores	*					
	Paleta madeira	**					
	Etiqueta Aut. Br.	**					
	Caixa Cartão ( alternativa )	*					
		* Aspoock					
		** Codeplas					
Total						0	#VALOR!

# Anexo I - Gama de Embalagem Montagem

## Gama de Embalagem - Montagem 1 Packaging Sheet

### 1.COMPOSIÇÃO DE PEÇAS POR EMBALAGEM

CAIXA			PALETE			
Nº Peças/Nível	Nº Níveis/Caixa	Nº Total de Peças/Caixa	Nº de Caixas/Nível	Nº de Níveis	Nº de Caixas/Palete	Nº Total de Peças/Palete
8	3	24	4	4	16	384

### 2.GAMA DE EMBALAGEM

. Colocar 8 peças por nível, conforme imagem.

. Colocar um separador de cartão.

. Completar a caixa até ter 3 níveis de peças.

. Colocar a respetiva etiqueta



Embalagem / Packing							
Artigo Interno Internal code.	Designação Designation	Referência Reference	Dimensões Dimensions (mm)	Peso un. Un. Weight	Nº Peças Parts Nb	Ord Qty	Peso Weight (Kg)
	Contentor Tipo P	*	600*400*320				#VALOR!
	Separadores	*					
	Paleta madeira	**					
	Etiqueta Aut. Br.	**					
	Caixa Cartão ( alternativa )	*					
		* Aspoeck					
		** Codeplas					
Total						0	#VALOR!

# Anexo J – Fluxo do Processo

<b>FLUXO DO PROCESSO (PROCESS FLOW DIAGRAM)</b>		
<b>REFERÊNCIA (REFERENCE):</b> 70138901/70139201 * 7039001/70139201 * 70076801/70076501		<b>DESIGNAÇÃO (DESIGNATION):</b> BRACKET xº LH / RH 84059
<b>FLUXO (FLOW DIAGRAM)</b>	<b>DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO (OPERATION DESCRIPTION)</b>	<b>INSPEÇÃO / CONTROLO (INSPECTION / CONTROL)</b>
<pre> graph TD     1[1. Ordem de Produção (Production Order)] --&gt; 2[2. Injeção (Injection)]     2 --&gt; 3[3. Inspeção Visual/Monitorização (Monitoring/Visual inspection)]     3 --&gt; 4[4. Cozedura (Part treatment)]     4 --&gt; 4[4. Cozedura (Part treatment)]     4 --&gt; 6[6. Embalagem e Identificação (Packaging and Identification)]     6 --&gt; 7[7. Área de produto acabado (Finished Product area)]     7 --&gt; 8[8. Expedição (Expedition)]             </pre>	<p>1. Lançamento ordem de Produção. (Production order release)</p> <p>2. Injeção (Injection)</p> <p>3. Inspeção Visual e Monitorização (Monitoring and Visual inspection)</p> <p>4. Cozedura (Part treatment)</p> <p>5. Montagem (Assembly)</p> <p>6. Embalagem e identificação (Packaging and Identification)</p> <p>7. Colocação na área de produto acabado (Place in the finished product area)</p> <p>8. Expedição para o cliente (Dispatch to the customer)</p>	<p>2. De acordo com Modo Operatório (According to Operation Mode)</p> <p>3. Inspeção Visual. Peças NOK ficam segregadas (visual Inspection - NOK pieces are segregated) Monitorização de acordo com o Plano de Controlo (Monitoring according Control Plan)</p> <p>4. Cozedura de acordo com IT de cozedura. (Part treatment according Work Instruction)</p> <p>5. Montagem dos componentes de acordo com Modo Operatório (component assembly according Operation Mode)</p> <p>6. Embalagem de acordo com gama de embalagem Identificação Produto acabado (Packaging according to range of packaging) (identification of the finished product)</p>

# Anexo K – Design Process Change

To: Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation

1804 Form-03-01

Supplier's name: Apóck PT

Supplier code: FAX No.:

## Month Year Design Process Change / Part modification grade report

※ If you wish to request exactly the same change items for similar parts, please fill out representative parts number and submit the relevant parts list.

Approved	Checked	Prepared
José Costa	José Costa	José Neves

Design Process Change			Part Modification Grade (Judged by supplier)			
Project/Type/model	MFTC Bracket	Division	Item	Description	Grade	Applicability
Part No. / Model No.	10400000		Characteristic requirements	Upgrade in function/reliability requirements	B	
Part name	BRACKETS 840 33/52/58/59			Change in safety quality characteristics	B	
EO No. (in case of Design Change)		General	Similar parts delivery status	No change	C	X
Part Category				Not delivered before	A	
Field failure freq. (including other company)		No	Delivered for use on passenger car	B		
Failure content (Attachment possible)	No		Delivered for use on construction machinery/other manufacturers' trucks/buses	B		
Refer. Quality Characteristics	No		Parts delivered to OTR (Owner: Trucks Area)	C	X	
Welding locations	No	Part	Construction Shape	New construction/shape	A	
Safety Quality Characteristics of welded locations	No			Existing construction/shape	C	X
Presence of welded patterns	No		Engineering	New	A	
Change of authorizing worker	No			Already adopted for passenger cars	B	
Change of quality control sites	No			Already adopted for other manufacturers' trucks/buses	B	
Revision in ledger sheets	No		Conventional	C	X	
Product Location (Name of Plant, Place)	Apóck		Material	New	A	
Reason for change (CRVE/MRF facility related/Other)	Strategic change			Change of material (material grade change included)	B	
Time for process change	Date: See attached plan		Change of source	B		
Proposed initial sample delivery date	Date: 3 weeks after change		Conventional	C	X	
Part Modification Grade (Judged by supplier)	A • <b>B</b> • C		Line	High difficulty level (Starting up a new line, etc.)	A	
* Fill in table and mark the highest grade				Medium difficulty level (Large-scale changes to existing line, etc.)	B	
Process Capability Category	Category I - Category 0		Equipment	Low difficulty level (Small changes to existing line, using the same org., etc.)	C	X
Change details		Manufacturing method		High difficulty level (Implementing new equipment, etc.)	A	
Write new and old process clearly			Jig and tool	Medium difficulty level (Large-scale changes to existing equipment, etc.)	B	X
Write similar parts number in case "C grade"				Low difficulty level (Small changes to existing equipment, using the same org., etc.)	C	
Attach a separate sheet for further explanation				Large-scale new creation of jigs/tools or of ones which are complex. Large-scale changes to existing jigs/tools.	B	
Specify specific items that require notification in 4-3 Change control.				Small changes to existing jigs/tools or using existing ones.	C	X
			Small-scale creation of jigs/tools which are easy to create. Can deal with through using our existing know-how (the difficulty level is relatively small.)	C	X	

To:	Reply		Date:
			Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation
Final grade judgment by FUSO			
Classification	Submission material date	Judged grade	Result
FPAP	Form 3-0-0-01	A	
PPAP	Form 3-0-0-01	B	
ISIR	Following	C	
Approved      Checked      Prepared			
For judged grade C, please submit additional instructions as described below			
Initial Product Inspection Result (mandatory)	Required	Specifications conformity test results (Reliability and quality test result/regulations conformity confirmation results)	Required / Not required
Control plan create / revise / submit	Required / Not required	Welding quality test results (Indispensable for safety parts and security quality characteristics)	Required / Not required
Process capability investigation results (Cpk/Ppk)	Required / Not required	Process Audit (If process audit is needed, please tell us the time schedule it can be conducted.)	Required / Not required
Additional information to the supplier		In-house information	

Please attach this sheet to the ISIR, when the modification grade is "C".

Document route: Supplier → MFTBC Quality Dept. → Supplier

(Original) Section in change in Quality Dept. → (Copy) Other section

Mitsubishi Fuso Truck & Bus Co., Ltd

Submit at least 1 month before start of production. MFTBC will fill in the circle of the box in bold lines.

# Anexo L - PSW



## Part Submission Warrant

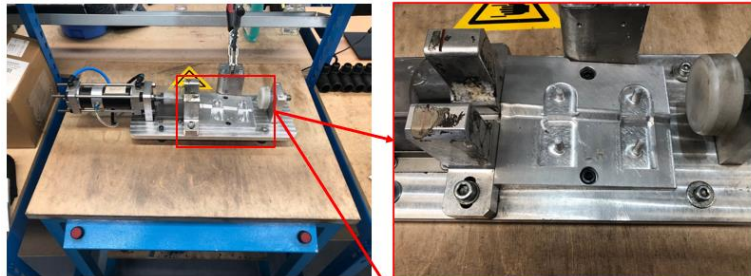
PSW Nr.: 10400090/4

Part Name <u>Bracket 17° LH/RH 84059</u>		Part Number <u>70138901 / 70139201</u>	
Safety and/or Government Regulation <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		Engineering Drawing Change Level <u>0</u> Dated _____	
Additional Engineering Changes _____		Dated _____	
Shown on Drawing Number <u>80394101</u>		Purchase Order No. _____ Weight (kg) <u>0,3415 Kg</u>	
Checking Aid Number _____		Engineering Change Level _____ Dated _____	
<b>ORGANIZATION MANUFACTURING INFORMATION</b>		<b>CUSTOMER SUBMISSION INFORMATION</b>	
<u>ASPÖCK PORTUGAL, S.A. 44-976-8514</u> Supplier Name		<input type="checkbox"/> Dimensional <input type="checkbox"/> Materials/Function <input type="checkbox"/> Appearance	
<u>Rua do Paraíso – Ap. 131; Z.I. Rebordões</u> Street Address		Customer Name/Division <u>Mitsubishi</u> <u>0</u>	
<u>Vila de Cucujães, OAZ PORTUGAL 3721-796</u> City State Zip		Buyer/Buyer Code _____	
		Application <u>0</u>	
<b>REASON FOR SUBMISSION (Check at least one)</b>			
<input type="checkbox"/> Initial submission		<input type="checkbox"/> Change to Optional Construction or Material	
<input type="checkbox"/> Engineering Change(s)		<input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change	
<input type="checkbox"/> Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or additional		<input checked="" type="checkbox"/> Change in Part Processing	
<input type="checkbox"/> Correction of Discrepancy		<input type="checkbox"/> Parts produced at Additional Location	
<input type="checkbox"/> Tooling Inactive > than 1 year		<input type="checkbox"/> Other - please specify: _____	
<b>APPLICABLE DOCUMENTATION (Check at least one)</b>			
<input type="checkbox"/> At Customer Location		<input checked="" type="checkbox"/> Process Control Plan	
<input type="checkbox"/> Gage Study		<input type="checkbox"/> Laboratory and Functional Results	
<input type="checkbox"/> Inspection Results		<input checked="" type="checkbox"/> Process Capability Study	
<input type="checkbox"/> Appearance Approval Report		<input type="checkbox"/> FMEA	
<input type="checkbox"/> Functional Control Plan Nr.		<input checked="" type="checkbox"/> Other - please specify: <u>Aspöck supplier documentation</u>	
<b>REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Check one)</b>			
<input type="checkbox"/> Level 1 - Warrant only (and for designated appearance items, an Appearance Approval Report) submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> Level 2 - Warrant with product samples and limited supporting data submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> Level 3 - Warrant with product samples and complete supporting data submitted to customer.			
<input checked="" type="checkbox"/> Level 4 - Warrant and other requirements as defined by customer.			
<input type="checkbox"/> Level 5 - Warrant with product samples and complete supporting data reviewed at supplier's manufacturing location.			
<b>SUBMISSION RESULTS</b>			
The results for <input type="checkbox"/> dimensional measurements <input type="checkbox"/> material and functional tests <input type="checkbox"/> appearance criteria <input type="checkbox"/> statistical process package			
These results meet all drawing and specification requirements: <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO (If "NO" - Explanation Required)			
<b>DECLARATION</b>			
I affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts, have been made to the applicable customer drawings and specifications and in the case of production samples, are made from specified materials on regular production tooling with no operations other than the regular production process. I have noted any deviations from this declaration below.			
EXPLANATION/COMMENTS: <u>Injection sample</u>			
Print Name <u>José Neves</u> Title <u>SQA</u>		Phone No. <u>(351) 256 856 070</u> Fax No. <u>(351) 256 856 070</u>	
Supplier Authorized Signature _____		Date _____	
<b>FOR CUSTOMER USE ONLY (IF APPLICABLE)</b>			
Part Warrant Disposition: <input type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Rejected		Part Functional Approval: <input type="checkbox"/> Approved	
<input type="checkbox"/> Interim approval <input type="checkbox"/> Other: _____		<input type="checkbox"/> Exempt / Dispensed	
COMMENTS: _____			
Customer Name _____		Customer Signature _____ Date _____	

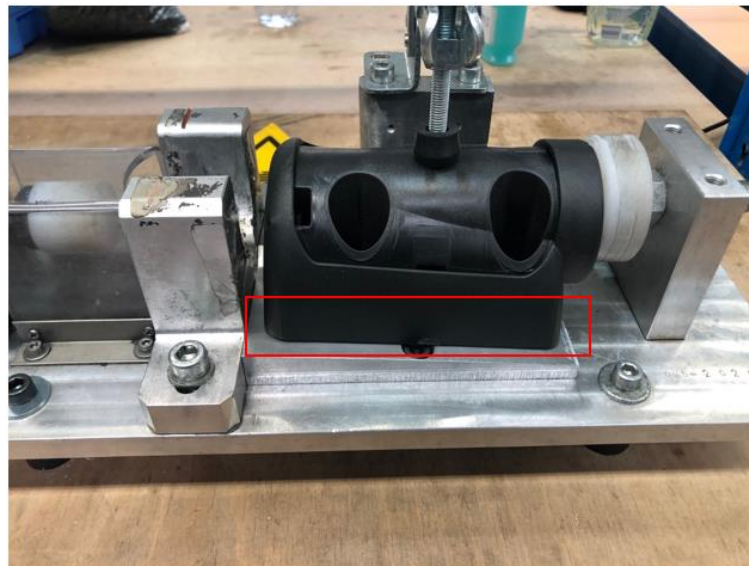
Mod.F.147-05/2015

Customer tracking nr (optional): \_\_\_\_\_

# Anexo M – Ajuda Visual Poka-Yoke



A superfície de montagem é cópia do interior da peça e caso exista algum pino que esteja fora de medida não assenta corretamente dificultando a montagem.



Bracket – Periférico de Montagem

