

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Hugo André Rodrigues de Almeida

Princípios e aplicações de engenharia e gestão industrial: uma abordagem metodológica

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Manuel José Lopes Nunes

Outubro de 2019

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição – Não Comercial - Sem Derivações

CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação de mestrado só foi possível concluir com o apoio, a disponibilidade e a celeridade em responder às minhas dúvidas durante todo o percurso do meu orientador, Prof. Doutor Manuel Lopes Nunes.

Quero ainda agradecer à Prof.^a Doutora Senhorinha Teixeira por me ter sugerido fazer uma tese de índole académica, pelos conselhos fornecidos e pela disponibilidade demonstradas.

Aos professores com quem tive oportunidade de aprender ao longo de todo o curso, por me terem ajudado particularmente no esclarecimento de dúvidas, sempre disponíveis e recetivos.

Quero agradecer particularmente aos meus pais pelo apoio que me concederam, sem eles não seria possível!

Ao meu irmão pelo apoio e entreaajuda.

Aos meus colegas de curso Luís Basto, Filipe Parente, Hélder Sanches e Flávio Costa pelo companheirismo e entreaajuda.

Aos meus familiares e amigos: obrigado pelo apoio!

Quero ainda deixar um agradecimento especial à minha médica Dra. Maria Luísa Silva e à psicóloga Dra. Carla Branco. Obrigado por terem estado ao meu lado na adversidade!

À minha familiar Sra. Prof.^a Isabel Ramos por me ter indicado este curso, numa altura em que tinha muitas dúvidas relativas a qual escolher, e, portanto, sem a qual o meu trajeto poderia ter sido todo diferente.

Por último, à Universidade do Minho por me ter dado a oportunidade de realizar o curso que quis e podendo fazê-lo vivendo juntamente com pais e irmão.

A TODOS O MEU OBRIGADO!!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

A presente dissertação foi realizada no âmbito do curso do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Universidade do Minho. Uma vez que se trata de uma tese académica foi realizada exclusivamente na referida universidade.

Os objetivos tratam de saber se os alunos de dissertação do MIEGI e os autores de artigos internacionais utilizaram as mesmas ferramentas (OEE, 5'S, por exemplo) para atingir os seus objetivos e, mais importante, que aprendizagem resulta da reflexão sobre ambos.

Uma vez que os objetivos dependem em larga medida da pesquisa, a metodologia de investigação utilizada foi a análise documental.

A presente dissertação permitiu desenvolver aprendizagem relativamente a dez temas, que foram os mais abordados pelos alunos nas dissertações EGI. Na generalidade, os alunos e autores internacionais utilizam as mesmas ferramentas para os mesmos fins e os autores internacionais corroboram com as ideias dos alunos de dissertação do MIEGI. Neste estudo, identificaram-se noventa aprendizagens (nove para cada tema) na revisão bibliográfica e mais trinta (três em cada tema) na discussão de resultados.

O trabalho realizado inclui a realização de uma revisão bibliográfica, uma análise das dissertações do MIEGI e uma discussão dos resultados identificados. Na primeira parte, foi possível identificar conceitos importantes acerca dos quinze temas escolhidos, tendo sido selecionados cinco artigos científicos em cada um dos dez temas mais importantes. A análise destes artigos permitiu identificar cerca de noventa aprendizagens sobre esses conceitos, devidamente justificadas. De seguida, foram consideradas três dissertações do MIEGI para cada um dos dez temas. Por último, foi possível comparar e identificar ensinamentos acerca de determinadas ferramentas identificadas nos documentos analisados.

O estudo realizado permitiu identificar que alunos do MIEGI utilizam as mesmas ferramentas referidas nos artigos científicos para atingir os seus objetivos. Foi ainda possível adquirir conhecimento científico e uma importante aprendizagem prática através da reflexão sobre artigos e teses analisados.

Palavras-Chave

5'S, Gestão Visual, Alterar *Layout*, Normalização, Ergonomia, OEE, *Kaizen*, *Poka-yoke*, SMED, *Kanban*.

ABSTRACT

This dissertation was carried out under the Master Course in Engineering and Industrial Management (MIEGI) at the University of Minho. Since it is an academic thesis, it was carried out exclusively at the university.

The objectives aim to know if the students of the dissertation of MIEGI and the authors of international articles used the same tools (OEE, 5'S, for example) to achieve their objectives and, more importantly, that learning results from the reflection on both.

Since the objectives depend greatly on research, the methodology used was document analysis.

This dissertation allowed us to develop learning related to ten chosen subjects (they were because they are often covered by the students in the dissertations EGI). In general, students and authors use the same tools for the same purposes and international authors corroborate the ideas of MIEGI dissertation students. In this study, ninety learnings (nine for each subject) were identified in the literature review and another thirty (three in each subject) in the discussion of results.

The dissertation includes a literature review, analysis of MIEGI dissertations and discussion of results. The first part, starts by gathering important concepts about the fifteen subjects chosen, followed by five significant international articles for each of the ten most important subjects. The analysis of these articles allowed us to identify ninety learnings about these concepts, duly justified. Then three MIEGI dissertations were collected for each of the ten subjects. Finally, it was possible to compare and identify learnings about certain tools identified in the analyzed documents.

It was found that students and authors of articles use the same tools to achieve their goals. It was also possible to acquire scientific knowledge and an important practical learning through reflection on articles and theses analyzed.

Keywords

5'S, Visual Management, Layout Optimization, Standardization, Ergonomic, OEE, Kaizen, Poka-yoke, SMED, Kanban.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Enquadramento	12
1.2 Objetivos da Investigação	12
1.3 Metodologia de investigação.....	13
1.4 Estrutura da dissertação	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Produção Lean	16
2.1.1 Princípios de pensamento <i>Lean</i>	16
2.1.2 Tipos de desperdício	17
2.2 5'S.....	18
2.3 Gestão Visual.....	23
2.4 Alterar <i>Layout</i>	29
2.4.1 Oficinas.....	30
2.4.2 Linhas.....	30
2.4.3 Células	31
2.5 <i>Standard Work</i>	34
2.6 Ergonomia	39
2.7 OEE.....	43
2.8 <i>Kaizen</i> e ciclo PDCA.....	47
2.9 <i>Poka-Yoke</i>	53
2.10 SMED	57
2.11 <i>Kanban</i>	62
2.12 Logística	68
2.12.1 Gestão da cadeia de abastecimento.....	69
2.12.2 Armazenagem	70
2.13 Gestão Integrada da Produção	71
2.13.1 BPMN.....	71
2.13.2 <i>Bill of Materials</i>	73
2.13.3 <i>Materials Requirement Planning</i>	74

2.14	Planeamento e Controlo da Produção	74
2.15	Qualidade.....	76
2.16	Análise crítica da revisão bibliográfica	79
3	ANÁLISE DAS DISSERTAÇÕES DO MIEGI	81
3.1	5'S	81
3.2	Gestão Visual.....	82
3.3	Alterar <i>layout</i>	83
3.4	Normalização	85
3.5	Ergonomia	86
3.6	OEE	87
3.7	<i>Kaizen</i>	88
3.8	<i>Poka-Yoke</i>	90
3.9	SMED	91
3.10	<i>Kanban</i>	92
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	94
4.1	5'S	94
4.2	Gestão Visual.....	95
4.3	Alterar <i>layout</i>	97
4.4	Normalização	98
4.5	Ergonomia	100
4.6	OEE.....	101
4.7	<i>Kaizen</i>	103
4.8	<i>Poka-Yoke</i>	106
4.9	SMED	108
4.10	<i>Kanban</i>	110
5	CONCLUSÕES	113
5.1	Contribuições do trabalho realizado	113
5.2	Limitações do trabalho realizado	114
5.3	Trabalho Futuro	114
	Referências Bibliográficas.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Princípios de pensamento <i>lean</i>	16
Figura 2 - Exemplos de gestão visual (Gomes, 2018a).....	24
Figura 3 - Tipos de sistemas: linhas, células e oficinas (adaptado de (Silva, 2011)).....	30
Figura 4 - Representação de tempos, das sei grandes perdas de Nakajima e dos respetivos fatores (Correia, 2018a)	44
Figura 5 - Ciclo PDCA	48
Figura 6 - <i>Lean Six Sigma</i> DMAIC.....	49
Figura 7 - Processo SMED	58
Figura 8 - Sistema <i>Kanban</i>	63
Figura 9 - <i>Kanban</i> (Vau, 2017).....	64
Figura 10 - Objetos de fluxo: eventos, atividades e portas de acesso (LIMA, 2016).....	71
Figura 11 - Tipos de portas de acesso (LIMA, 2016).....	72
Figura 12 - Objetos de ligação, de agrupamento e artefactos (LIMA, 2016).....	72
Figura 13 - Exemplo de um BPMN (LIMA, 2016)	73
Figura 14 - Exemplo de uma BOM	73
Figura 15 - Esquematização do MRP2 (LIMA, 2016).....	75
Figura 16 - Diagrama de causa efeito	76
Figura 17 - representação de um histograma	77
Figura 18 - Exemplo de representação de um fluxograma.....	78
Figura 19 - Exemplo de Diagrama de Pareto.....	78
Figura 20 - Exemplo de gráfico de controlo.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ACGIH TLV – *Association Advancing Occupational and Environmental Health Threshold Limit Values*

ACPD – Acabamentos de *Polycrystalline Diamond*

BOM – *Bill Of Materials*

BPMN – *Business Process Model and Notation*

BTE – *Blood Transfusion Establishments*

c – capacidade do contentor

CRP – *Capacity Resources Planning*

D – *Demand*

DMAIC – *Define Measure Analyse Improve Control*

EDD – *Earliest Due Date*

EDP – Energias De Portugal

Fj – Tempo de percurso de trabalho

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*

Fmed – Média de tempo de percurso

FTQ – *First Time Quality*

HC – *HoneyComb*

HDF – *High Density Fiberboard*

JIT – *Just In Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

KSS – *Kanban-based Scheduling System*

Lda – Limitada

LT – *Lead Time*

MRP – *Material Requirement Planning*

OAMS – *Online-Awareness & Motivation-Survey*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PCP – Planeamento e Controlo de Produção

PDCA – *Plan Do Check Act*

PDP – Planeamento Diretor de Produção

PNC – Planeamento de Necessidades de Capacidade

PS – Prazo de Segurança

RASI – (ou RACI) *Responsible Accountable Consulted Informed*

REBA – *Rapid Entire Body Assessment*

RTDT – Retificação Cilíndrica do PCD

RTFG – Retificação de Furos e Guias

RULA – *Rapid Upper Limb Assessment*

SA – Sociedade Anónima

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SPCP – Sistema de Planeamento e Controlo da Produção

SPOF – Sistemas de Produção Orientados à Função

SPOP – Sistemas de Produção Orientados ao Produto

STC-LAM – Laboratório de Manufatura Avançada do *Stellenbosch Technology Center*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TWH – *Total Worker Health*

WIP – *Work In Process*

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho corresponde ao projeto de dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. Neste capítulo apresentam-se o enquadramento, os objetivos, a metodologia de investigação e a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

O objetivo da dissertação foi comparar os temas abordados nas dissertações do MIEGI com as publicações científicas internacionais. Para tal, tentamos perceber se alunos e autores de artigos utilizaram as mesmas ferramentas para atingirem os seus objetivos; em que coincidiram e diferiram os resultados de teses e artigos; a aprendizagem como resultado da leitura e reflexão de artigos e teses. A importância desta análise consistiu na aprendizagem tanto com as dissertações dos alunos do MIEGI, como com os autores de artigos científicos, como da reflexão sobre ambos.

Alguns exemplos de artigos científicos analisados incluíram a aplicação dos 5'S a uma empresa do setor de componentes para a indústria automóvel para perceber se existia uma relação entre utilização desta ferramenta e o seu desempenho global. Outro exemplo foi o da aplicação da gestão visual num centro de saúde pediátrico. O objetivo foi conseguir um sistema simples com ferramentas de apoio, nomeadamente, para planear, ordenar orientações e atividades, acompanhar o progresso, avaliar o desempenho, os produtos e os resultados. Esta ferramenta foi ainda aplicada na alteração do *layout* de uma célula de trabalho de fabricação de dispositivos médicos híbridos. O objetivo foi melhorar a eficiência de produção, reduzir as ações e os movimentos desnecessários. Por último, ocorreu ainda a aplicação da padronização na educação em Enfermagem com o objetivo de melhorar o ensino.

O trabalho realizado identifica dez temas. Sete dos quais correspondem aos mais empregados nas dissertações do MIEGI nos anos de 2015, 2017 e 2018, e três àqueles que o autor tinha vontade em conhecer melhor, nomeadamente, o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), o *poka-yoke* e o *Kaizen*.

1.2 Objetivos da Investigação

O objetivo da dissertação foi concretizar a comparação entre as dissertações do MIEGI e as publicações científicas.

A pertinência da dissertação foi aprender com as dissertações realizadas no âmbito do MIEGI, com as publicações científicas e com a reflexão sobre ambas (que deu origem a conhecimento novo). Ainda, perceber se os alunos do MIEGI e os autores de artigos empregaram as mesmas ferramentas para alcançar os seus objetivos. Ainda, perceber em que coincidiram ou diferiram os resultados apresentados nas dissertações do MIEGI e nos artigos científicos.

Foi decidido que, tanto em dissertações do MIEGI, como em artigos científicos, era importante, individualmente, esclarecer, nomeadamente, quem efetuou o trabalho, em que empresa, fez o quê, para o quê e que resultados foram obtidos.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia de investigação utilizada foi a *archival research*, ou seja, a análise documental.

A análise documental é um tipo de investigação baseada na análise de documentos, podendo estes serem recentes ou não. Este método é muito frequente na identificação de perguntas de investigação sobre o passado e/ou evolução ao longo do tempo. A capacidade de responder à(s) pergunta(s) de investigação é potencialmente problemático. Os documentos consultados podem ter informação sobre o assunto pretendido e, no entanto, serem limitados, isto é, não possuírem informações importantes, ou não irem totalmente ao encontro da pergunta de investigação, ou estarem desatualizados, dados indisponíveis, dados confidenciais, etc. Assim, no planeamento deste tipo de investigação, deve ser verificada a disponibilidade dos meios necessários.

Através de uma análise às dissertações realizadas pelos alunos do MIEGI nos anos de 2015, 2017 e 2018, e que se encontram disponíveis no RepositoriUM, foi possível identificar quinze temas (que são, por um lado, os mais abordados nas dissertações do MIEGI nos anos referidos (7 das quais), por outro, aqueles que o autor tinha vontade em conhecer melhor que são o OEE, o *poka-yoke* e o *Kaizen* (portanto, 3) e ainda cinco (5) cujo tema corresponde ao nome de cadeiras importantes do curso, e cujos conceitos aparecem pontualmente ao longo da dissertação). Para o efeito, foram contados o número de dissertações que cada tema possui. Deste modo, foi realizada uma pequena apresentação de cada tema clarificando o conceito, as suas vantagens, os seus princípios, os seus passos (se aplicável), as suas características, entre outros.

De seguida, foram identificados dez temas (os mais utilizados pelos alunos nos referidos anos juntamente com aqueles cujo o autor quis aprender mais sobre). Foram pesquisados no *Science Direct* artigos científicos internacionais utilizando como palavras-chave esses temas. Após uma análise e seleção de artigos científicos, foram identificados quatro a cinco artigos considerados os mais interessantes de cada tema, procurando não repetir conteúdos, evidenciar os resultados principais obtidos em cada um e foram privilegiados os artigos mais atuais.

Com base em artigos científicos, conhecimento do curso, pequenas pesquisas na internet e *brainstormings* foram conseguidas noventa aprendizagens. Por vezes, estas eram conseguidas de forma semelhante, nomeadamente, vantagens e desvantagens da ferramenta, se a dita tem dependência ou não relativa aos outros temas, (se admite ou não) redução de desperdícios, se o tema pode ser transportado para os tempos livres do trabalhador ou garantias para uma implementação bem-sucedida.

Posteriormente, foi pesquisado novamente, agora no RepositoriUM os mesmos dez temas e foram seleccionadas três dissertações do MIEGI, tentando não repetir conteúdos e foram privilegiados os resultados mais atuais. No caso dos temas com mais dissertações a ordem alfabética, relativa ao primeiro nome do aluno, teve influencia (foram analisados os artigos segundo essa ordenação e, os primeiros tinham, portanto, mais hipóteses de serem escolhidos) (os 5'S, por exemplo, possuem, nos anos já referidos, 23 dissertações e foi um desses casos). Relativamente aos que possuíam menos dissertações, por vezes, não havia escolha (caso do *poka-yoke*, o qual possui apenas 3 dissertações). Naqueles em que existia, foram escolhidos aqueles que o autor achou mais interessantes (por uma questão dos resultados obtidos, de serem diferentes uns dos outros, os mais atuais, entre outros) (novamente a ordem alfabética teve influencia). Assim, foram evidenciados os principais resultados de cada dissertação e foi efetuada uma curta análise crítica para cada tema no capítulo das dissertações. Isto resultou numa síntese, onde se reuniram os aspetos mais importantes da aprendizagem obtida em cada tema.

A terceira etapa da metodologia consistiu no estudo dos resultados obtidos. A discussão de resultados foi iniciada pela análise das três dissertações seleccionadas em cada tema. O objetivo foi identificar evidências concordantes e discordantes entre as dissertações e entre estas e os artigos científicos internacionais. Todas as opiniões concordantes valorizam as restantes e as discordantes o oposto. Por fim, a última etapa foi, se todas as opiniões convergirem, relatar a aprendizagem conseguida. Foi observado que todas as opiniões foram convergentes e foi

possível aprender com umas e outras porque muitas vezes, para além de coincidentes, eram complementares. Foi, assim, possível identificar trinta aprendizagens neste capítulo. Novamente, por vezes, as aprendizagens são conseguidas de forma semelhante, nomeadamente, vantagens, diminuir desperdícios, boa implementação e permite aumentar a competitividade.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo corresponde à introdução, onde estão expostos o enquadramento, os objetivos da investigação, a metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, é apresentada a revisão bibliográfica, onde são expostas quinze ferramentas e uma análise crítica da revisão bibliográfica realizada. É mostrado o conceito de cada ferramenta e as suas implicações práticas. Foram escolhidos cinco artigos científicos pertinentes para cada tema. Constam noventa aprendizagens conseguidas no total.

No terceiro capítulo, é encontrada a análise das dissertações do MIEGI e é destacado um conjunto de três para cada tema. Em cada um, possui uma pequena análise crítica.

A discussão dos resultados está no quarto capítulo e nela estão incluídos, para cada tema, os contributos de autores e de alunos e a respetiva aprendizagem. Correspondendo assim a um conjunto de trinta aprendizagens, três para cada tema.

Por último, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho realizado. Este capítulo é dividido em três secções, nomeadamente, as contribuições da discussão de resultados, as limitações do trabalho realizado e o trabalho futuro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção Lean

O termo *Lean* foi utilizado pela primeira vez no livro “*The machine that changed the world*” de Womack, Roos e Jones, em 1990. Segundo os autores, este tipo de produção tinha a capacidade de fazer o sistema de produção gerar mais com menos recursos. O sucesso deste livro permitiu que produção *lean* ganhasse reconhecimento mundial.

Segundo Wilson (2010), a produção *lean* em comparação com a produção em massa consegue utilizar metade de todos os recursos essenciais para a produção, isto é, o esforço dos operários, o tempo utilizado, os espaços de armazenamento, as ferramentas necessárias e os custos associados (Wilson, 2010). Este tipo de produção tenta reduzir ao máximo os desperdícios ao mesmo tempo que procura continuamente melhorias. A capacidade de melhorar a produtividade, a qualidade e a eficiência dos produtos e serviços prestados é uma característica desta filosofia.

2.1.1 Princípios de pensamento *Lean*

O pensamento *lean* consiste numa filosofia que se baseia na eliminação de desperdícios. Esta teoria é fundamentada em cinco princípios basilares que permitem às organizações obter sucesso na implementação do sistema no processo de produção *Lean*.



Figura 1 - Princípios de pensamento *lean*

O valor define o que o cliente valoriza. As operações que não acrescentam valor devem ser eliminadas. Para tal, é imperativo uma constante comunicação entre a organização e o cliente final.

A cadeia de valor consiste no conjunto de atividades, desde o fornecedor até ao cliente, necessárias para a produção de um produto ou serviço. Existe três tipos de atividades: (1) as que acrescentam valor ao produto; (2) as que não acrescentam valor ao produto, mas são

necessárias; (3) e as que não acrescentam valor e não são necessárias. Estas últimas devem ser eliminadas.

O fluxo é o movimento contínuo ao longo da cadeia de valor. Devem ser evitados todos os estrangulamentos no sentido de parar ou reduzir as atividades. Todas as estratégias devem ser pensadas com antecedência para evitar e reagir aos problemas descritos.

A produção puxada decorre quando e somente existe a solicitação dos clientes. Assim é privilegiada a filosofia do *Just In Time* (JIT), ou seja, a produção no momento certo e nas quantidades necessárias.

A procura pela perfeição ocorre para que se alcance a minimização de desperdícios, dos custos e melhoria na qualidade, entre outros. As empresas devem continuamente superar-se a si próprias.

2.1.2 Tipos de desperdício

Desperdício, por definição, é considerado tudo o que não acrescenta valor do ponto de vista do cliente e possa trazer custos para a organização. Como desperdício pode considerar-se:

- Sobreprodução: consiste em produzir para além daquilo que foi pedido pelos clientes. É o pior dos desperdícios, uma vez que contribui para o aparecimento dos restantes. A adoção dos conceitos JIT e *Kanban* ajudam a minimizar o problema.
- Defeitos: resulta na existência de produtos não conformes. Podem ser erros, retrabalho ou falta de algum fator importante (Villiers, 2008). Conduz à acumulação de problemas, nomeadamente, custos de mão-de-obra, insatisfação do cliente, custos que não podem ser recuperados, entre outros.
- Inventário: advém, principalmente, de tempos de espera, dificuldades na rápida resolução de problemas e de sobreprodução. Este desperdício conduz a outros problemas, particularmente, o espaço ocupado, aumento nos tempos de processamento, atrasos na identificação de problemas, entre outros...
- Sobreprocessamento: constitui o desperdício que ocorre quando se tem de realizar tarefas que não estavam previstas ou que utilizam inapropriadamente os recursos e, conseqüentemente, geram processamentos mais caros. As principais causas são a utilização de soluções complexas na execução de operações simples. Simplificar processos é importante para reduzir/eliminar este tipo de desperdício.

- Transporte: é fundamental uma boa organização de rotas, um *layout* adequado e flexibilidade nos transportes, pois são opções que permitem minorizar este problema.
- Esperas: são tempos de inatividade do operário ou de máquina. A origem das esperas está maioritariamente nos seguintes fatores: mau balanceamento dos postos, tempos de *changeover* ou falta de material.
- Movimentação: compreende o deslocamento desnecessário dos colaboradores. As principais causas são a desorganização, não respeitar as questões ergonómicas e os *layouts*. Os 5'S permitem minorizar este problema.

2.2 5'S

5'S consiste numa ferramenta cujo objetivo é mobilizar, motivar e consciencializar toda a empresa para a Qualidade Total. Possui este nome porque se baseia em cinco conceitos japoneses que começam pela letra "S" (em português, utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina). A ferramenta dos 5'S está amplamente difundida tanto em artigos científicos como em dissertações do MIEGI, onde é frequentemente referenciada. O sucesso desta ferramenta está relacionado com conseguir eliminar do espaço de trabalho o que não tem utilidade, organizando-o, permitindo deste modo que este esteja mais limpo, criar regras e incentivar a melhoria contínua.

A metodologia 5'S tem como objetivos otimizar a produtividade e a qualidade na fábrica, assim como reduzir os tempos que não contribuem para o valor acrescentado através da organização e limpeza dos postos de trabalho (Omogbai, 2017).

Os 5'S são cinco etapas:

- *Seiri* (eliminar) – Do posto de trabalho deve ser retirado tudo aquilo que não é necessário;
- *Seiton* (ordenar) – Cada objeto tem o seu devido lugar de forma a que o posto de trabalho seja o mais funcional possível;
- *Seiso* (limpar) – Limpeza e manutenção do posto de trabalho e das áreas envolventes;
- *Seiketsu* (normalizar) – Uma vez atingidas as anteriores etapas, devem ser estabelecidas condições (normas) que permitam manter essas melhorias;
- *Shitsuke* (disciplinar) – Disciplina nas ações de forma a conseguir manter as melhorias alcançadas, procurando a melhoria contínua.

As vantagens desta metodologia são, especialmente, reduções de tempos, melhor aproveitamento de espaço, melhoria da qualidade dos produtos e serviços, redução dos acidentes de trabalho, maior satisfação por parte dos trabalhadores, entre outras (Raid A. Al-Aomar, 2011).

Foram aplicados os 5'S a uma indústria automóvel mais concretamente à parte produtiva no sentido de perceber a possível existência de relação entre a ferramenta e o desempenho global.

Os resultados explicitam que existe relação entre os 5'S e a produtividade. Assim, a implementação e manutenção do método e os padrões permite a melhoria de desempenho. Foi conseguida uma maior limpeza, segurança e qualidade de produto, permitiu que os problemas tenham maior facilidade de deteção e prevenção, redução de desperdício e custos, a correspondência entre produtos/serviços e necessidades do cliente melhorou. Foi evitado o desperdício de tempo e recursos, produtos de baixa qualidade, desorganização, atrasos na entrega, o que ajudou a atingir a tão desejada competitividade. (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2018)

Outra investigação onde foram aplicados os 5'S foi numa empresa de trefilação de cobre localizada no leste do território da Capital Nacional de Déli, na Índia. O objetivo deste estudo consistia na eliminação de desperdício, na melhoria da eficiência, o desempenho ambiental, na limpeza, na saúde e na segurança.

Consiste numa ferramenta aplicável a todo o tipo de empresas e fábricas. Possibilitou a criação de um fluxo ordenado (dentro e entre os vários departamentos de uma organização), a melhoria das condições de trabalho e a redução do desperdício de tempo, espaço e recursos humanos. (Mohan Sharma & Lata, 2018)

O intuito trata de perceber, no caso da metodologia dos 5'S, se alcança a otimização do trabalho e da segurança dos laboratórios universitários de engenharia, de modo a que possa ser replicado a outros centros similares.

Com a implementação da dita ferramenta, os laboratórios escolares foram transformados em “tipicamente” industriais, isto é, foi conseguida uma adaptação no sentido de possuir as condições de segurança e organização normalmente encontradas na indústria metalúrgica. Possibilitou que a aprendizagem, o controlo e a manutenção dos recursos e atividades envolvidas conseguissem ser realizados num menor período de tempo e com

considerável redução de custo. Ainda, foi aumentado o espaço disponível para a localização dos recursos (Jiménez, Romero, Domínguez, & Espinosa, 2015).

Foi aplicada a dita ferramenta com o intuito de melhorar a organização do trabalho relativa aos estabelecimentos de transfusão de sangue (BTE).

Foi conseguido o desenvolvimento do trabalho em equipa e melhorias na gestão. Possibilitou a melhoria, nomeadamente, do processo de processamento de sangue, do controlo de qualidade, das compras, no armazém, dos recursos humanos e da garantia de qualidade. Foram melhorados ainda os processos e condições de trabalho, satisfação pessoal e eficiência. Por fim, foi provado que os métodos utilizados, no qual os 5'S se inclui, foram aplicáveis e úteis para melhorar a organização de trabalho em BTE's (Bertholey, Bourniquel, Rivery, Coudurier, & Follea, 2009).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. Os 5'S permitem melhorias no desempenho – Existência de um número menor de problemas uma vez que existe maior facilidade de deteção e prevenção, para além de menor desperdício (de tempo e recursos) e uma maior organização (Veres et al., 2018). A dita ferramenta permite a libertação de espaço e faz a orientação de fluxo de materiais ou produtos dentro e entre diferentes departamentos. Permitiu a criação de um fluxo ordenado e ainda a melhoria das condições de trabalho (Mohan Sharma & Lata, 2018). A ferramenta possibilitou uma aprendizagem, controlo e manutenção em menor tempo (Jiménez et al., 2015). Possibilita ainda benefícios de trabalho em equipa multidisciplinar (Stark, Graudins, McGuire, Lee, & Duguid, 2019). Elevação dos níveis de qualidade (Drillaud et al., 2017). Possibilitou melhorias na gestão, no armazém, nos processos e na satisfação pessoal (Bertholey et al., 2009). A ferramenta permite melhorias na confiabilidade, na precisão, no maior nível de automação e no desempenho das máquinas (Santos et al., 2018). Ainda na qualidade dos processos, na redução do tempo de *setup* e no aumento do lucro (Roriz, Nunes, & Sousa, 2017).
2. Os 5'S melhoram a qualidade de comunicação – A existência de um problema, dúvida, falta de material, entre outros exemplos que um trabalhador, por alguma razão, não consiga resolver, esclarecer ou avançar, deve ser comunicado/a (por exemplo, incutir as regras: “na dúvida, comunicar!” ou “se falta de material, gritar o nome do colega”). Permite a angariação de tempo, continuação da produção, e o

recetor recebe mais rapidamente o problema. É aplicada a qualidade total: significa grande empenhamento de todos os elementos no sentido de melhorar e manter uma boa comunicação. A organização permite poupança de tempo o que, potencialmente, pode ser aplicado na comunicação (são casos disso mesmo a desarrumação, elevados tempos de *setup*, ferramentas sem local adequado para quando estiverem inativas, layout inadequado, entre outros). Finalmente, os 5'S permitem aumento da motivação do pessoal o que possibilita que estes sejam mais comunicativos.

3. 5'S melhoram a motivação dos colaboradores - Cada "S" traduz, por si só, fatores que aumentam a motivação. A separação permite a libertação de espaço. A organização possibilita bom aspeto, a ordem, a simplicidade e a arrumação. A limpeza permite o espaço agradável. A padronização permite menos dúvidas, as tarefas são feitas em menos tempo e com maior probabilidade de serem bem-sucedidas. A disciplina obriga a que todos os elementos ajudem e cumpram com as normas e padrões da empresa o que se traduz num sentimento de "justiça" para os operadores.

A dita ferramenta permite a diminuição de problemas, melhorias no desempenho, na qualidade (em todos os setores), de eficiência (nomeadamente de disponibilidade), para além de serem conseguidas menor número de queixas e reclamações. Os desperdícios são menores e as condições de trabalho são melhores. Possibilita que a aprendizagem, o controlo e a manutenção sejam realizados em menor tempo. O aumento do lucro pode possibilitar melhorias salariais. Os fatores identificados permitem um aumento da motivação dos colaboradores.

4. Os 5'S permitem melhorias na segurança de pessoas e na integridade de máquinas e instalações - A separação permite a eliminação de objetos perigosos (cortantes, escorregadios, pesados, etc.) ou usados (manutenção, por exemplo). A organização acautela, desse modo, os trabalhadores sabem do que se trata, o que torna o manuseamento mais seguro (novamente objetos cortantes, escorregadios ou pesados, por exemplo). A limpeza permite descobrir anormalidades, o que possibilita evitar rebentamentos, libertação de gases, contacto com produtos perigosos, derrames, falta de óleo, material em fracas condições... A padronização

permite a criação e manutenção de bons níveis de higiene, essenciais para a saúde, como uso de toucas, luvas, sapatos de plástico, etc. A disciplina significa o cumprimento dos quatro primeiros “S”. Para além disso, significa que as normas de segurança devem ser integralmente cumpridas.

5. A dita ferramenta possui um importante impacto nos demais temas apresentados – Alterar o *layout* consiste, sobretudo, em organização. A normalização está incluída nos princípios da mesma ferramenta. O indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é potenciado pela padronização e disciplina. Relativamente ao *Single Minute Exchange of Die* (SMED), os princípios da padronização e organização são essenciais para a melhoria deste fator. O *kaizen* só é possível através da normalização.
6. Desvantagens – Existe uma parte significativa de indivíduos que pensam que a limpeza é um desperdício porque, o local volta a ficar sujo. Para alguns trabalhadores, não vale a pena organizar, porque, segundo os próprios, “entendem-se bem” na desorganização. Existe a possibilidade da padronização não ser considerada boa porque, quanto mais alta for mais complexo é o trabalho e, portanto, maior probabilidade de errar. A melhoria contínua pode não ser bem vista uma vez que a diminuição do tempo das atividades pode não resultar ou pode acontecer o contrário (aumento de tempo), pode haver maior probabilidade de acidentes ou pode tornar mais difícil conseguir que as tarefas sejam bem realizadas.
7. Permite a diminuição de desperdícios – No caso dos transportes e movimentações, assiste-se à diminuição dos mesmos devido à melhor organização e padronização. À redução de esperas graças a, nomeadamente, rapidez de operações através de padronização, organização, disciplina e separação. E, ainda, à diminuição de defeitos devido à alta padronização com rigidez intermédia, melhor organização, disciplina e separação. Os quatro desperdícios apresentados permitem a redução do *stock*.
8. Aos trabalhadores deve ser aconselhado que transportem a dita ferramenta para a sua vida pessoal (todos ganham com tal) - Estes devem aproveitar o seu tempo extralaboral para aplicação na organização do seu posto e dos seus dias de trabalho. Os mesmos devem, ainda, pensar em melhorar como profissionais

(melhorar na limpeza, na normalização, na organização, entre outros). Adotar a regra (nos tempos livres): “na dúvida, trabalhar!”.

9. A eficiência/eficácia dos 5'S depende dos outros temas apresentados - A organização depende da gestão visual adotada, ou seja, o sistema imposto limita a ação da organização. A organização depende do *layout* existente (os possíveis rearranjos estão condicionados aos limites dos edifícios). A organização depende dos KPIs escolhidos uma vez que haverá um esforço para potenciar nesse sentido. As tarefas de potenciar rendimento do trabalhador (organização/padronizar) não podem ser bem-sucedidas se, por exemplo, existir persistência em posturas ergonómicas incorretas. A organização depende das ferramentas adotadas nomeadamente de *kanbans*.

2.3 Gestão Visual

A gestão visual consiste na utilização de reportório visual com o intuito de fazer chegar informação ao destinatário sobre o estado das operações para que este possa tomar as respetivas decisões no imediato. Esta permite maior produtividade, segurança, clima organizacional, motivação dos colaboradores e competitividade da empresa.

É uma ferramenta que se baseia em sinais sonoros e visuais. Estes comunicam, por norma, informações importantes, fáceis e intuitivas acerca do sistema de produção. Deste modo, os operários/engenheiros/gestores estão ao corrente do estado atual do processo. Percebem facilmente o que fazer e em que instante (Feld, 2001).

As vantagens que esta ferramenta possui são variadas, nomeadamente, aumento da capacidade dos operários em gerir e controlar o sistema, redução dos desperdícios, aumento da qualidade, é mais simples e rápido dar uma resposta aos problemas que surgem, entre outras.

Foram identificadas diferentes funções da gestão visual, nomeadamente: transparência, disciplina, melhoria contínua, facilitação do trabalho, aprendizagem a partir da experiência, criar sentimento de posse partilhada, gestão realizada a partir de factos, simplificação e unificação (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2009).

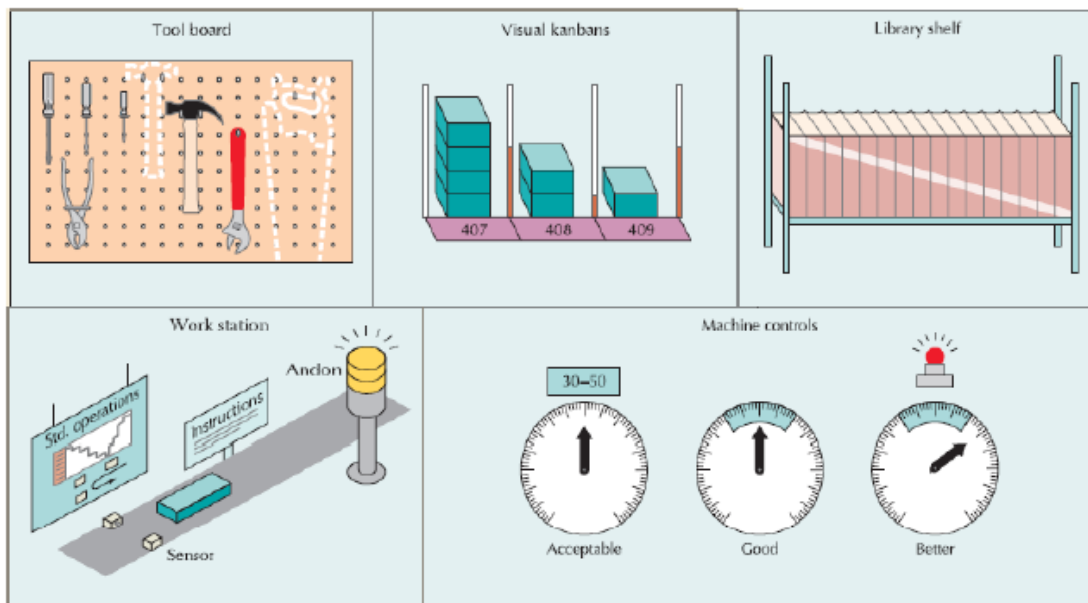


Figura 2 - Exemplos de gestão visual (Gomes, 2018a)

A utilização de ferramentas de gestão visual deve estar adaptada a cada fábrica, pois só assim se consegue obter ganhos. Como exemplos desta há folhas de trabalho padronizado, os quadros informativos, delimitação de espaços e sistemas Ankon (Shingo & Dillon, 1989).

Foi aplicada a gestão visual num centro de saúde pediátrico. O objetivo para o desenvolvimento desta ferramenta foi o estabelecimento de um processo simplificado e ferramentas de apoio para, nomeadamente, planeamento, ordenação de orientações e atividades do programa, acompanhamento do progresso e avaliação e relato do desempenho, produtos e resultados.

Os resultados da ferramenta foram animadores: os membros da equipa relataram que perceberam facilmente o programa e que foi eficiente relativamente à utilidade deste no apoio aos objetivos propostos. Permitiu um planeamento estratégico eficiente e eficaz, acompanhamento do progresso, avaliação e relatórios. Ajudou a tecer e a extrair informações sobre vários objetivos e projetos durante o planeamento do programa, ajudou na gestão de projetos e permitiu atender aos muitos requisitos de relatórios. (Glegg, Ryce, & Brownlee, 2019)

Foi desenvolvido no Laboratório de Manufatura Avançada do Stellenbosch Technology Center (STC-LAM). O sistema de gestão visual tinha como objetivo a gestão de recursos: reunir dados do chão de fábrica e sua exibição num painel.

Através deste sistema de gestão visual foi conseguida uma melhor gestão de recursos, transparência e produtividade do processo. Também melhores níveis de controlo dos recursos de produção o que também melhora os processos subsequentes da empresa. Teve efeitos positivos sobre o tempo, o custo, a qualidade e o desperdício o que permite um ambiente mais transparente e informativo (Steenkamp, Hagedorn-Hansen, & Oosthuizen, 2017).

Teve por finalidade a criação e teste de uma nova ferramenta de avaliação postural fácil de usar e o seu desempenho num sistema de montagem de componentes automóveis.

A ferramenta foi eficaz para análise rápida de dados e criticidade. O *Feedback* é imediato e acessível sobre a avaliação ergonómica de cada operador (redução da criticidade) e priorização de ações a tomar. Realização de identificação, sinalização e priorização de posturas críticas (com o objetivo de serem investigadas e submetidas a ações corretivas) e quadro simples e adequado para uma tela de tarefas repetitivas (Savino, Mazza, & Battini, 2016).

Foi aplicada gestão visual a empresas que utilizam projetos de *design* em construções de médio porte. O objetivo deste artigo foi explorar como os meios visuais apoiam o *design* em termos de coordenação e como eles utilizam o potencial que existe numa equipa de projeto multidisciplinar.

Permitiu que os funcionários compreendessem melhor o seu papel e contribuição, os valores organizacionais e as necessidades dos clientes. Suportou a comunicação e o entendimento mútuo. Apoiou o *design*, a coordenação e explorou o potencial de uma equipa de projeto multidisciplinar. Os meios visuais permitiram que as equipas se tornassem mais autónomas. O ambiente foi mais organizado e envolve o compromisso de todos os atores (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015a).

Foi feito um estudo sobre análise visual para gestão de rede de suprimentos. O objetivo foi perceber se este sistema visual aumenta e melhora os processos de tomada de decisão dos gestores da cadeia de abastecimentos

Foi conseguido um aumento e melhoria dos processos de tomada de decisão dos gerentes da cadeia de suprimentos. Permitiu um sistema visual com várias visões e perspetivas relevantes (destacaram diferentes aspetos estruturantes importantes). Forneceu informações necessárias e é atualizado pelos usuários (é um sistema interativo). Forneceu informações analíticas descritivas e preditivas.

É um sistema visual interativo que ajustou e moldou dinamicamente as representações visuais ao ambiente de decisão (Park, Bellamy, & Basole, 2016a).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. Permite autonomia aos operadores na resolução de problemas - A disponibilidade dos dados, através da gestão visual, aos operadores permite que estes possuam capacidade para resolver problemas. Esses dados podem ser fornecidos numa variedade de formas, como: algoritmos, programas, instruções, explicações, fotos... A gestão visual/*lean* possui como princípio a passagem de conhecimento (dos mais experientes para os menos) ou convidar trabalhadores para formações munindo desta forma os operários com autonomia para resolver problemas. No sentido de atingir a mesma é importante saber informações sobre a empresa, nomeadamente, planeamento, orientações, atividades, progresso, desempenho, resultados, recursos, etc. (Glegg et al., 2019). A evolução tecnológica permite possuir computadores que disponibilizem dados e melhorias nomeadamente no controlo da produção. A gestão visual permite melhor coordenação: os trabalhadores percebem melhor o seu papel, valores da empresa e necessidades do cliente, são por isso mais autónomos (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b). A mesma gestão aumenta e melhora os processos de tomada de decisão: permite um sistema visual com várias visões e perspetivas com informações analíticas e descritivas e preditivas (Park, Bellamy, & Basole, 2016b).
2. Permite melhorar e sustentar uma boa implementação - Permite interditar áreas o que significa evitar acidentes, perturbações sobre o que está a ser realizado. Assim como avisar os trabalhadores quando se trata de áreas em que se deve utilizar capacete, abafadores auditivos, etc. Os trabalhadores percebem as operações/atividades, as suas implicações e a coordenação, o que permite aproveitar o potencial de uma equipa interdisciplinar. Os funcionários compreendem melhor o seu papel e contribuição, os valores da empresa e as necessidades dos clientes: o que se traduz em equipas autónomas. O ambiente é mais organizado e envolve o compromisso de todos os intervenientes (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b). Permite apoio ao planeamento, ordenar orientações e atividades de programa, acompanhar o progresso, avaliação e relato do desempenho, produtos e resultados. Permite ainda extrair informação sobre objetivos e projeto (Glegg et al., 2019). A gestão visual possibilita gestão de recursos, ajuda na produtividade, ajuda no controlo os recursos, tem efeitos positivos sobre o tempo,

custo, qualidade, desperdício (Steenkamp et al., 2017). Aumenta e melhora os processos de tomada de decisão é um sistema visual com várias visões e perspectivas relevantes. Fornece informação analítica descritiva e preditiva (Park et al., 2016b).

3. Todos os trabalhadores contribuem para a melhoria - Os operadores possuem mais dados e maior percepção devido à informação visual de que dispõem. Compreendem melhor as atividades e suas orientações (tanto suas como de outros) (Glegg et al., 2019) e como é a coordenação de uma equipa multidisciplinar, os valores organizacionais e as necessidades dos clientes (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b). Percebem melhor o planeamento, o progresso, a avaliação do desempenho, os produtos e os resultados. Percebem melhor ainda sobre objetivos e projeto (Glegg et al., 2019). Têm conhecimento acerca dos processos de tomada de decisão: sistema visual com várias visões e perspectivas com informação analítica descritivas e preditivas (Park et al., 2016b). Assim, conseguem emitir opiniões úteis e importantes.
4. Alta eficiência - A comunicação é substancialmente melhor: mais, melhor, mais rápida e mais fácil de perceber. Apoiar no planeamento, na ordenação orientações, no acompanhamento do progresso, avaliação de desempenho, produtos e resultados (Glegg et al., 2019). Gere recursos e é obtida maior transparência. Melhora níveis de controlo e processos. Tem efeito positivo sobre o tempo, o custo, a qualidade, o desperdício, ambiente mais informativo (Steenkamp et al., 2017). Pode devolver avaliação sobre ergonomia postural: identifica e prioriza posturas críticas (Savino et al., 2016). Os meios visuais apoiam o *design* e exploram o potencial de uma equipa multidisciplinar. Os funcionários compreendem melhor o seu papel, os valores organizacionais e a necessidade dos clientes. As equipas possuem mais autonomia. Há compromisso de todos (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b). Gestão visual permite maximizar o poder de percepção visual e contribui para uma comunicação rápida, intuitiva e eficaz de gestão (Zhang, 2012). Evita o *stress* relacionado com o trabalho. Permite que a carga mental do trabalho diminua (Bevilacqua, Ciarapica, Mazzuto, & Paciarotti, 2013). Bons processos de tomada de decisão com várias visões e perspectivas. É um sistema interativo com os

trabalhadores e fornece informações analíticas descritivas e preditivas (Park et al., 2016b).

5. Melhoria dos processos de tomada de decisão - A comunicação é mais célere pelo que as informações chegam à chefia mais cedo, o que, contribui favoravelmente para boas decisões. Ora, se as decisões são tomadas mais cedo, pode permitir que os problemas sejam evitados, minimizados e/ou sanados também mais cedo. A gestão visual mostra diferentes perspetivas relevantes e várias visões. Reúne informações relativas a descrições e previsões (Park et al., 2016b). Permite comunicar o planeamento, o controlo, as orientações, as atividades, acompanhar o progresso, avaliar o desempenho, produtos, resultados, projeto (Glegg et al., 2019). O que se traduz em noções importantes para escolha de opções a tomar. Pode ser atualizado por qualquer trabalhador. Permite descobrir problemas e melhorias do chão-de-fábrica que a gestão não tem conhecimento. Uma ferramenta de avaliação postural ergonómica ajuda a tomar decisões uma vez que identifica, sinaliza e prioriza posturas críticas (Savino et al., 2016). Compreender melhor o papel de cada um, conhecimento dos valores da organização e das necessidades dos clientes permite melhores decisões. A gestão visual facilita a compreensão (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b).
6. Os meios visuais apoiam o *design* e exploram o potencial de uma equipa multidisciplinar - A gestão visual apoia o *design* na coordenação. Os trabalhadores sabem qual é o seu papel, percebem melhor contexto que os rodeia, os princípios da empresa e as necessidades dos clientes. É importante meio de comunicação. O rendimento de uma equipa multidisciplinar aumenta devido à maior autonomia conseguida, à maior organização e ao compromisso de todos (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b). Bons meios visuais ajudam: permitem planeamento estratégico eficiente e eficaz (Glegg et al., 2019).
7. A gestão visual para ser eficaz deve ser bem exercida - O excesso de informação pode ser prejudicial (confusão, os operários têm mais dificuldades em saber o que absorver, dúvidas, entre outras). Salientar tudo é um erro: o efeito resultante é o mesmo que não salientar nada (deve ser salientado só o que é importante). A leitura é, idealmente, um processo simples e rápido (para todos perceberem e ganhar tempo). Deve ser devidamente organizada, isto é, priorizar assuntos, rápido

de ler e perceber. Deve existir identificação por importância, por exemplo, do vermelho (mais importante) ao verde (menos importante).

8. Ajuda na redução de desperdícios – nomeadamente defeitos, devido ao fornecimento de indicações de como realizar corretamente as tarefas e o que deve ser feito no caso de destes existirem. Movimentações e transporte, novamente, devido ao fornecimento de indicações nesse sentido. O mesmo pode ser dito para sobre processamento e sobreprodução. Ainda, esperas devido a indicações nesse sentido e à melhoria dos tópicos anteriores. Inventário, no caso da existência de instruções nesse sentido e, ainda com o ganho de tempo dos tópicos anteriores (consome-se WIP).
9. Outras vantagens (se se investir na gestão visual) são, nomeadamente: maior transparência uma vez que permite o acesso mais alargado aos valores dos indicadores da empresa. Melhor controlo, pois os sistemas são melhores. Maior facilidade para iniciantes: há instruções para ajudar a realizar correctamente as suas funções ou na definição das responsabilidades. Maior produtividade uma vez que a informação trás mais clareza. Menos erros, nomeadamente os sete erros principais. Melhora outros temas como: 5'S, ergonomia, alterações de *layout*, *Kaizen*, entre outros...

2.4 Alterar *Layout*

Alterar o *layout* significa alterar a disposição das máquinas ou equipamentos até obter a melhor disposição dos mesmos. Quando o *layout* é bom, permite obter melhor desempenho/produtividade, diminuir custos de transporte, aumentar a eficiência da produção, melhorar fluxos de pessoas e materiais.

Quanto ao *layout*, os sistemas de produção, podem ser classificados: sistemas de produção orientados à função (SPOF) ou sistemas de produção orientados ao produto (SPOP) (Silva & Alves, 2002). Relativamente ao primeiro refere-se à produção em oficinas, por sua vez, o segundo refere-se a linhas e a células (Alves, 2007).

Na figura 3, está explícita a relação dos diferentes *layouts* com a produtividade, o grau de dedicação do sistema ao artigo e o grau de intermitência de produção.

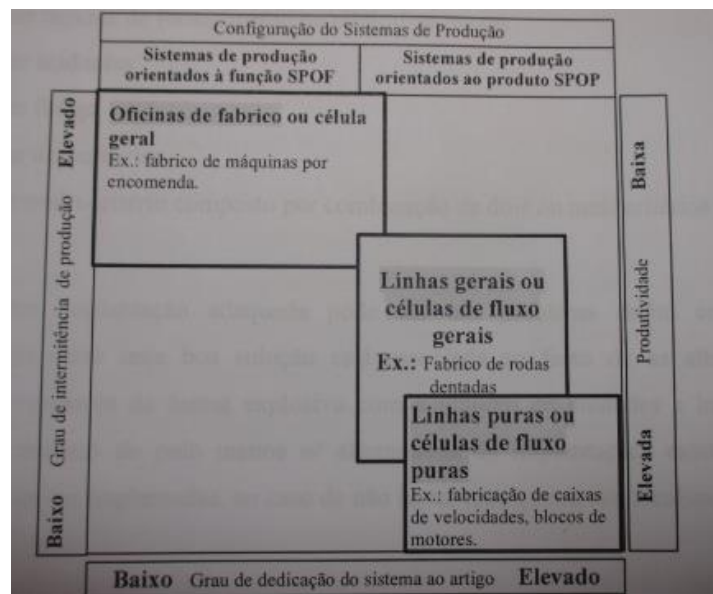


Figura 3 - Tipos de sistemas: linhas, células e oficinas (adaptado de (Silva, 2011))

As linhas produzem uma pequena variedade de artigos, mas grandes taxas de produção. Por sua vez, as oficinas têm baixa taxa de produção, mas grande variedade de artigos. Por último, as células são o meio termo relativamente às anteriores.

2.4.1 Oficinas

Carateriza-se por produzir grande variedade de artigos o que implica processos de fabrico bastante diferenciados. Os artigos fluem de secção em secção apenas guiados pela sequência operatória. O plano de produção é complexo: cada lote tem a sua sequência o que obriga a muitas deslocações entre secções. Por essa razão as oficinas têm desvantagens, nomeadamente, complexidade de controlo do fluxo de materiais, tempos de produção longos e imprevisíveis - o que complica o cumprimento dos prazos acordados com os clientes -, WIP elevado e custos operacionais elevados (Silva, 2011).

2.4.2 Linhas

Os artigos requerem o mesmo processo de fabrico e gamas operatórias muito parecidas. Os postos estão dispostos linearmente de forma a assegurar a sequência das operações e fluxos diretos. Trata-se de apenas um sentido. Foi caraterizada por elevada produtividade e taxa de produção.

2.4.3 Células

Inicialmente, uma célula era “um sistema que agrupava e organizava recursos de produção, como por exemplo homens e máquinas, necessários à execução das operações de produção de uma família de artigos” (Silva, 2011). Estas células são chamadas “células de tecnologias de grupo”.

O atual conceito de célula é mais abrangente: já não se trata necessariamente de famílias de artigos e inclui sistemas de produção organizados (rapidamente) temporariamente. Este novo conceito permite maior produtividade e taxas de produção. É devido a estes fatores que, normalmente, as células originam as linhas de produção.

As células são SPOP uma vez que os postos de trabalhos apresentam complementaridade (na transformação de um artigo ou famílias de artigos) uns em relação aos outros (o que a diferencia da SPOF, pois nestas os postos têm funções de transformação iguais ou semelhantes). As células conseguem juntar os benefícios das linhas (taxa de produção e produtividade) com a variedade de produtos (típica das oficinas).

Foi aplicada a melhoria de *layout* a uma célula de trabalho de fabricação de dispositivos médicos híbridos. Tinha por objetivo trazer eficiência de produção, reduzir ações e movimentos desnecessários. A metodologia foi precisa, prática e prontamente aplicável. Os resultados da avaliação incluíram vários cenários que permitem escolher o melhor com as seguintes variáveis: tempo de produção, custo operacional e resultado. Os resultados da metodologia foram positivos: é viável e eficaz. O modelo de otimização tem potencial para melhorar a eficiência de produção em dispositivos médicos, mas também outras indústrias, nomeadamente a de manufatura (Ho, Ngooi, & Chui, 2019).

A otimização de *layout* foi aplicada na China. O mau *layout* nacional da produção de alimentos ameaçou a segurança da terra e da água. O objetivo foi, portanto, reverter a situação.

Os resultados evidenciam que a produção de milho em Tianjin, Shanxi e Shaanxi teve uma diminuição óbvia e a produção de soja em Guangdong, Hainan e Yunnan aumentou após a otimização. A estratégia adotada possibilitou garantir a terra, a segurança hídrica e o fornecimento sustentável de alimentos. Conclui-se ainda que um modelo de otimização pode ser usado para modificar o *layout* permitindo boa adequação/gestão de água, terra e alimentos (Liu, Wang, & Chen, 2019).

Foi aplicada a alteração de *layout* em parques eólicos com o objetivo de uniformizar a exposição ao vento das turbinas. Através da otimização do *layout*, foi possível a maximização da

energia produzida pelo parque e a uniformização da exposição ao vento das turbinas eólicas, promovendo assim a estabilidade operacional de todas as turbinas, tendo-o feito em todas as direções do vento. Foram comparados os resultados deste método com o da otimização do *layout* para maximização de energia: o segundo teve ligeiramente maior produção de energia, mas o primeiro evita a disparidade de exposição ao vento das turbinas. Como a função objetivo proposta não atende simultaneamente aos dois objetivos de maximizar a energia e uniformizar a exposição ao vento das turbinas eólicas, técnicas como otimização multiobjetivo precisarão de ser aplicadas em estudos futuros para alcançar esses objetivos conflitantes (Yang, Kwak, Cho, & Huh, 2019).

Foi aplicado o *software* de otimização de *layout* com o intuito da obtenção das melhores configurações. O algoritmo proposto possibilitou obter *layouts* aplicáveis que respeitam as restrições geométricas. Os utilizadores relatam eficácia, eficiência e satisfação para com os resultados obtidos. A solução obtida pode ser implantada diretamente sem a necessidade de ajustes manuais que distorçam o *layout* (Diego-Mas, Garzon-Leal, Poveda-Bautista, & Alcaide-Marzal, 2019).

Foi empregada a otimização baseada em simulação de alocação de recursos e *layout* de instalações para operações de enxerto de vegetais. O objetivo foi o planeamento ideal do *layout* de instalação.

Este método permitiu maximizar a capacidade e a eficiência da produção. Foi conseguido o projeto de *layout* de instalações e alocação de recursos ideais para viveiros de enxertia de vegetais. O resultado final pode ser personalizado com base no desempenho individual dos funcionários e nas preferências de *design* do gerente. Se se comparar dois casos de estudo: um sem e outro com este método, os resultados podem levar a uma economia diária 20,64% ou US \$ 1421,44 em média em termos de mão-de-obra, serviços públicos e custos amortizados (Masoud, Chowdhury, Son, Kubota, & Tronstad, 2019).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. Permite a redução do *Work In Process* - Se o *WIP* estiver junto dos trabalhadores, então estes podem usá-lo mais frequentemente. Se se aumentar o pessoal, o *WIP* pode dar lugar a produto acabado. O mesmo acontece no caso da aquisição de uma ou mais máquinas. Ao abolir as paredes de um piso diminui o tempo de transporte e pode utilizar-se esse tempo para produção do *WIP*.

2. Comunicação melhorada - Pode ser conseguida se se virar os postos de trabalho para o quadro, isto pressupõe que estejam ou vão estar escritas informações importantes nele. No caso de um piso dividido (por paredes) poderá, eventualmente, haver remoção das mesmas. Desse modo, aproveitam as paredes exteriores para incluir as instruções. A progressão está em ter de escrever as instruções apenas uma vez (nas paredes exteriores) e não em todas as subdivisões. A introdução de biombos com informações importantes para cada subsecção, a inclusão de armário com uma gaveta por pessoa que permite troca de correspondência, em particular, na relação subordinante/subordinado (tem utilidade para esclarecer dúvidas, emitir/receber ordens, atualizar em relação às novidades...) ajudam a atingir o objetivo.
3. Permite melhorar a acessibilidade - Material fica situado mais próximo dos postos de trabalho (menos transportes, movimentações, menos WIP...). Funções complementares próximas umas das outras (novamente, menos transportes, movimentações, menos WIP...). A secção que é mais precisa deve ficar ao centro do edifício para que todos a possam aceder mais facilmente. Ter, se possível, a secção da gestão na empresa, o que permite ir ao local dos problemas rapidamente, falar com trabalhadores sobre problemas que surgem/surgiram, entre outras.
4. O *layout* possui uma influência importante nos outros temas - É a partir do *layout* que se procede toda a organização (princípio dos 5'S). A gestão visual é realizada nas paredes (externas ou seccionadas), quadros, biombos, assim sendo, a ferramenta é determinante. O desempenho e a disponibilidade dependem deste (movimentações e transporte, essencialmente), logo o OEE está subordinado à ferramenta em questão. O SMED depende do *layout* uma vez que a distância a que as ferramentas estão do trabalhador torna os tempos de inatividade maiores ou menores (por exemplo, ter de parar a máquina ou não).
5. Deve existir um cuidado no sentido de criar condições para evitar potenciais problemas, nomeadamente: o aumento da lotação de um pavilhão, ou um espaço para uma possível implementação de escritórios, ou o alargamento de secções ou espaços amplos para permitir barracas de negócio ou de outra índole.

6. Possibilita a redução de desperdícios, nomeadamente, admite a minimização da movimentação e de transporte (maior proximidade, menos obstáculos, menos “serpentear”). As duas anteriores permitem a diminuição do desperdício em esperas assim como as duas seguintes. Possibilita a redução de inventário: os três anteriores conseguem fazer diminuir o tempo de execução das tarefas e, assim, consumir os *stocks* (assim como a seguinte). Admite a diminuição de defeitos, com mais tempo para produção, menos erros dos trabalhadores e, por isso, menos defeitos. Permite redução do sobre processamento se se investir em mais e melhores máquinas ou mão-de-obra. Reduzir a sobreprodução se se venderem os meios de produção.
7. O *layout* possui influência nos outros temas: Na gestão visual, a existência de divisões num mesmo piso ou de biombo entre as divisões tem forte impacto na informação que chega aos trabalhadores. Esta ferramenta possui efeitos na normalização já que, por exemplo, tem influência no transporte e movimentação padronizados. A existência de “*step*”s, de máquinas, tapetes ortopédicos, de rampas... possui efeitos ergonómicos nos trabalhadores. Possui efeitos no OEE porque menos tempo em transportes, deslocações ou tempo ganho devido à organização permite aumentar o desempenho e, assim, o KPI referido. O *layout* limita o *kaizen*: a melhoria contínua só é aplicável dentro dos limites da empresa e dos seus edifícios.
8. Transportar para a vida pessoal (todos ganham com tal): Conseguir maior organização no período extralaboral: ajuda a ganhar bons hábitos de organização, permite encontrar mais facilmente e rapidamente o que quer que seja, orgulho na arrumação, melhora a motivação, entre outras. Boas ideias como comprar quadro de lembretes ou sofá/cama para repousar nos tempos livres devem ser aproveitadas. Pensar nos tempos livres como melhorar o *layout* de casa, esse hábito pode e deve ser transportado para a fábrica.

2.5 Standard Work

A normalização consiste na atividade que estabelece, face a problemas reais ou potenciais, disposições para a utilização comum e repetida num determinado contexto. Compreende a formulação, edição e implementação de normas. O seu intuito consiste na

maximização da compatibilidade, da reprodutibilidade, da segurança ou da qualidade de determinado processo, produto ou serviço.

O *standard work* é um conceito importante do TPS. Sem a dita ferramenta não é possível alcançar a melhoria contínua: é essencial estabelecer padrões para a execução das tarefas. O *standard work* gera a uniformização de processos, ou seja, é criada uma sequência de operações e utilização de ferramentas para cada tarefa.

Na geração do comportamento padrão, idealmente, a variabilidade de processos é diminuída e, interessa fazê-lo, de forma a que qualquer operador seja capaz de o reproduzir. As vantagens que esta ferramenta possui são, fundamentalmente, permitir reduzir desvios nos processos, aumentar a qualidade dos produtos e reduzir custos.

Segundo Coimbra (2009), os passos para a normalização de trabalho são:

1. Definir a(s) operações(s) que vai(vão) ser alvo de melhoria;
2. Observar o modo como as tarefas são executadas e melhorá-las;
3. Padronizar o trabalho;
4. Manter as melhorias alcançadas.

As características do trabalho normalizado, segundo Monden (Monden, 2012), são:

Tempo de ciclo normalizado por forma a conseguir responder à procura;

Sequência de trabalho normalizada

WIP normalizado: garantir a quantidade mínima de *stock* por forma a evitar rutura.

Implementação de melhorias relativas à padronização internacional da medicina tradicional chinesa. O intuito foi melhorar os serviços. A plataforma foi unificada permitindo aos interessados coletar dados e trocar informações globalmente. Foram conseguidas melhorias nos serviços de telemedicina e assistência médica a grandes volumes de dados (requer um sistema padronizado de informática). Foram eliminadas disparidades nos níveis de regulação entre os países, assim como, se melhorou o desempenho, a distribuição e uso de medicamentos chineses (LI & SANG, 2017).

A padronização na educação em enfermagem teve como objetivo central a melhoria do ensino. O teste padronizado permitiu com precisão prever o sucesso do aluno de enfermagem, identificou as áreas importantes, formou profissionais competentes, com conhecimentos adequados para a prática segura, que permitiram ter emprego, exames válidos e confiáveis, com rigor, e saber as competências mínimas (Smith Glasgow, Dreher, & Schreiber, 2019).

A padronização constitui uma ferramenta essencial para atingir a melhoria contínua. O trabalho padronizado permitiu assimilar as melhores práticas atuais e assim constituiu a base para a melhoria. Foi conseguida a redução das variações do processo e a melhoria da qualidade dos produtos e processos. Ainda, redução de desperdícios, derivado à aplicação dos 5S: método que está incluído na padronização dos processos (Míkva, Prajová, Yakimovich, Korshunov, & Tyurin, 2016).

Foi aplicada a ferramenta da padronização (neste caso os pacientes) numa organização do centro-oeste. O intuito trata de avaliar uma sessão de educação usando pacientes padronizados e como esta ajuda os enfermeiros a lidar com os pais que passam pelo sofrimento de perderem o ou os filhos.

Os resultados permitiram o aumento do conhecimento e conforto dos enfermeiros durante a perda perinatal assim como a melhoria na comunicação com a respetiva família. Foi conseguida ainda a utilização de técnicas de comunicação apropriadas, sobretudo com a mãe. Foi melhorada ainda a prestação de cuidados e foi possível concluir que a educação deve ser fornecida de forma contínua, usando práticas de luto perinatal comprovadas (Sorice & Chamberlain, 2019).

Foi feito um estudo em dois hospitais com o objetivo de perceber a relação entre a padronização de processos e a redução de erros.

A escolha do operário relativamente a seguir as instruções de trabalho da padronização ou o seguir o seu próprio critério possui um papel importante na relação entre padronização e redução de erros. O nível mais baixo de erros acontece quando os operários seguem um alto grau de instruções de trabalho, a rigidez da padronização está num nível intermediário e, desse modo, a adesão padronização é alta. O alto nível de rigidez de padronização não está associado à redução de erros (Nissinboim & Naveh, 2018).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. Aplicar a normalização ao ensino é bom - Permite atuar sobre os fatores mais importantes de um dado problema conseguindo assim eficácia nas medidas. Permite atuar sobre várias perspetivas num mesmo assunto (Smith Glasgow et al., 2019). Permite ganhar experiência com o problema (nomeadamente comunicação, conhecimento, conforto, melhores práticas, entre outras) (Sorice & Chamberlain, 2019). O ensino segundo instruções de trabalho é mais simples e rápido.

2. O número mínimo de erros é atingido quando os trabalhadores têm definido um alto grau de instruções de trabalho (resultado de muitas melhorias), mas a rigidez de usar essas instruções é intermédia (Nissinboim & Naveh, 2018).
A alta padronização pressupõe que o trabalho foi objeto de mais melhorias e, assim, existe maior probabilidade de errar. No sentido de evitar o erro, o trabalhador pode, momentaneamente, realizar instruções de um grau de normalização inferior. A pressão sobre o trabalhador é menor: este não tem de realizar todo o trabalho com o grau de maior complexidade. O trabalhador pode alternar entre um modelo com alto grau de instruções de trabalho com um com menos para atenuar o cansaço (físico e mental).
3. É mais fácil realizar o planeamento - A variação do tipo de recursos é menor o que torna o planeamento mais simples. Pela razão anterior, a mudança do percurso dos produtos também é menor. A menor variabilidade do tempo das tarefas torna mais fácil fazer previsões temporais. A menor diversidade de tarefas pode eventualmente facilitar a atribuição das responsabilidades.
4. Comunicação melhorada – Através da criação de regras. Exemplificando: se um trabalhador precisa de material deve gritar o nome do mesmo. Assim como, quanto ao aparecimento de dúvidas, é sugerida a norma: “na dúvida: comunicar!”. É interessante que os principais problemas, com as respetivas soluções, se encontrem nas paredes das secções. A intranet avisa e aconselha os trabalhadores sobre os problemas e prioriza-os.
5. Esta ferramenta possui uma influência importante nos outros temas apresentados. É essencial nos 5'S (é um dos “S”). É importante estabelecer instruções para a gestão visual para que a comunicação seja mais eficaz e eficiente. É relevante para potenciar o desempenho através do melhor conjunto de instruções de trabalho que são possíveis. É, portanto, um fator importante no OEE. Só pode existir melhoria contínua se existir padrão, logo é imprescindível para o *Kaizen*. Ajuda no SMED, nomeadamente, a diminuir o tempo das operações.
6. Algumas das desvantagens da normalização são as seguintes- Normalmente, quanto maior o nível de padronização mais complexa (difícil de entender e maior facilidade de haver erros) e cansativa é, física e psicologicamente. Se rígida, possibilita mais erros aos trabalhadores, porque têm de se cingir àquela forma de

trabalhar. Se houver um exagero de instruções pode tornar-se confuso. Mais difícil para quem entra (por ser mais complexo).

7. Permite redução de desperdícios, nomeadamente: em movimentações e transporte, redução às essências e mais eficazes e eficientes. Em inventário, as tarefas são realizadas em menor tempo juntamente com menores desperdícios permitem o consumo de *stock*. Em esperas, a realização de tarefas mais rapidamente, e os outros desperdícios permitem menos das mesmas. Em defeitos, no caso de alta padronização e nível de rigidez intermédio, os defeitos diminuem. A sobreprodução e sobreprocessamento podem diminuir se forem tomadas decisões sob a forma de ordens para os trabalhadores nesse sentido.
8. Os trabalhadores podem transferir a normalização para o seu tempo livre (e todos ganham com tal). Nomeadamente, inculir disciplina: deve ter horário para levantar, deitar, trabalhar, fazer intervalos... Inculir normas como: em caso de dúvidas/problemas em relação ao trabalho, estas/estes devem ser pensadas/os nestas durante o tempo livre. Aproveitamento do tempo livre para cumprir tarefas extra trabalho (para não pôr em causa o horário de labor), nomeadamente, consultas médicas, dentistas, segurança social, ATL's... Os operadores devem aproveitar o horário extralaboral no sentido de melhorar como profissionais (desde melhorar tempos, facilidade em fazer as tarefas, perceber como funciona a empresa/colegas/chefia, entre outros). Os executantes devem inculir regras de segurança/saúde, tanto para os próprios, como para os seus familiares mais próximos, nomeadamente: os dedos deverão estar longe das portas, é de evitar que o corpo esteja sem proteção à chuva, evitar estar com a cabeça sobre o Sol, andar sempre no passeio, entre outros. Ao fazê-lo é evitado gastar tempo desnecessário com a saúde (o que é ótimo para a empresa, trabalhador e familiares referidos).
9. A normalização, quando bem utilizada, é frutífera no que toca ao trabalho (segundo as normas): começar pelo essencial. Perceber como executar rapidamente a tarefa e executar isso mesmo ou não consoante a situação. Definição de horas para acordar, deitar, intervalos, tempo de estudo/trabalho e garantir o cumprimento disso mesmo. Definição de tempos: tempo máximo de cada tarefa.

2.6 Ergonomia

Ergonomia é a disciplina que estuda a interação entre seres humanos e máquinas. O objetivo principal desta área é desenvolver e aplicar técnicas de adaptação de elementos do ambiente de trabalho ao ser humano, com o objetivo de gerar bem-estar do trabalhador e conseqüentemente aumentar a sua produtividade. Dois fatores importantes da área são a segurança no trabalho e a prevenção de acidentes laborais. As lesões de esforço repetido são um dos problemas mais importantes de tratar. Esta permite níveis de satisfação, eficácia e eficiência maiores nos operadores.

Pode ser distinguida: ergonomia de produção e de produto. A primeira é responsável por manter a segurança dos trabalhadores. A segunda é responsável pela segurança do cliente (usufruir do produto ou serviço é seguro).

A ergonomia pode ser física, cognitiva ou organizacional. No primeiro caso, é referida ao ajustamento de anatomia, antropometria, fisiologia e biomecânica dos trabalhadores (parâmetros estáticos e dinâmicos). No segundo caso, é referida aos processos mentais: percepção, atenção, carga de trabalho, tomada de decisão, resposta motora, competências, memória e aprendizagem. Por fim, no terceiro caso, é referida ao homem-sistema: comunicação, gestão de recursos humanos, concepção e gestão de trabalho e trabalho de grupo.

Os elementos mais importantes da ergonomia podem ser resumidos na seguinte lista:

- Homem: físico, fisiologia, psicologia, sociologia, sexo, idade...
- Máquina: equipamentos, ferramentas, instalações...
- Ambiente: temperatura, ruído, luz...
- Informação: comunicação entre elementos
- Organização: horários, turnos, equipas, espaço, quadros...
- Consequências do trabalho: acidentes, erros, fadiga, *stress*...

De acordo com Natário (Natário, 2017), é sempre importante atender às questões ergonómicas quando se quando se projeta ou faz alterações nos postos de trabalho pois trás sempre melhorias de produtividade.

O intuito do *Ergonomics Climate Assessment* foi medir o desempenho, o bem-estar organizacional e a sua relação.

Este estudo permitiu perceber que quando a organização usa a ergonomia para promover o desempenho e o bem-estar, os funcionários têm menos dores relacionadas com o trabalho. O *Ergonomics Climate Assessment* forneceu às empresas uma avaliação básica do

valor geral atribuído à ergonomia e ajuda a eleger as áreas para melhorar o desempenho operacional e o bem-estar dos funcionários (Hoffmeister, Gibbons, Schwatka, & Rosecrance, 2015).

Foi aplicado o programa *Total Worker Health* para promover a segurança, a saúde e o bem-estar dos operadores. O *kit* de ferramentas conseguiu a promoção e melhoria da saúde, da segurança e do bem-estar dos operadores. Este fornece guias iniciais para a formação e treinamento de comités e um processo estruturado para gerar intervenções de TWH integradas (Nobrega et al., 2017).

Foram aplicadas intervenções ergonômicas no centro de endoscopia na Universidade da Califórnia-Irvine. O intuito tratou de reduzir o risco crescente de lesões relacionadas à endoscopia.

Foi conseguida uma diminuição do número de lesões dos gastroenterologistas devido à endoscopia. Foram conseguidos aumentos de produtividade, satisfação no trabalho e da própria moral, e ainda melhoria do conhecimento e consciencialização. Além destas, esta iniciativa pode ajudar no envolvimento da administração e assim criar mudanças significativas a longo prazo para melhorar a parte ergonômica da endoscopia (Ali & Samarasena, 2019).

Um conjunto de ergonomistas estudou a evolução da área (passado, presente e futuro), baseados num estudo anterior Dempsey et al. (2005). O intuito é a avaliação de métodos de ergonomia utilizados por profissionais da área.

Segundo o estudo realizado, existem métodos que têm vindo a ser cada vez mais utilizados pelos ergonomistas estado-unidenses. São exemplos disso mesmo: RULA, REBA, dados da extremidade psicofísica superior, índice de tensão e ACGIH TLV para o Nível de Atividade da Mão. A utilização dos métodos tem flutuações de país para país. As tecnologias atuais, nomeadamente o uso de “*Apps*”, vão crescer: no estudo 24 a 28% dos profissionais de ergonomia já utilizam estas aplicações. Estas permitem melhores resultados, em menos tempo, para além de uma boa colheita de sintomas. Apesar da evolução tecnológica que o mundo assiste os ergonomistas continuam a utilizar mais frequentemente o lápis e o papel para avaliações quantitativas (Lowe, Dempsey, & Jones, 2019).

Foi feito um estudo cujo objetivo foi perceber as lições de evidência e implementação em ergonomia participativa.

A implementação de ergonomia em empresa, para ser bem-sucedida, requer: compromisso contínuo a todos os níveis, participação ativa dos operadores, especialistas

internos e pessoas responsáveis pelas mudanças. É preciso ainda treino (princípios de ergonomia), trabalho em equipa, e capacidade de dar resposta aos problemas que forem surgindo. São precisas ainda ferramentas para análise eficiente de riscos e para desenvolver, documentar e implementar propostas (Burgess-Limerick, 2018).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. A ergonomia permite aumentar o desempenho dos trabalhadores – diminuição das hipóteses de lesões (possibilita o aumento da disponibilidade destes). Um local ergonomicamente bom permite maior rendimento uma vez que evita dores, posições desconfortáveis, permite melhor iluminação, permite melhor climatização, bons materiais para permitir não degradar a saúde, nomeadamente, luvas, touca, capacete (ruído), bata, ...
2. Promover a ergonomia permite que os trabalhadores tenham cuidado com o perigo mesmo fora da empresa, o que possibilita manter a saúde do trabalhador – têm uma noção diferente da importância e de como preservar a saúde pelas lições transmitidas pelos técnicos de ergonomia/engenheiros industriais. Pelas constantes sinaléticas (no chão, sinais de perigo ao nível dos olhos, sinais de indicações a tomar, etc.) e pelos avisos dos colegas, principalmente dos mais experientes. Eventualmente, podem existir listas de cuidados a ter para quem é inexperiente, com conhecimento de casos onde as coisas correram menos bem.
3. Os trabalhadores devem transportar a ergonomia para os tempos livres, pois: os próprios têm menor probabilidade de se lesionar (e, principalmente filas de esperas nos locais de saúde, tempo de recuperação, recomeço a trabalhar com menor intensidade, entre outros). Filhos destes têm menor probabilidade de se lesionar e de tudo o que tal implica (principalmente fazer os pais despender tempo em filas de esperas nos locais de saúde, no tempo de recuperação, entre outras). Maior tempo saudável significa, em muitos casos, mais tempo a pensar na profissão o que pode permitir melhorias de produtividade. Permite maior segurança: se os trabalhadores pensarem nesta ciência, estes descobrem o que não está bem na empresa, comunicam à gestão e podem ser conseguidas melhorias nesse sentido. Possibilita ainda, maior satisfação, motivação, o que traz mais rendimento de uma maneira geral.

4. Pode emitir má imagem da empresa, perda de clientes, processos em tribunal, multas, etc. - os trabalhadores não aconselham um lugar onde a saúde não é devidamente assegurada. Pela razão anterior podem perder clientes, empresas subordinadas, empresas colaboradoras. Se os trabalhadores perdem a sua saúde ou parte dela, a empresa pode ser responsabilizada. Se a empresa não cumpre as normas nacionais e internacionais pode e de deve ser sancionada.
5. É fundamental saber qual a carga de trabalho que o corpo pode suportar – para manter a saúde dos trabalhadores (lesões músculo-esqueléticas ou outros problemas de ordem física). Aumentar o desempenho, só se consegue atingir bons índices de desempenho quando a carga de trabalho é adequada ao trabalhador em questão. Minimizar desperdícios, o transbordar de um líquido ao balançar, por exemplo.
6. A curto/médio/longo prazo fará a empresa poupar dinheiro - permite diminuir probabilidade de operações cirúrgicas com os respetivos meses de recuperação; pessoal aleijado com períodos de recuperação; dores que impeçam ou dificultem momentaneamente o trabalho; evitar menor desempenho dos trabalhadores.
7. A ergonomia é importante para lidar com matérias perigosas - Escolher os trabalhadores mais fortes para lidar com mais peso e os menos para lidar com menos peso (uma questão de saúde e desempenho); utilização de óculos (ou viseira), luvas, bata, etc.; garantir boa iluminação; vidros à prova de bala, entre outros.
8. É importante a relação com o *layout* no sentido de garantir, nomeadamente: condições para os deficientes: rampas e elevadores, fundamentalmente. Segurança relativa a incêndios: portas de abrir para fora, extintores, alarmes, portas de cortar o fogo, mangueiras. Em pontes de elevada altura devem existir vidros que impeçam as pessoas de cair de ambos os lados, portas de emergência, corrimões nas escadas ou interditar áreas perigosas para a saúde.
9. Desvantagens da ergonomia (Custos): dos estudos ergonómicos, das mudanças a operar, de formações. De informar aos trabalhadores o que devem fazer (nomeadamente cartazes com posturas críticas...), da suspensão das atividades (quando o risco assim o justifica), dos materiais (auscultadores, iluminação...).

10. Permite redução de desperdícios, nomeadamente, em inventário: o melhor desempenho permite produzir o equivalente à procura e ainda redução de *stocks*. Em esperas, o melhor desempenho dos trabalhadores, ausências de lesões ligeiras ou graves permite reduzir esperas. Em defeitos, o melhor desempenho permite produzir menos defeitos e reagir mais rapidamente a estes. Em movimento e transporte, se tem melhor desempenho e ausências de lesões ligeiras ou graves há a tendência para movimentos mais rápidos e ágeis..

2.7 OEE

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é um indicador de desempenho para medir a eficiência dos equipamentos. É utilizado na metodologia *Total Productive Maintenance* (TPM) apresentando grandes resultados para a melhoria contínua dos seus processos produtivos. O OEE é um indicador percentual e é calculado através da multiplicação de disponibilidade, desempenho e qualidade.

O seu objetivo é maximizar a eficácia dos equipamentos, tendo sido desenvolvido por Nakajima, em 1988, a partir de outro conceito, o *Total Productive Maintenance*. Este permite vantagens significativas, nomeadamente, que trabalhadores e gestão tenham acesso à produtividade atual, melhorar eficácia de equipamentos, identificação de desperdícios, identifica as áreas onde devem ser aplicadas melhorias, permite identificar custos escondidos nas indústrias, entre outras (Sampaio, 2018).

O OEE é obtido da seguinte fórmula:

OEE = Disponibilidade x Desempenho x Qualidade

Disponibilidade = Tempo de Funcionamento / Tempo planeado de produção

Performance = Tempo de ciclo ideal × Peças produzidas / Tempo de Funcionamento

Qualidade = Peças produzidas sem defeitos / Peças produzidas

Nakajima (1988) estabelece como meta a atingir os 85%. Relativamente a cada elemento, os valores mínimos a alcançar são 90% na disponibilidade, 95% na velocidade e 99% na qualidade (Teixeira, 2018a).

Na figura 4, encontra-se representado um esquema, este mostra os três diferentes fatores já apresentados, as designadas “seis grandes perdas” por Nakajima em 1988 associadas a cada um destes e os respetivos temas associados.

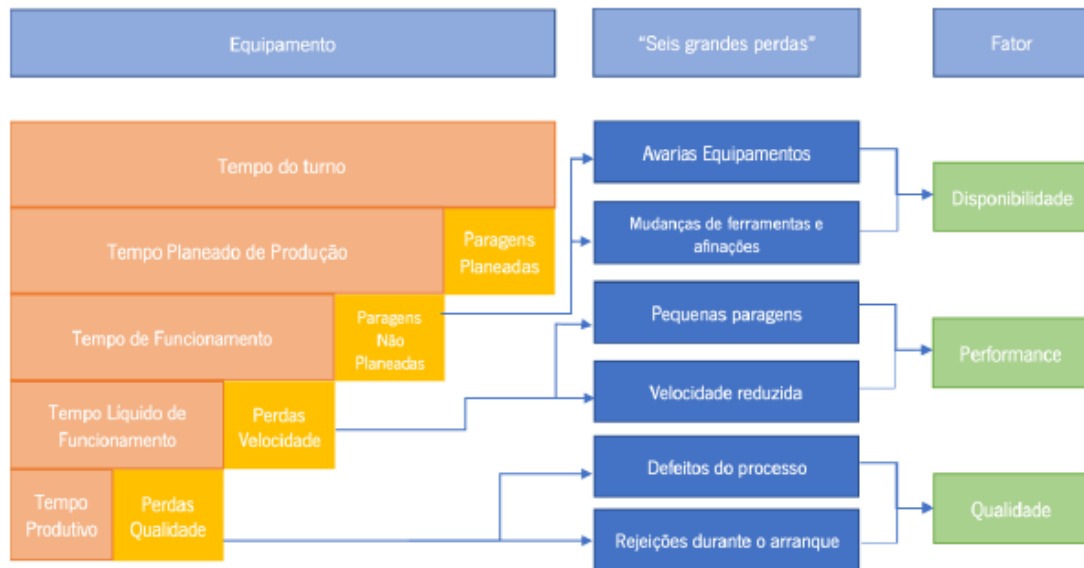


Figura 4 - Representação de tempos, das sei grandes perdas de Nakajima e dos respetivos fatores (Correia, 2018a)

O objetivo (do artigo) foi descrever a prática da gestão de manufatura usando a ferramenta OEE. O OEE permite saber onde e como devem ser canalizados os esforços no sentido de obter maior produtividade e lucro. Os dados quantitativos permitem validar escolhas das mais diversas áreas. Esta ferramenta permite a melhoria de processos, um conjunto geral de melhores práticas e fornece informações de *benchmarking* (Dunn & Dunn, 2015).

O objetivo foi perceber a relação entre FMEA e OEE e, principalmente, como o primeiro pode melhorar o segundo.

O OEE é uma medida que indica a taxa de desempenho com cálculos simples. Nele estão presentes todas as medidas importantes de produtividade e indica a quantidade de perdas que cada parâmetro contribui para reduzir a mesma. Aplicando o FMEA qualquer medida de OEE pode ser encontrada. Isso ajudará a melhorar o OEE e, conseqüentemente, a produtividade. Um estudo de caso de uma indústria comprovou a melhoria significativa do OEE (Ahire & Relkar, 2012).

Foi aplicada a ferramenta OEE a uma máquina de nivelamento da indústria da cortiça. O intuito foi o estudo e recolha de informação sobre *Lean* e a sua aplicação na mesma indústria.

Ajudou na determinação da eficiência do equipamento, auxiliou na monitorização da evolução do desempenho da máquina ao longo do tempo e permitiu perceber quais os pontos que devem ser melhorados e a principal causa de baixa eficiência. A forma como os registos são efetuados pelos trabalhadores foi também importante para os índices de disponibilidade e desempenho (Sousa et al., 2018).

Foi aplicada a ferramenta OEE ao sistema urbano do transporte de cargas com o objetivo de avaliar a sua eficácia.

Foi conseguido reduzir os custos gerais e aumento da receita. Foi aumentada a rentabilidade e lucros. A solução da otimização sequencial da qualidade, do desempenho e disponibilidade foi a mais lucrativa e eficaz. A otimização única da qualidade permitiu um bom desempenho. A taxa da qualidade foi o principal fator a ser maximizado. (Muñoz-Villamizar, Santos, Montoya-Torres, & Jaca, 2018).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. Aumento da eficiência de monitorização de todo o sistema - aplicação do OEE ao operário, à máquina, à secção ou à fábrica. Possibilidade de ser comparado o OEE horário, diário, mensal, anual. Hipótese de haver atualização do OEE em tempo real. Aplicando o FMEA o OEE é melhorado (Ahire & Relkar, 2012).
2. Fornece informações de *benchmarking* (Dunn & Dunn, 2015) - Permite comparação com os concorrentes. Saber em que aspetos a empresa está em vantagem e em desvantagem para com os mesmos. Se os operários da empresa são melhores ou menos bons do que os das outras empresas; Perceber se com a maquinaria atual se consegue atingir os números da concorrência ou se, por outra, é preciso ir ao mercado.
3. É um indicador que ajuda a tomar decisões - insistir (normalmente, no ponto menos forte dos três) e qual a respetiva intensidade (o OEE permite saber qual o resultado que se alcança com determinado investimento). Se vale a pena atingir os valores da concorrência. Se vale a pena diminuir as discrepâncias entre operários/sectores/máquinas. Se se investe em operários ou máquinas. Se vale a pena melhorar a monitorização, entre outras.
4. Vantagens do OEE: em muitas decisões dá o *feedback*. Ajuda a escolher uma equipa de projeto multifuncional (aquela que permite melhor OEE). Permite crescimento industrial devido à maior capacidade de produção, um potencial

aumento de lucros e redução de custos. Sentimento de “justiça” para os trabalhadores uma vez que o salário destes está de acordo com o indicador. Informação transparente, acessível, simples e intuitiva.

5. O OEE tem relações de dependência com cada um dos outros nove temas aqui apresentados, a organização dos 5'S é importante quando se pretende potenciar resultados: tudo deve ser funcional, eficaz e eficiente. A normalização permite potenciar o desempenho e assim o OEE. A ergonomia permite manter os trabalhadores saudáveis e aumentar o desempenho. Os dispositivos *poka-yoke* permite melhorar a qualidade detetando e/ou parando o sistema produtivo. A gestão visual permite rapidez, bom entendimento, fazer chegar ideias-chave às pessoas chave, entre outros o que permite influenciar os resultados da dita ferramenta. A alteração de *layout* minimiza, nomeadamente, transporte e movimentações o que tem efeitos no desempenho, logo no OEE. O *Kaizen* e respetivas melhorias tem influencia nos três fatores deste KPI. A tentativa de potenciar o indicador pode permitir reduzir tempos de *setup* (por exemplo, com máquinas melhores) e assim melhorar o SMED. O desempenho dos trabalhadores (ou por outra o seu treino) tem influência no sistema *kanban*, nomeadamente na rapidez com que fazem a gestão dos cartões.
6. Desvantagens da ferramenta: trabalhadores vistos como números, o que, normalmente os desagrada. Maior pressão pode ser prejudicial pois pode dar origem a mais erros. Pode provocar desentendimentos: quando, nomeadamente, há trabalhadores que produzem mais do que outros e a questão salarial pode não corresponder a tal. A ferramenta pode ser injusta quando se comparam tarefas diferentes, por exemplo, existem tarefas mais suscetíveis a erros do que outras.
7. É um bom indicador (dos melhores): É completo (possui os três conceitos chave para medir a eficiência). Fácil de calcular (consiste apenas na multiplicação simples de três fatores). Simples de entender (todos conseguem). Maioria das empresas possui, o que permite comparações.
8. Permite a redução de desperdícios: em inventário e em esperas, pois a aceleração da produção permite reduções nesses desperdícios. Em defeitos, (é um dos fatores do OEE) ao procurar potenciar o mesmo indicador o fator qualidade esta a ser

melhorado. Em movimento e transporte, ao tentar potenciar OEE este fator é racionalizado.

9. Permite reflexão: do operário consigo mesmo (se está melhor ou pior do que o que já foi), em relação aos outros (se está ou esteve melhor ou pior e como está atualmente). Se há algo que esteja a prejudicar ou a beneficiar o rendimento de trabalhadores/secções/fábrica. Se as instruções atuais são as melhores. E em como ser melhor.

2.8 Kaizen e ciclo PDCA

Kaizen é uma palavra japonesa que significa mudança para melhor. Trata de um conjunto de práticas cujo objetivo é a melhoria contínua. É fundamental para a obtenção da tão desejada competitividade e alude a todos os processos, áreas, colaboradores e pode ser aplicado em qualquer empresa. Os objetivos fundamentais são a eliminação de desperdícios e proporcionar satisfação aos clientes. Os principais sistemas de apoio ao *Kaizen* são o *Just-In-Time* e a Manutenção Produtiva Total. Primeiramente implementado no Japão, hoje o *Kaizen* está implementado em todo o mundo.

A melhoria contínua é multidisciplinar, isto é, qualquer área/ciência/disciplina pode resultar em melhoria para as empresas. Todos os tópicos anteriores resultam em melhorias. Neste foi procurado tratar de melhorias diferentes às que já foram ditas.

Os clientes estão cada vez mais exigentes: querem produtos com cada vez mais qualidade, customizados e entregues nos prazos estabelecidos. Para alcançar estes objetivos é importante ser eficaz: bons trabalhadores, bons equipamentos, automação, boa organização, e flexibilidade estratégica - capacidade de inovação, atacar novos mercados, desenvolver novos processos, melhorar tecnologicamente, melhorar a estrutura organizativa, melhorar a gestão. Só assim é possível satisfazer as necessidades do cliente (Boer & Gertsen, 2003).

Segundo Bessant, Caffyn, Gilbert, Harding & Webb (1994), a melhoria contínua pode ser definida como “um processo de inovação incremental, focada e constante que necessita do envolvimento de toda a organização”.

É fundamental que “tanto a cultura como a infraestrutura da organização estejam ambos projetados para promover a melhoria contínua, bem como metodologias e ferramentas de apoio à sua implementação” (Bessant, Caffyn, Gilbert, Harding, & Webb, 1994). A melhoria contínua é

caraterizada pelo trabalho em equipa e a progressão dos trabalhadores, é fundamental que estes compreendam as metodologias e saibam trabalhar com as ferramentas.

As vantagens da melhoria contínua são um conceito fácil de entender, simples, de baixo investimento, que possibilita o aumento de rentabilidade e produtividade das empresas.

A implementação deste conceito, por vezes, fracassa. Tal acontece porque esta exige alterações comportamentais que não são levadas a cabo ou porque a empresa quer que estas sejam implementadas de forma demasiado rápida.

Kaizen é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua. Esta é uma filosofia que defende que as melhorias são sempre possíveis e ainda que se deve englobar sempre todos os colaboradores da empresa (desde operários a elementos da gestão) (Imai, 1994).

As vantagens que esta ferramenta concebe são, nomeadamente, redução dos desperdícios, redução de custos, aumento da motivação dos trabalhadores, aumento da qualidade de processo e dos produtos, entre outras (Coimbra, 2009).

O ciclo PDCA é uma das técnicas de gestão mais célebres de melhoria contínua.



Figura 5 - Ciclo PDCA

Planear (*Plan*) - Identificação de problemas, discussão de soluções, traçar um plano para eliminação dos mesmos problemas.

Fazer (*Do*) – Implementação de medidas estabelecidas no ponto anterior.

Verificar (*Check*) – Análise de resultados: comparar os resultados obtidos com os esperados.

Agir (*Act*) – Se resultados positivos, então procurar manter as alterações que estiveram na base desses resultados. Caso contrário, o ciclo reinicia novamente.

O ponto-chave da metodologia do *six-sigma* é o DMAIC. Cada uma das letras refere uma parte do processo e reflete os passos a dar quando se pretende implementar melhorias.

Seguem-se os objetivos de cada passo do DMAIC:

- *Define*- Fazer um estudo sobre o cliente (sobretudo as suas necessidades). Priorizar reformas. Fazer o planeamento do projecto. Ter conhecimento aprofundado e seguro sobre o processo a melhorar.
- *Measure* – Identificar um conjunto de métricas que sejam boas para medir o desempenho. Conseguir os valores (*inputs*) das ditas métricas (assegurar que existem e que são adequados). Estimar o desempenho do processo. Tirar as conclusões que daí advêm.
- *Analyse* – Análise exaustiva sobre as causas-raiz do problema: identificar, compreender e confirmar.
- *Improve* – Encontrar soluções para o problema. Perceber os efeitos de cada uma delas. Identificar aquelas soluções que vão ser aplicadas. Construir e controlar o plano de melhoria. Avaliar.
- *Control* – Implementação das soluções; Monitorizar e controlar. Aprender e partilhar as boas práticas.

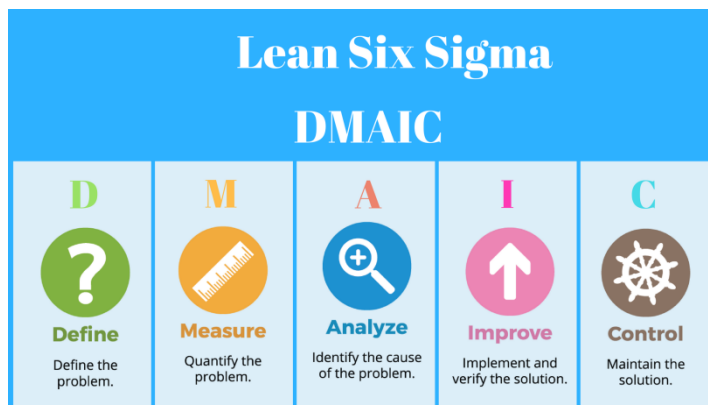


Figura 6 - *Lean Six Sigma* DMAIC

O objetivo do estudo foi perceber que fatores permitem uma implementação bem-sucedida do *Kaizen* e quais os que a dificultam. Os fatores que permitiram uma implementação bem-sucedida são a boa comunicação entre a administração e os seus colaboradores, ter uma estratégia corporativa clara, a presença de um campeão *kaizen* na empresa, boa gestão do conhecimento e empoderamento dos funcionários. Os fatores que dificultam a implementação bem-sucedida são a resistência à mudança, a incapacidade de motivar os colaboradores, a falta

de compreensão do caminho estratégico e as dificuldades em gerir a melhoria contínua (Maarof & Mahmud, 2016).

Foi estudada a melhoria contínua. O objetivo foi perceber quais os princípios mais importantes para que esta seja bem-sucedida.

Para atingir a tão desejada melhoria de processos é essencial estipular quatro princípios. O produto e os processos devem ser bem definidos e com as especificações corretas de acordo com as necessidades do cliente. Uma não conformidade não pode oferecer dúvidas. A causa raiz da não conformidade deve ser fácil de identificar. Por fim, a causa raiz pode ser eliminada (Gamme & Lodgaard, 2019).

Foi implementada a melhoria contínua (PDCA) num curso de *marketing*. O objetivo é melhorar os benefícios de aprendizagem das três partes (alunos, professores e empresas).

Assim, contribuiu para melhorar as estratégias de *marketing* das empresas. Trouxe benefícios sistemáticos de aprendizagem (para alunos e professores). Promoveu-se novas oportunidades para os alunos aprenderem e para ajudar outros. Alunos aprenderam com experiências reais de *marketing* dos negócios. As empresas participaram na avaliação dos alunos. Os estudantes tiveram a oportunidade de exercer o papel de provedores de conhecimento. E houve aprendizagem conjunta alunos-professores (Sangpikul, 2017).

Foi aplicado *Green Kaizen* a uma empresa de fabricação de produtos farmacêuticos. Os objetivos foram as melhorias ambientais e a redução de custos, tendo-se criado um círculo verde (*Green Kaizen*) de melhoria positiva. Este criou melhorias ambientais no chão-de-fábrica, resultando em economia de custos. Foi realizada o compartilhamento das melhores práticas e ampliação de soluções bem-sucedidas de economia de custos. Foi construída, assim, gradualmente uma organização mais sustentável com crescente competência e envolvimento ecológico. Esta ferramenta *kaizen* padronizou e facilitou a cultura de ensino de melhorias ambientais contínuas. Priorizar soluções de melhoria no chão-de-fábrica e o compromisso da gestão ajudaram a que a implantação seja bem-sucedida e rápida. (Bellgran, Kurdve, & Hanna, 2019)

Foi feito um estudo na Faculdade de Educação da Universidade de Fatih. O objetivo foi testar o *Kaizen*-educacional: um modelo de aconselhamento para grupos de aumento da conscientização e motivação.

O modelo aumentou a consciencialização e a motivação. Visou aumentar a vontade dos membros e o envolvimento para o trabalho de grupo. Promoveu a autoconsciência e a disciplina

peçoal antes do trabalho de grupo através do *Online-Awareness & Motivation-Survey* (OAMS). As áreas de critério que os alunos preferiram tratar foram dificuldades de leitura, ansiedade social, paciência, autoestima, vestir e sucesso acadêmico. Os processos com atividades experienciais forneceram aos alunos uma visão diferente sobre os seus problemas, de modo que a maioria dos alunos alterou o seu foco de trabalho durante as sessões. Os grupos permitiram vários assuntos diferentes durante cada sessão. Desse modo, permite-se que os alunos que não têm dado problema (ou que sabem debelá-lo inteiramente ou parcialmente) ajudem aqueles que o têm. Nos grupos heterogêneos, houve ainda lugar para partilha de conselhos/experiências sobre os vários tópicos. O *feedback* dos alunos foi positivo (Topuz & Arasan, 2013).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. A melhoria contínua culmina sempre nos conceitos do *Just-In-Time* e do TPM: a racionalização de recursos (em cada melhoria é pretendido minimizar a quantidade necessária destes para redução de custos). Produzir apenas a procura (produzir menos não satisfaz o cliente e a sobreprodução é o pior dos defeitos). Procurar gerir da melhor maneira a vida útil dos recursos (com manutenção preventiva ou preditiva).
2. A seleção do KPI possui influência na melhoria contínua: as melhorias aplicadas são escolhidas de modo a ser maximizado o indicador em questão. Os métodos da recolha de dados são escolhidos em função do indicador escolhido. A ordem dos passos escolhidos possui, por hábito, ser da mais importante para a menos e, essa ordem, é aquela que maximiza o KPI. A equipa de projeto multifuncional é escolhida em função da maximização do mesmo fator.
3. Para se atingir o *Kaizen* é importante: uma boa monitorização (perceber o que está a correr bem e menos bem e assim define-se o que fazer e em que intensidade). Boas decisões (em particular atacar a raiz dos problemas). Consistência de processos (a partir de uma estrutura (padrão) fiável construir outra melhor). Utilizar dados concretos (para perceber se a melhoria é possível e se foi bem ou mal sucedida).
4. *Kaizen* é indissociável de padronização: não pode haver melhoria sem padrão (é a partir deste que se melhora). A melhor qualidade é conseguida com alto padrão e rigidez de padrão intermédia. Deve ser seguido o padrão de priorizar o mais

importante (garantir o essencial). O padrão da educação/formação sem o qual a melhoria contínua é mais difícil.

5. A melhoria contínua pode ocorrer em qualquer tema (os vários abordados ao longo da dissertação são exemplo disso mesmo): Se se melhorar as condições ergonómicas, o desempenho dos trabalhadores aumenta. A aplicação de *poka-yokes* resulta, na maioria dos casos, em melhoria da qualidade. A utilização do SMED permite melhorar os tempos de *setup*. Ao empregar os 5'S é melhorada a arrumação (através da separação), limpeza, organização, normalização e disciplina. Entre outros.
6. Desvantagens do *Kaizen*. No lugar de melhorar, acontecer o oposto (se por exemplo, acontecer algum imprevisto, algum trabalhador não fizer bem o seu trabalho, etc.). Pode a dado momento não existirem recursos suficientes e o local alvo fica inacabado. Pode não ser possível avançar (devido a material histórico, terrenos de outros, canalizações públicas...) depois de ter iniciado. Possivelmente os custos finais serem maiores do que os previstos (acontece muito em obras públicas, por exemplo). Custos não compensarem os ganhos (o investimento vai tardar muito até estar recuperado ou até pode nunca o estar).
7. É particularmente importante produzir melhorias nos seguintes temas: normalização (sem esta não é possível melhorar as instruções de trabalho, fator essencial na melhoria). Ergonomia (não existindo saúde, os trabalhadores possuem menor rendibilidade, atravessam períodos de recuperação, gera descontentamento, entre outros). Comunicação (se fosse idílica, 90% dos problemas seriam evitados, assim sendo, nomeadamente, a gestão visual, é considerado um tema importante). *Kanbans* (permite trabalhar em *just-in-time* o que significa evitar desperdícios).
8. Este conceito deve ser transportado pelos trabalhadores para os tempos livres e todos ganham com tal: o trabalhador procura melhorar o seu rendimento (na fábrica) no tempo livre de que dispõe. Tenta aproveitar melhor o seu tempo livre (nomeadamente em descanso). Cultiva outros interesses como Inglês ou Excel (importantes nos tempos atuais). Melhora o seu estilo de vida, o que traz maior satisfação e motivação (possibilita aumento de rendimento). Aproveita o tempo-livre para realizar tarefas que não deve durante o período laboral, como ir à segurança

social, ou ao dentista, ou médico, ou de lazer (como assistir a uma peça de teatro), entre outros.

9. O conjunto de condições que deve existir para que a implementação seja bem-sucedida são, boa comunicação entre a administração e colaboradores, ter uma estratégia clara, a presença de um campeão *kaizen* na empresa, boa gestão do conhecimento e empoderamento dos funcionários (Maarof & Mahmud, 2016).

A comunicação permite delegação de tarefas, explicação de como as realizar, esclarecimento de dúvidas ao longo do projeto, vencer desentendimentos, evitar problemas, entre outros. A estratégia é essencial porque se trata de definir de todo um conjunto de ações que vão ser levadas a cabo para resolver o problema, neste caso a melhoria contínua. O campeão Kaizen é um ajudante que sabe e tem ferramentas importantes, que lhe permite o planeamento e, mesmo, a liderança de uma melhoria. A boa gestão do conhecimento permite a racionalização de recursos, a gestão de equipas, a priorização de atividades, a gestão de limitações, o ensino aos trabalhadores, a boa gestão visual... O empoderamento dos funcionários é indispensável, uma vez que, a gestão não tem capacidade para, só ela mesma, realizar todas as atividades. Por isso, é obrigada a delegar funções aos seus trabalhadores ou equipas.

2.9 Poka-Yoke

Poka-yoke, em português “anti-erro”, designa dispositivos cujo objetivo trata da eliminação de erros, quer de máquinas, quer humanos. Criado por Shingo, em 1989, têm normalmente um custo acessível. Fisher afirma que o sistema é um qualquer mecanismo que permite uma fácil deteção de erros, ou que impeça que estes ocorram. O grande objetivo é a eliminação das causas.

Podemos definir esta técnica como um conjunto de mecanismos simples e económicos que permitem prevenir, detetar e eliminar erros (Gomes, 2018a). Os *poka-yokes*, por um lado, indicam o modo adequado a realizar uma dada operação e, por outro, impedir o erro. Estes podem ser aplicados tanto à qualidade produtiva como à segurança dos trabalhadores.

Existe dois tipos de *Poka-Yokes*:

- De Controlo: se um erro é detetado, o processo para (tal impede a acumulação de peças defeituosas) também pode ser um dispositivo que impede que o erro aconteça.
- De Advertência: alerta com sinal sonoro e/ou luminoso quando algum erro acontece (o processo só para se o operador assim o entender).

Existe três tipos de dispositivos anti-erro de acordo com os mecanismos e técnicas utilizadas:

- Métodos de contacto – tal como o nome sugere, identificam os defeitos relacionados com o contacto ou a falta deste entre o dispositivo e o produto. Para isso importa a forma e a dimensão deste último;
- Métodos “*Fixed-value*” – Inspeccionam se um determinado número de movimentos está a ser realizado em determinada operação;
- Métodos “*Motion-step*” – Determinam se o número de atividades desse posto está a ser cumprido (Dudek-Burlikowska & Szewieczek, 2009).

Foi feito um estudo sobre as paragens nos cuidados de saúde (conceito baseado no *poka-yoke* e *jidoka*), o objetivo foi perceber os efeitos que advêm destas.

Este estudo permitiu reduzir os custos crescentes (melhorias financeiras) e erros médicos. As paralisações e criação de falhas no processo permitiram melhorar o desempenho. Foram obtidas melhorias nos resultados de qualidade de processo. Uma das principais conclusões foi que, em caso de dúvida, o processo deve ser interrompido. Os resultados forneceram esperança de que o objectivo de cortar erros médicos evitáveis até 50% pode ser alcançado usando as técnicas *jidoka* e *poka-yoke*. Os dispositivos *poka-yoke* implicaram, geralmente, reduzidos custos. (Grout & Toussaint, 2010)

Foi realizado um estudo sobre a capacidade dos *poka-yokes* prevenir, alertar e controlar a qualidade do ar. O objetivo central foi perceber a capacidade destes equipamentos evitarem o envenenamento de pessoas.

Foi conseguido o objetivo garantindo o acesso a ar fresco até à chegada de ajuda. É particularmente crítico, por exemplo, quando os ocupantes do espaço não consigam abrir (ou não existam) fontes de ventilação natural. Os resultados dos testes aplicados demonstraram a eficácia do sistema (permite, de facto, manter os gases em níveis aceitáveis). O sistema é ainda expansível o que permite controlar níveis de concentração de múltiplos gases ao mesmo tempo (Al-Araidah, Jaradat, & Batayneh, 2010).

Foi produzido um estudo sobre o impacto de atividades preventivas no sistema de produção e o objetivo foi perceber em que circunstâncias vale ou não a pena.

As atividades preventivas, e o respetivo custo da ação tomada, afetam o retorno do sistema de produção. Quando o custo das atividades preventivas é menor que o custo dos defeitos então, o retorno com as atividades preventivas é maior do que o retorno sem as mesmas. E vice-versa. O custo da prevenção recorrendo a *poka-yokes* é normalmente pequeno pelo que a prevenção recorrendo a estas é, na maior parte dos casos, uma boa solução. (Tsou & Chen, 2008)

Foi realizado um estudo onde foram estimadas a classificação e a eficiência de soluções à prova de erros. O objetivo foi perceber as diferenças e saber avaliar os *poka-yokes*.

O tempo de reação aos erros é o fator mais importante diferenciador entre *poka-yokes*. O método permite determinar a solução mais adequada às necessidades da empresa: depende da relação eficiência/custo-benefício e ainda do objetivo, que pode ser uma solução que evite erros ou que apenas os detete (Antonelli & Stadnicka, 2016).

Foi aplicado um *poka-yoke* a uma fábrica de aprendizagem, com o objetivo de prevenção de defeitos.

Os resultados foram melhorias no fluxo de valor. O facto do *poke-yoke* ter sido desenvolvido internamente trouxeram vantagens, nomeadamente custos baixos (hardware de computador e software de código aberto), as pessoas envolvidas ganharam competências de resolução de problemas e foi permitido uma solução perfeitamente adaptada. No caso de digital, permitiu ter acesso de dados novos, nomeadamente, taxa de falhas (Wiech, Böllhoff, & Metternich, 2017).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

- 1- Existe *poka-yokes* de várias classificações: de complexidade pequena, intermédia e grande. O custo varia desde não possuir a qualquer valor (pelos exemplos referidos nesta dissertação relativos a alunos do MIEGI, normalmente o custo é acessível e muito mais baixo que o ganho correspondente). O tipo varia: se o sistema produtivo é parado (controlo) ou não (advertência). O tipo de deteção também varia: método contacto, valor fixo ou movimento degrau. Relativamente a *Software*, pode possuir ou não (tem se e só se existe *hardware*). E a *Hardware*: pode possuir ou não. Pode não possuir material (por exemplo, colocar o telemóvel no sapato). Podem muitas

das vezes ser realizados com qualquer material. Pode depender da imaginação de cada um.

- 2- É aplicável a diferentes áreas, nomeadamente: na ergonomia permite evitar más posturas, lembrar de vestir a bata, por exemplo. Na segurança possibilita impedir roubos, que o alarme não falhe, por exemplo. Na higiene admite lembrar de cuidados, não esquecer de dado produto, entre outros exemplos. Na produtividade, o operador deixa de ser ele a controlar os erros para ser o dispositivo (aumento da disponibilidade e diminuição do cansaço do trabalhador vigiador). Na disciplina, garante pontualidade e assiduidade com lembretes no telemóvel ou despertador, por exemplo. Entre outros.
3. Trabalhadores transportam *poka-yoke* para a sua vida pessoal (e todos ganham com tal): adquirir o hábito de impor tempos nas tarefas. Conseguir um sistema (um caderno, por exemplo), onde os trabalhadores registam aprendizagens para nas oportunidades seguintes fazerem melhor. Esta ferramenta permite ganhar recursos (menos tempo a procurar algo, por exemplo) e aplicar o mesmo no trabalho conseguindo deste modo ser melhor profissional. Os trabalhadores devem pensar com antecedência nos problemas/dúvidas (incluir a seguinte instrução “Na dúvida pensar com antecedência”).
4. Vantagens dos trabalhadores usarem-nos na vida profissional: melhorias na pontualidade e na assiduidade (nomeadamente, fazendo uso dos telemóveis). Evita esquecimentos, usar lembretes (novamente com o telemóvel é fácil e simples). Garantir que nada falte usando listas, por exemplo. Recorrer ao caderno de aprendizagens para terem mais eficácia e eficiência no seu trabalho. Permitir o cumprimento com todas as tarefas que têm: definindo tempo para cada uma e consultando o cronómetro.
5. Outras vantagens: transportáveis na maioria dos casos (muitas vezes são leves, pequenos...). Ajustáveis muitas das vezes (impactos diferentes). Pode ser feito por quem lida diretamente com o assunto (essa pessoa percebe melhor do que ninguém o problema e, quando tal acontece, a solução costuma ser boa). Fica mais barato: substituição de homens por máquinas.
6. Desvantagens: facilmente copiáveis (a concorrência pode fazê-lo, assim como os próprios consumidores deixando de precisar de algumas empresas fabricantes de

poka-yokes). Perigo de pandemia de *poka-yokes* (confusão e difícil coordenação). Má coordenação com outras máquinas (podem colidir, por exemplo). Podem ser falíveis. Se o cliente tem a expectativa de ter o *poka-yoke* e, por alguma razão, não está incluído na compra, então causa nele insatisfação.

7. O *Poka-yoke* tende a substituir trabalhadores (vigiadores) por máquinas: é conseguida maior rapidez de execução (deixa de ser precisa a deslocação do trabalhador até ao botão para parar). Permite que o sistema trabalhe 24h por dia, todos os dias, o que é bastante mais que o ser humano consegue. Bastante menos falível que o ser humano. Bastante mais barato: os custos de fabricá-lo e alimentar com eletricidade são normalmente menores do que pagar um operário a tempo inteiro ou parcial pelo mesmo serviço.
8. A implementação bem-sucedida dos *poka-yokes* depende de: aceitação e participação dos trabalhadores. Apoio da gestão (tem de ser esta a estudar o caso, decidir, comprar/fazer, fazer comunicar aos trabalhadores o que é essencial para que a ferramenta seja bem-sucedida...). Capacidade de dar resposta aos problemas que forem surgindo. *Poka-yoke* ser o mais adequado possível ao problema.
9. Diminuição de desperdícios: são conseguidas melhorias na qualidade (ao diminuir o número de defeitos), no inventário de peças defeituosas, em transportes e movimentações (porque há menos peças defeituosas). Ainda, retiram-se os produtos defeituosos pelo que os operadores seguintes não gastam tempo com estes.

2.10 SMED

SMED ou *Single Minute Exchange of Die* é uma ferramenta criada por Taiichi Ohno e serve para reduzir os tempos de *setup* (preparação de máquinas, equipamentos e linhas de produção). Isto é conseguido através da otimização do processo de reconfiguração das ferramentas e dispositivos de fixação de materiais. Transformação das operações internas em externas (a primeira é uma atividade que exige a máquina parada e a segunda permite a sua realização com a máquina em funcionamento).

Importa diferenciar dois tipos de operações (de *setup*): as internas e as externas. Relativamente às primeiras, identifica atividades que implicam paragem da máquina. No segundo caso estas podem ser executadas com a máquina em funcionamento. Foi, por isso,

definido um método que permite aumentar a disponibilidade dos equipamentos (Dave & Sohani, 2012):

1. Separar atividades internas em externas
2. Converter atividades internas em externas
3. Reduzir todas as atividades.

Para atingir estes objetivos as seguintes técnicas/instrumentos são aplicáveis, respetivamente (Shingō, 1985):

1. Listas de verificação, verificação de funções e melhoramento dos transportes.
2. Antecipação de operações, normalização de funções e recurso a padrões auxiliares (*jigs*).
3. Racionalização do armazenamento e transporte de materiais e ferramentas, implementação de operações paralelas, recurso a fixadores rápidos, eliminação de afinações finais e automação.

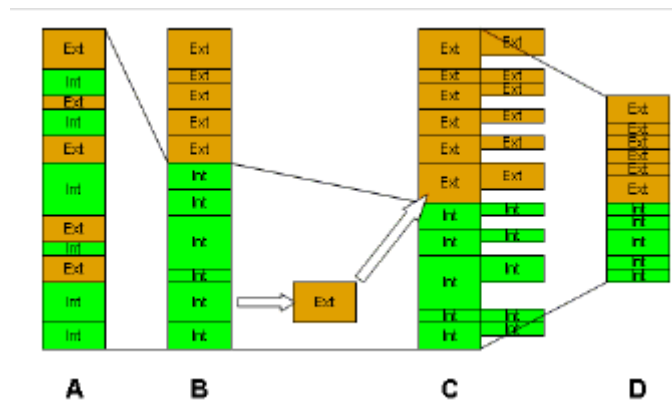


Figura 7 - Processo SMED

Foi aplicado o SMED com o objetivo da redução dos tempos de preparação. Permitiu a redução dos tempos de *setup* do equipamento, possibilitou a produção em económica em pequenos lotes, ajudou no sentido de reduzir os prazos de entrega o que ajuda a responder rapidamente à mudança de procura e permitiu a redução de erros no equipamento. No estudo do caso analisado, fornecedor automotivo de primeiro nível, foi possível a redução os tempos de preparação em mais de 50%, permitindo ainda a eliminação total de sucata (Martins, Godina, Pimentel, Silva, & Matias, 2018).

Foi aplicado o SMED a um equipamento da indústria da cortiça com o objetivo de estudar e recolher informação sobre *Lean* e a sua aplicação na indústria da cortiça.

O método mostrou ser confiável e eficiente, conseguindo melhorar o equipamento. O SMED permitiu a redução do tempo de *setup* devido a troca de ferramenta o que permitiu uma melhoria de 43%. Esta ferramenta provou ser um método poderoso para obter retornos sólidos com investimentos reduzidos. Fatores que facilitam o sucesso da ferramenta são a confiança nos funcionários, a cooperação entre todos, a aceitação à mudança, a motivação, o *brainstorming* de todos para obter soluções que potenciem o efeito do SMED (Sousa et al., 2018).

Foi introduzido SMED na indústria farmacêutica, cujo objetivo foi a redução dos tempos de *setup* e tudo o que de bom a ferramenta pode proporcionar.

O SMED permitiu melhorias na produtividade e lucro. Permitiu melhoria na qualidade, na produção e na satisfação do cliente. Foi conseguida a diminuição no tempo de *setup* e o aumento na produção final. O SMED trouxe ainda melhorias na padronização e trabalho em equipa. O uso eficaz dos recursos permitiu melhorar a personalização dos produtos e a redução de custos. Foi conseguida uma rápida mudança de produção para outro produto de forma a ser mais fácil satisfazer a procura e as metas de produtividade. A melhoria na padronização e eficiência permitiu uma redução no tempo na ordem dos 30%. A implementação do SMED pode ser o primeiro passo para a implementação de outras ferramentas com os mesmos princípios (o *lean*). O fator pessoas é importante para uma implementação e continuação bem-sucedidas. (Karam, Liviu, Cristina, & Radu, 2018)

Foi introduzido o SMED a uma célula de soldadura industrial. O objetivo foi a melhoria dos tempos de *setup* e estudo das condicionantes que fazem desta implementação bem-sucedida.

Para que a implementação do SMED seja bem-sucedida há que definir adequadamente estratégias e atividades preparatórias. Nomeadamente, definir metas de projeto e escalas de tempo, escolher a equipa, conseguir o envolvimento de colaboradores de diferentes departamentos. Escolher o coordenador apropriado, alocar funções e responsabilidades específicas para cada membro da mesma, treinar a mesma e conseguir que o pessoal do chão-de-fábrica aprendesse a trabalhar com nova metodologia e padrões de mudança. A divisão do projeto em diferentes fases ajudou no sentido que permitiu separar e alocar atividades aos trabalhadores e, ainda, que estas ocorressem numa sequência ótima. Por fim, mas não menos importante, houve uma preocupação com o período de preparação da mudança. Com a implementação deste modelo (melhorado) do SMED, a empresa conseguiu reduzir 33% do tempo de *setup* (Ferradás & Salonitis, 2013).

Foi introduzido o SMED a uma indústria automotiva para redução dos tempos de preparação para linhas de montagem de cabos de aço.

Permitiu um aumento da disponibilidade da linha de montagem assim como um aumento da capacidade produtiva, aumentando assim a produtividade. Ainda reduzir o *lead time*, otimizar recursos e reduzir os desperdícios e, deste modo, atingir a tão desejada competitividade. Foi conseguida uma redução dos tempos de *setup* de 58,3% (através da implementação de diversas ações de melhoria direcionadas à organização, identificação de ferramentas, reorganização de tarefas internas e externas, arquivos detalhados de configuração, recursos visuais e treino dos operadores...), o que correspondeu a 210 minutos por semana. As melhorias implementadas permitiram dispensar os técnicos de ajuste (Rosa, Silva, Ferreira, & Campilho, 2017).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. A solução para redução do *setup* é baseada na reorganização das ferramentas e na fixação dos materiais:

Se se adquirir melhores ferramentas, por exemplo, é conseguida maior facilidade no manejo, menor peso (obriga a menos paragens para descansar) e processo de ligar/desligar mais rápido.

Se se conseguir ferramentas versáteis, por exemplo, ter cinco opções de trabalhar na mesma ferramenta: “5 em 1” (evita muitas paragens).

Se se conseguir um apoio para a ferramenta (deixa de ser preciso desligar).

Se se juntar duas ferramentas diferentes e alternando rodando permite diferentes funções: é bom.

Se existir um dispositivo de fixação é bom (por uma questão de tempo): bastar encostar a peça aos pinos (é algo rápido). Quando tal não acontece, pode ser preciso mais ações e mais demoradas (por hipótese, fazer medições, elevar, escrever...).

2. O treino é essencial para melhorar funções tão importantes como: manejo da ferramenta (onde segurar, como segurar, quando se deve exercer mais força...). Produção de menos erros (agilidade, segurar bem na ferramenta, exercer força quando é preciso...). Utilização de fixadores: maior rapidez em colocá-los principalmente quando são precisos vários e de diferentes tipos. Diminuir tempo de produção ganhar habilidade com a mesma peça ou diferentes peças intercaladas.

3. A ferramenta SMED depende de alguns temas tratados nesta dissertação: os 5'S permitem, nomeadamente, melhor organização o que aumenta o desempenho dos trabalhadores. O *layout* permite reduzir transporte/movimentações e, por isso, melhora os tempos das atividades. A normalização potencia o desempenho e, novamente, diminui as durações das atividades. A ergonomia permite a manter os trabalhadores saudáveis ao mesmo tempo que aumenta o seu desempenho. A gestão visual indica como fazer corretamente tarefas (até em termos ergonómicos) o que permite melhorias de desempenho. A normalização permite melhorias nas instruções de trabalho o que possibilita fazer tarefas em menos tempo. A tentativa de potenciação do OEE permite melhorar o desempenho, assim, permite menores tempos de *setup*. As reuniões *Kaizen*, com os *brainstormings* pode permitir boas ideias para redução de tempos das atividades. Os *poka-yokes* ajudam principalmente a evitar erros na execução de tarefas.
4. A diminuição do tempo de *setup*, para além dos fatores referidos no primeiro e segundo tópicos, pode ocorrer: através da substituição de homens por máquinas e, nesse caso, é quase certo que se consegue. Substituição do operário, uns são melhores que outros. Formação: pode permitir conseguir o mesmo resultado final com menos paragens. Melhorar motivação dos operários. Melhorar ergonomicamente. Estudar e implementar os intervalos. Entre outros.
5. Vantagens do SMED: permite lotes pequenos e possibilita redução de *lead time* (permite agradar ao cliente). Melhorias no fluxo (é mais contínuo no caso de serem precisas menos paragens), admite redução de WIP, mais tempo disponível. Maior facilidade para os operadores realizarem as suas tarefas permite mais satisfação e motivação.
6. Desvantagens : Pode aumentar a probabilidade de acidentes. A tentativa de reduzir o tempo das tarefas pode não ser bom: o resultado pode ser pior do que sem essa tentativa. Tentar diminuir o tempo pode fazer com que a atividade fique menos bem-feita. Maior cansaço pode ser sinónimo de mais erros. A própria resistência à mudança, nomeadamente dos trabalhadores.
7. Dos fatores que interessam para fazer da ferramenta bem-sucedida podemos identificar a confiança nos funcionários, a cooperação entre todos, a aceitação à

mudança, a motivação, o *brainstorming* de todos para obter soluções que potenciem o efeito do SMED (Sousa et al., 2018).

Confiança nos funcionários, estes devem ser bons profissionais e leais, só assim têm a confiança da gestão. Cooperação entre todos, deve existir a entreaajuda para possibilitar que problemas sejam evitados, diminuídos, menor tempo gasto na sua resolução, o ensino entre colegas, entre outros. Aceitação à mudança, com rejeição nada pode ser feito (existe uma dependência de uns para com os outros). Motivação, para alto rendimento é imprescindível (os doentes que passam por depressões relatam que não têm a mesma capacidade para trabalhar). O *brainstorming* de todos, se se realizar com todos há maior probabilidade de haver melhores soluções.

8. Ajuda a reduzir os desperdícios: Em inventários, se processos são mais céleres, permitem a eliminação de *stock*. É conseguida maior rapidez de produção, o que permite menos esperas. Um dos fatores que é, em primeira instancia analisado, ao tentar melhorar o SMED é o *layout* (seja da planta da secção, seja da própria banca onde o trabalhador opera). Ao realizar esse melhoramento permite a diminuição da movimentação e do transporte. Ao melhorar as condições de trabalho (reorganização das ferramentas e na fixação dos materiais) do operador (assim como o treino) pode ser conseguida a diminuição de defeitos.
9. Transportar para a vida pessoal (é bom e todos ganham com tal): a tentativa de diminuir todas as tarefas ao tempo mínimo permite, por um lado, descansar mais (há maior tempo livre), por um lado, e realizar mais tarefas (com o mesmo tempo), por outro. Resolver rapidamente os problemas de trabalho dá qualidade de vida. Permite satisfação e motivação. E, assim, maior produtividade. Pessoas que têm este hábito de noções de tempo para a realização das tarefas têm, normalmente, menos problemas no trabalho e na vida pessoal.

2.11 Kanban

Kanban é um cartão. Este constitui uma autorização para produzir ou transportar, controla, portanto, os fluxos de produção ou de transporte. O cartão pode ser substituído por outros meios de sinalização como luzes, caixas vazias ou locais vazios demarcados. Pode ser conotado como um sistema de abastecimentos e controlo de *stocks*. Evita a sobreprodução na

medida em que apenas há autorização para produzir se solicitado no estágio anterior. É também comum os *kanbans* serem divididos por prioridade de reabastecimento: verde, amarelo e vermelho.

As vantagens do sistema são a redução do *lead time*, redução de *stocks*, otimizar o espaço ocupado em armazém (Correia, 2018c), aumento da produtividade, produzir só quando é necessário (evita excesso ou falta de produção), permite controlo visual, permite controlo de inventário, identifica fraquezas dos processos. Permite o *Just-In-Time*, o sistema puxado, controlo de materiais, pessoas e informações.

Existe vários tipos de *kanbans* (Peixoto, 2018):

- De produção: são ordens de produção possuidoras de tipo de produto e quantidade a produzir;
- De transporte: são ordens de transporte possuidoras de tipo de produto e quantidade a movimentar;
- *E-Kanban*: sistema que permite saber informações no que diz respeito à movimentações de materiais e matérias-primas e que permite o controlo de stocks ao longo da cadeia logística.

Chan (2001) propõe uma fórmula para o cálculo do número de *Kanbans* necessários para a implementação do sistema. Consiste na soma do prazo de entrega com o prazo de segurança, multiplicado pela procura e dividido pela capacidade do contentor.

O funcionamento do sistema *kanban* ocorre do seguinte método. O posto de trabalho mais a montante produz apenas e somente o que o imediatamente a jusante lhe solicita. O mesmo acontece com este último, e assim sucessivamente. Consiste na produção apenas e somente da procura. Na figura 8 está representado um esquema do sistema *kanban*.

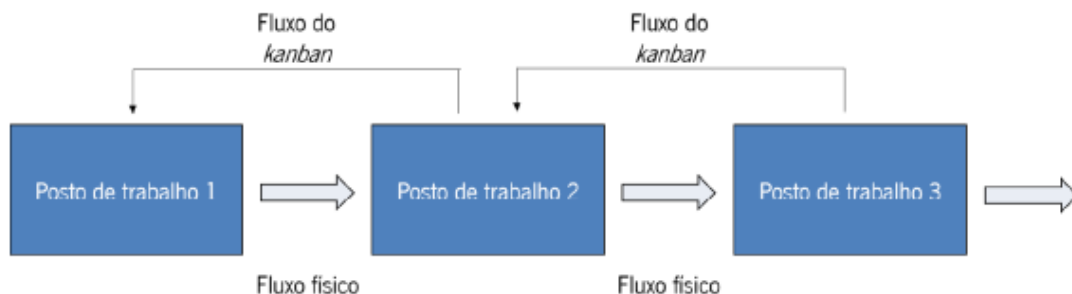


Figura 8 - Sistema *Kanban*

Na figura 9 está representado um exemplo de um *kanban*.



Figura 9 - *Kanban* (Vau, 2017)

Foi aplicado *kanban* e SCRUM com o objetivo de perceber os seus efeitos quando aplicados em simultâneo. Através destas ferramentas foi possível otimizar o processo de desenvolvimento, identificar as tarefas, gerir o tempo de forma mais eficiente e configurar equipas. Ajudou na gestão de projetos de orçamentação, controlo de risco, qualidade de projeto, gestão dos recursos disponíveis e clarificação do objetivo do projeto. Permitiu o desenvolvimento de projetos bem-sucedidos e boa gestão da cronografia dos mesmos. A utilização da ferramenta conduziu a uma maior consistência em fatores de gestão de projeto (Lei, Ganjeizadeh, Jayachandran, & Ozcan, 2017).

Foi implementado *kanban* com o intuito de melhorar a satisfação dos enfermeiros do hospital. O *feedback* indica um aumento da satisfação dos enfermeiros e benefícios significativos (ao nível da organização, ausência de rutura, redução de custos, por exemplo). A satisfação permitiu um melhor desempenho. Os riscos de implementação foram reduzidos. De realçar que as diferentes secções no hospital possuíram resultados diferentes. Cada secção implicou diferentes abordagens para melhor atender aos seus requisitos. Um fator importante foi o treino dos seus participantes, o que permitiu melhorar todos os aspetos desta ferramenta. A mesma fez com que os enfermeiros se concentrassem mais no paciente (e menos na logística) o que possibilitou um melhor atendimento dos mesmos. Através desta ferramenta, os enfermeiros possuíram todo o material necessário para o cuidado adequado. Esta ferramenta possibilitou melhores resultados operacionais, economia de tempo e redução de custos (Aguilar-Escobar, Bourque, & Godino-Gallego, 2015).

Foi introduzido o sistema *kanban* com o objetivo de atingir a produção *lean* com *stock* mínimo e custos reduzidos.

Os resultados do estudo sugeriram que o comprometimento da alta gestão, a participação dos funcionários, a participação do fornecedor, a gestão eficiente dos *stocks* e a melhoria e controlo da qualidade foram importantes para a implantação do *Kanban* e para a manufatura *lean*. Os resultados da implementação de *Kanban* nesta empresa de manufatura foram positivos nomeadamente, melhoria dos custos operacionais, desperdícios, sucatas e perdas, os *stocks* de sobreprodução foram controlados com estações de trabalho flexíveis (Rahman, Sharif, & Esa, 2013).

Foi implementado o planeamento (baseado em simuladores) num sistema baseado em *kanban*. Os objetivos passaram por estimar o desempenho e ajudar na tomada de decisões.

O simulador KSS (*Kanban-based scheduling system*) conseguiu medir o desempenho e constituiu uma importante ajuda na tomada de decisões. Nomeadamente, ajudou a avaliar o impacto do uso dos diferentes recursos para uma dada tarefa, a compreender como uma tarefa afeta a obtenção mais rápida do valor total da capacidade ou a atingir o objetivo de valores mais elevados no início do processo de desenvolvimento incremental. Permitiu ainda perceber o que está a bloquear a conclusão de tarefas ou capacidades, os impactos da alternância de contexto entre tarefas ou ajuda a saber a quantidade de recursos necessários numa determinada área de especialidade para um determinado perfil de trabalho (Tregubov & Lane, 2015).

Foi aplicado um sistema *kanban* numa empresa de manufatura na Malásia. O objetivo foi a melhoria do sistema de manufatura, bem como da inclusão da prática do *Just-in-Time*.

Possibilitou a redução do tempo de espera, minimização do *stock* (em processo e acabados) e otimização da área de armazenamento. Introduziu-se o *Just-In-Time*. Foi criado um fluxo suave de peças em todo o sistema de produção. O comprometimento sistemático e total ajudou na implantação do sistema *kanban* (Naufal, Jaffar, Yusoff, & Hayati, 2012).

As principais aprendizagens são de seguida apresentadas:

1. Algumas das vantagens do uso de *kanbans* são: libertação de espaço dos armazéns (Naufal et al., 2012). Aumento da satisfação dos trabalhadores (Aguilar-Escobar et al., 2015). Permite aos trabalhadores pensar menos na logística e mais na sua função (o que se traduz na melhoria do seu rendimento) (Aguilar-Escobar et al., 2015). Aumento das entregas atempadas (Naufal et al., 2012). Evitar erros no abastecimento de artigos (Tregubov & Lane, 2015). Entre outras.

2. Cada secção da empresa é um caso com características próprias: em cada uma existe um determinado número de máquinas. A qualidade das mesmas pode variar ou não (nomeadamente, em tempo unitário de realização de artigo). As anteriores fazem variar o número de *Kanbans* existente para cada produto. As anteriores fazem variar o número de *kanbans* de *stock* de segurança.
3. O treino dos trabalhadores é, particularmente, importante: É realizada a coordenação de várias máquinas com tempos unitários de produção próprios (diferentes ou iguais entre elas). O objetivo é satisfazer os clientes e evitar a rutura. É necessário realizar um quadro que relaciona todos estes fatores (*kanbans* de produção, *kanbans stock* segurança, tempo de produção unitário das máquinas, entre outros) cujo resultado final é a sequência das operações a tomar. O problema é que, por norma, fazer o quadro exige muito mais tempo, do que o que há disponível para execução. É preciso fazer vários quadros destes pois a procura difere de uns dias para os outros (ou até de hora para hora). Fixar uma sequência para cada quadro e, depois, tentar. Ir tentativa-erro até se alcançar a perfeição.
4. Os fatores que possibilitam que o sistema *Kanban* seja bem-sucedido são: o *layout*, em particular a redução dos desperdícios de movimentações/transporte. O Investimento em boas máquinas (rapidez de produção unitária de produtos melhorada). Trabalhadores competentes (devidamente treinados). Os fatores realçados ao longo do trabalho: ergonomia, 5'S, gestão visual, normalização, OEE, SMED, *poka-yoke*, *kaizen*.(todos permitem melhorar o desempenho). Ainda TPM (*Total Productive Maintenance*) para substituir máquinas quando assim se justificar. Se se puder ter mais colaboradores tem maior probabilidade de haver melhores resultados.
5. Melhor serviço aos clientes (devido a menor *lead time* e entregas em lotes mais pequenos): Aumento da interdependência entre trabalhadores, o que significa maior entreajuda (se há operadores sem trabalho, estes podem ajudar aqueles que têm). Redução do cansaço dos trabalhadores uma vez que só se produz o necessário. Rapidez de circulação de informação, devido à interdependência, e a entreajuda permitem evitar, diminuir o efeito, saber o que fazer em cada momento, entre outros, relativamente aos problemas que surgem no quotidiano. Tempos mortos permitem que os trabalhadores partilhem aprendizagem e se ajudem entre eles.

Todos os fatores anteriores permitem melhorar o fluxo. Diminuição da produção (menos que máxima) permite ganhar tempo para lotes mais pequenos.

6. Possibilita minimização de desperdícios: não há contribuição para aumentar o inventário (*Just-In-Time*). Diminuição da produção (menos que máxima) permite reduzir esperas. Não existe sobreprodução, uma vez que, está subjacente o princípio do *Just-In-Time*. Aumenta um pouco o sobre processamento porque atividades como pegar, movimentar e colocar *kanbans* não acrescentam valor para o cliente. Redução de defeitos pois os trabalhadores têm menos que fazer e ficam menos cansados (produção inferior à máxima). O treino e experiência dos trabalhadores permitem redução de transporte e movimentações.
7. O comprometimento da alta gestão, a participação dos funcionários, a participação do fornecedor, a gestão eficiente dos *stocks* e a melhoria do controlo da qualidade são importantes para a implantação bem-sucedida do *Kanban* (Rahman et al., 2013). Comprometimento da alta gestão para solucionar problemas que os trabalhadores não querem ou conseguem. Para ordenar e garantir que tudo corre como previsto. Participação de funcionários, porque sem a aceitação destes não há produção. Participação do fornecedor: se não há produtos não há produção. Gestão eficiente de *stocks*, com o intuito não existir rutura ou sobreprodução. Melhoria do controlo de qualidade: para as caixas não possuírem defeitos (têm de possuir o número de unidades que está no *Kanban*).
8. Permite a diminuição dos *stocks* o que é bom: maior facilidade em contabilizar inventário, permite maior disponibilidade de tempo para operadores. Maior espaço físico livre, permite movimentações e transportes menores por evitar fazer desvios. Menores custos como produzir, transportar, armazenar. Maior organização o que permite aumento de desempenho e diminuição de desperdícios. Com considerável desarrumação, é provável demorar mais tempo à procura de determinada peça (novamente, consegue-se maior disponibilidade de tempo para operadores).
9. Boa organização é bom porque: torna o espaço agradável, o que gera motivação e satisfação, o que, por sua vez, aumenta o desempenho do trabalhador. Aumenta a produtividade, as ferramentas no seu devido lugar permitem que os trabalhadores as encontrem em menos tempo, assim como qualquer outro material. Permite a entrega, é conseguida ao colocar os postos de trabalho menos distantes uns dos

outros (em “U”, por exemplo). Minimização de transporte e movimentações. Permite que o inventário não “estorve” os trabalhadores nas suas ações (movimentos: contornar, encontrar a peça que procuram, permitir ver informações presentes nomeadamente em quadros nas paredes, entre outros). Permite boa gestão visual (um quadro bem organizado permite rapidez de análise, fácil de entendimento, priorização de assuntos, entre outros).

2.12 Logística

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals*, a logística pode ser definida como “O processo de planeamento, implementação e controle de procedimentos para o transporte e armazenamento eficiente e efetivo de bens, incluindo serviços, e informações relacionadas do ponto de origem até o ponto de consumo para atender às exigências do cliente. Essa definição inclui movimentos de entrada, saída, internos e externos.” (Vitasek, 2013)

A logística compreende 13 atividades são elas (Carvalho, 2017):

1. Armazenagem e Gestão da Armazenagem – conjugar da melhor forma o custo de transporte, a localização dos *stocks* e o nível de serviço pretendido. (é a atividade mais importante da logística);
2. Transporte e Gestão do Transporte;
3. Controlo e Gestão de *Stocks* – é importante na medida em que define o custo de posse dos materiais para a empresa;
4. Gestão de ciclo de Encomenda – o reaprovisionamento deve estar de acordo com os procedimentos definidos pela empresa (tanto a nível interno como externo) no sentido de defender os interesses da mesma;
5. Planeamento da Produção/Programação – a produção e o planeamento têm implicações importantes a montante e a jusante;
6. *Procurement* e Gestão de Ciclo do *Procurement* – Garantir que os fornecedores conseguem fazer chegar a produção esperada;
7. Embalagem (industrial) e Gestão de Embalagem;
8. Manuseamento de materiais (matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produtos finais) e Gestão de Materiais;
9. Serviço ao cliente;

10. Localização e Gestão de Instalações – Gestão de equipamento e instalações no sentido de privilegiar as atividades logísticas;
11. Manuseamento de Materiais Retornados;
12. Suporte ao Serviço ao Cliente – Ações pós-venda;
13. Eliminação, Recuperação e Reaproveitamento de Materiais e Gestão Logística Inversa.

O *Council of Supply Chain Management Professionals* define Gestão da Cadeia de Abastecimento como “envolve o planeamento e a gestão de todas as atividades logísticas (...) a coordenação e a procura de colaboração entre parceiros de cadeia. Em essência a Gestão da Cadeia de Abastecimento integra as componentes de abastecimento e a procura dentro e entre empresas” (Carvalho, 2017).

A logística é uma área importante para o sucesso da empresa. Esta tem a capacidade de reduzir os custos, tempo de resposta ao cliente e melhorar o serviço tende um caminho de crescimento exponencial (Moura, 2006). Permite reduzir os tempos de desperdício, aumentar os lucros e a produtividade da empresa.

As principais dimensões da logística são o tempo, o custo e a qualidade de serviço. É possível através deste avaliar o sistema logístico de uma empresa fundamentalmente em termos de agilidade, capacidade de resposta e leveza (Carvalho, 2017).

2.12.1 Gestão da cadeia de abastecimento

As empresas percebem que devem adotar a gestão de cadeia de abastecimento para conseguirem a tão desejada competitividade. O objetivo desta é controlo e planeamento do fluxo de materiais e/ou serviços, incluindo os fluxos financeiros.

A flexibilidade da cadeia logística é importante devido à variação do mercado. O sistema deve ser puxado.

As vantagens da gestão da cadeia de abastecimento são reduzir custos, reduzir recursos, reduzir inventários e de *lead time* (Winkler, 2009)

Existe três principais constrangimentos na criação de uma cadeia de abastecimento (Lockamy, 2008):

1. Falta de comunicação entre os membros integrantes;
2. Falta de orientação em relação aos objetivos comuns entre todos os intervenientes;

3. Inexistência de indicadores de desempenho funcionais.

Para além de referir a já falada flexibilidade, a transparência, simplicidade, agilidade, resposta e fiabilidade são pontos importantes para o sucesso (Winkler, 2009).

2.12.2 Armazenagem

A distribuição física é um conceito basilar. É esta que tem a responsabilidade pela saída do produto do armazém até ao cliente e tudo o que de bom e de mau este caminho pode significar (RAGO, 2002). Esta é uma atividade bastante cara para as empresas (2 a 5% dos custos totais) (Frazelle, 2002).

As três principais funções da armazenagem são (Queirolo, Tonelli, Schenone, Nan, 2002):

1. Receber produtos;
2. Armazená-los;
3. Retirar os mesmos quando solicitados.

A armazenagem de produtos permite compensar as variações de mercado, permitindo maior flexibilidade e estabilidade à cadeia de abastecimento (Frazelle, 2002).

Existe diversos tipos de armazéns. Relativamente ao tipo de itens que estes possuem:

- Armazém de matérias-primas e componentes: como o próprio nome sugere contém as matérias-primas e os componentes de base do processo de montagem;
- Armazém de produtos em processo: possui produtos WIP;
- Armazém de produto acabado: possui produtos acabados. Este ajuda a conseguir corresponder às variações da procura baseando-se na produção.

Podemos classificar ainda os armazéns segundo função e localização (Frazelle, 2002):

- Centro de distribuição: têm a função de receber produto acabado e enviá-los para os clientes;
- Pequenos centros de distribuição: tem o objetivo receber, *picking* e envio de pequenas encomendas para os clientes;
- Armazém local: é destinado a minimizar tempo e custos de transporte no percurso até ao consumidor;
- Armazém de valor agregado: serve para produtos especiais como embalagens, etiquetas e preços diferentes.

2.13 Gestão Integrada da Produção

2.13.1 BPMN

O objetivo central do *Business Process Model and Notation* (BPMN) é a melhoria contínua dos processos. O BPMN é um esquema que mostra o mapeamento dos processos organizacionais onde fica patente a integração funcional (Meire, Oliveira, & Abe, 2011). O seu objetivo é mostrar visualmente (com simplicidade) as atividades e como estas se relacionam com outros conceitos de negócio (objetivos, materiais e informação, por exemplo) (Martins & Zacarias, 2017).

Os elementos da notação BPMN estão representados na figura 10.

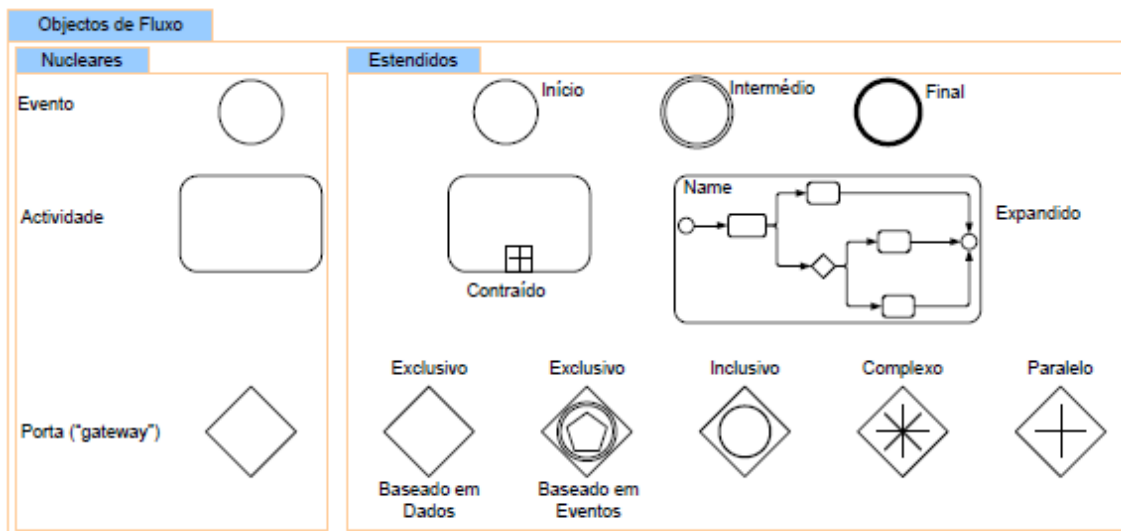


Figura 10 - Objetos de fluxo: eventos, atividades e portas de acesso (LIMA, 2016)

Gateway	Splitting – Separação	Joining – Junção
Exclusivo	Seleccionar apenas um dos fluxos seguintes	Continuar o fluxo a partir de um qualquer fluxo anterior
Paralelo	Seleccionar todos os fluxos seguintes sem condição	Continuar o fluxo a partir de todos os fluxos anteriores (sincronização)
Inclusivo (utilizado em pares de condições de separação / junção)	Seleccionar um ou mais dos fluxos seguintes	Continuar o fluxo a partir de um ou mais dos fluxos anteriores dependente do gateway de separação
Complexo	Seleccionar um ou mais dos fluxos seguintes em função de uma condição complexa	Continuar o fluxo a partir de um ou mais dos fluxos anteriores dependente de uma condição complexa

Figura 11 - Tipos de portas de acesso (LIMA, 2016)

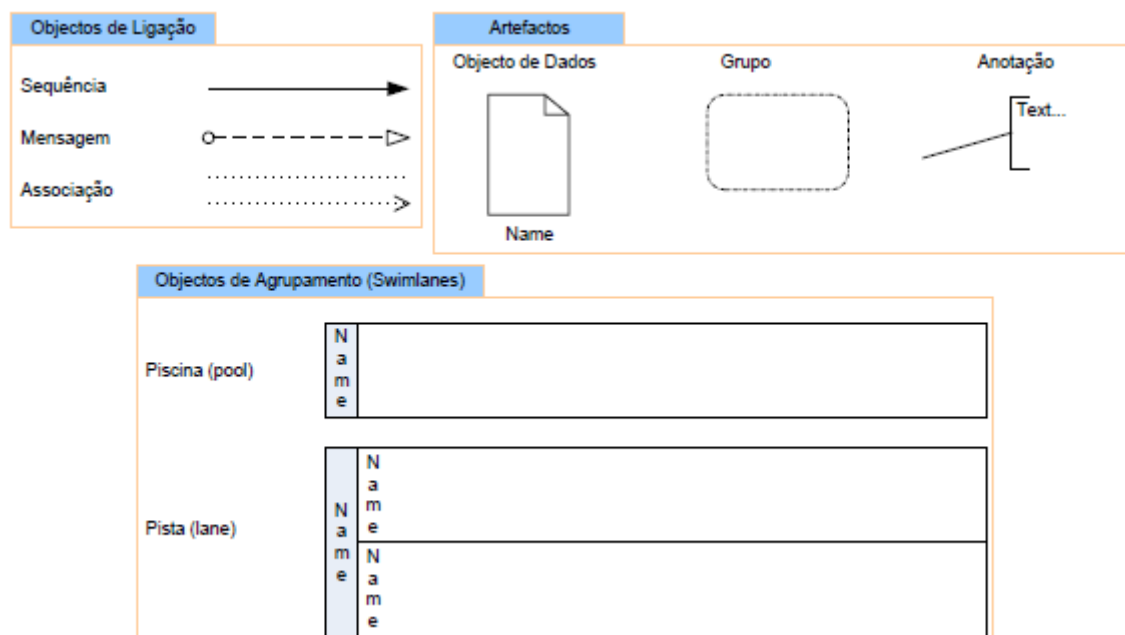


Figura 12 - Objetos de ligação, de agrupamento e artefactos (LIMA, 2016)

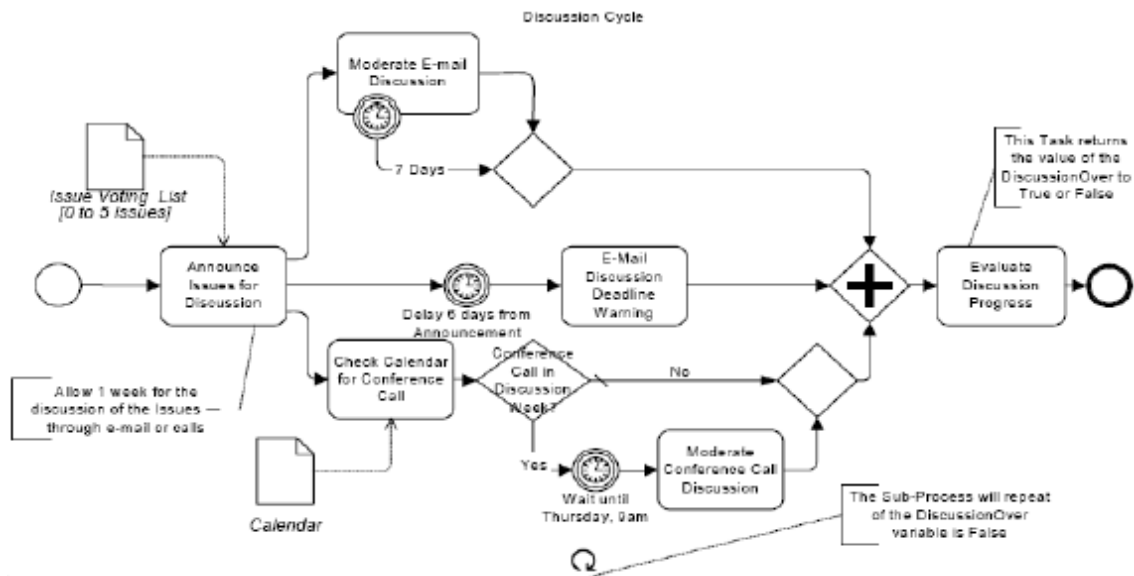


Figura 13 - Exemplo de um BPMN (LIMA, 2016)

2.13.2 Bill of Materials

BOM significa, em português, lista de materiais e é a estrutura de um produto. Nesta está patente a estrutura do produto final, os seus componentes e materiais, assim como as respetivas quantidades e em que momento montar o quê no processo de montagem (Guoli, Daxin, & Tsui, 2003).

Uma lista de materiais é composta por níveis. O primeiro ou nível 0 é o produto final, depois temos os níveis intermédios (que são os componentes) e, por fim, temos o nível final (que são as matérias-primas).

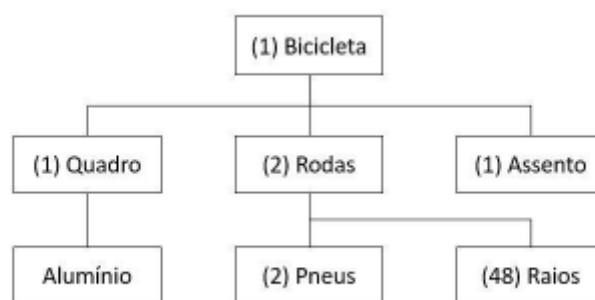


Figura 14 - Exemplo de uma BOM

As BOM são importantes para o planeamento, identificar necessidades de materiais, momentos de montagem, identificação de famílias de produtos, entre outras.

Este último fator é de grande relevância para a empresa uma vez que afeta diretamente a eficiência e eficácia das linhas de produção (Kashkoush & ElMaraghy, 2016).

2.13.3 *Materials Requirement Planning*

Materials Requirement Planning (MRP) significa, em português, planeamento de necessidades de materiais. O seu objetivo é determinar as necessidades líquidas de materiais da empresa. Caso a empresa não as possua de momento, estas corresponderão a ordens de compra ou produção. O objetivo é que o componente certo esteja presente na altura certa por forma a cumprir os requisitos do cliente.

As listas BOM, do capítulo anterior, são fundamentais para o MRP, pois indicam a quantidade de componentes e matérias-primas que cada produto final precisa.

É necessário que o MRP possua a lista de materiais e componentes existentes. Serve para avaliar se é possível produzir as encomendas ou se pelo contrário é preciso lançar ordens de compra ou produção.

É ainda necessário que o MRP possua uma listagem de capacidade de produção de modo a que a empresa saiba se consegue produzir as encomendas.

A obtenção de um planeamento detalhado é importante para a empresa. Assim, a empresa deve saber todos os prazos de entrega e tempos de processamento de cada produto.

2.14 Planeamento e Controlo da Produção

O Planeamento e Controlo da Produção (PCP) é uma disciplina que procura satisfazer as necessidades de produção num dado intervalo de tempo, procurando aplicar eficientemente os recursos produtivos (Karimi, Fatemi Ghomi, & Wilson, 2003).

Relativamente ao longo prazo temos:

- Planeamento agregado de produção: especifica a combinação ótima da taxa de produção, do nível de mão-de-obra e dos *stocks* disponíveis.

Relativamente ao médio prazo temos:

- Planeamento Diretor de Produção: gera as quantidades e as datas para o fabrico de produtos finais específicos através das previsões de procuras e encomendas feitas.
- Planeamento de Necessidades de Capacidade: determina como distribuir a carga pelos diferentes agentes, podendo assim nivelá-la segundo uma estratégia estabelecida.

- *Materials Resource Planning*: parte das necessidades do produto final do PDP e desdobra-se nos seus componentes e subconjuntos. Determina ordens de compra e produção.

Por último, relativamente ao curto prazo temos:

- Lançamento de ordens de produção e de compras: é baseado no PNC e no MRP;
- Programação da Produção: escalonar e distribuir tarefas pelos diferentes agentes;
- Monitorização da Produção: controlar o processo e correção de desvios.

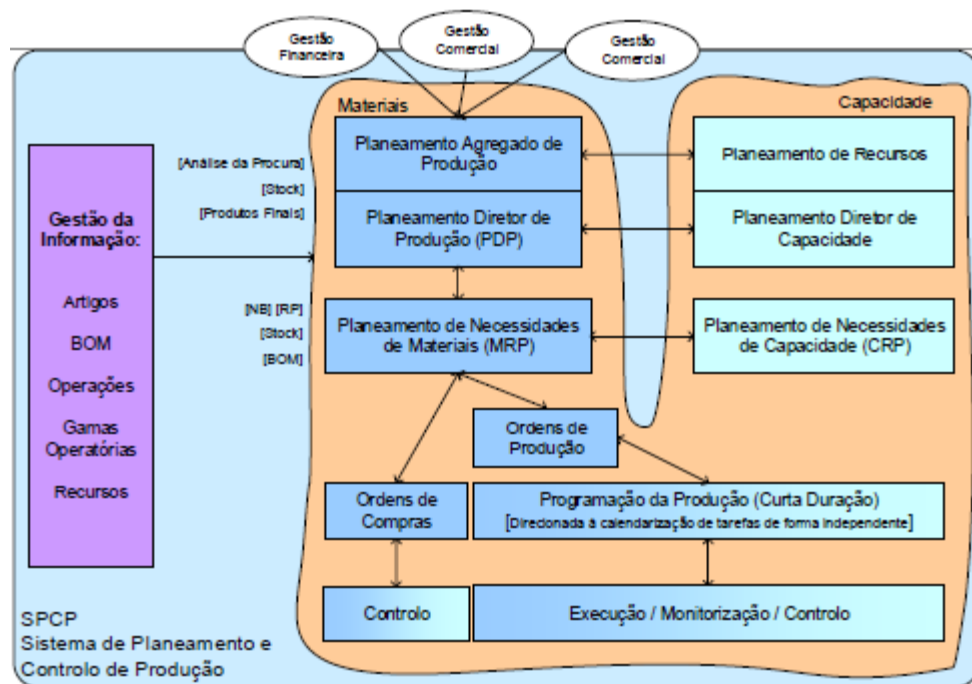


Figura 15 - Esquemática do MRP2 (LIMA, 2016)

Regras de sequenciamento de trabalhos:

1. FIFO (*First In First Out*): como o próprio nome sugere, o primeiro a entrar é o primeiro a sair, ou seja, há prioridade para o elemento mais antigo;
2. EDD (*Earliest Due Date*): a prioridade vai para o elemento com o prazo de entrega mais próximo.
3. SPT (*Short Processing Time*): a prioridade é para o elemento com menor tempo de processamento total. O objetivo é deduzir filas de espera e aumentar o fluxo.

As diferentes soluções devem ser avaliadas para se perceber qual a melhor para cada caso. Para esse efeito, são propostas as seguintes medidas de desempenho:

- Média do tempo de percurso de produção: Quanto menor melhor, segundo a máxima “quanto mais tempo produto passa no sistema mais caro fica” de Henry

Ford. Se menor, permite cumprir prazos, reduzir custos de posse. Pode ser calculado do seguinte modo, somatório do tempo de percurso de todos os trabalhos, dividido pelo número de trabalhos.

- Máximo tempo de percurso: o tempo de atravessamento do último trabalho concluído. Este pode ser obtido selecionando o maior tempo de percurso dos trabalhos.

2.15 Qualidade

As técnicas e ferramentas da qualidade são essenciais para o processo da melhoria da qualidade (Bunney & Dale, 1997).

Ishikawa (1985) e McConnell (1989) apresentaram sete ferramentas básicas da qualidade: diagrama *Ishikawa*, folha de registo/verificação, histograma, fluxogramas, diagramas de correlação, diagrama de Pareto e Cartas de Controlo.

Ishikawa afirma que 95% dos problemas de qualidade na indústria podem ser solucionados com estas sete ferramentas básicas.

- Diagrama de Causa e Efeito:

Este é um diagrama utilizado para descobrir, organizar e resumir conhecimento centrado num problema principal (efeito) e suas principais causas. Devido ao seu formato similar, por vezes, é chamado “Diagrama de Espinha de Peixe”. Habitualmente, em processos industriais, são utilizadas 5 causas (“5M’s”), são eles máquina, método, material, mão-de-obra e meio envolvente. Alternativamente “4 P’s”: políticas, procedimentos, pessoal e planta. Normalmente as causas são obtidas através de um “*brainstorming*”.

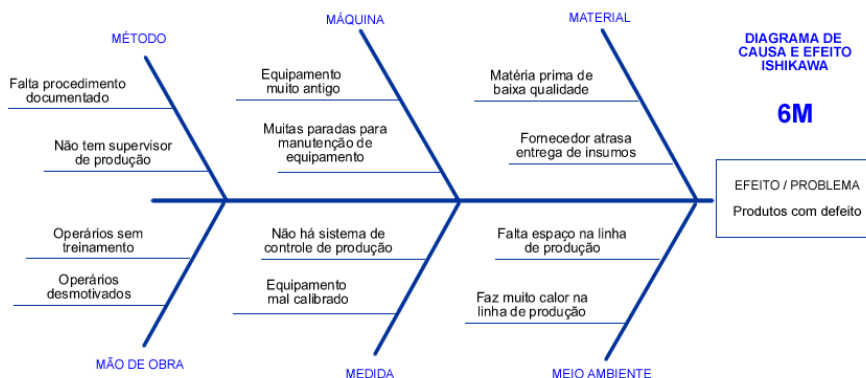


Figura 16 - Diagrama de causa efeito

- Histograma

Um histograma é uma representação gráfica de distribuição de frequências. Os seus dados foram divididos em classes, podendo ser uniformes ou não. No eixo dos xx estão as classes e no dos yy as frequências absolutas. Podem ser de dois tipos: contagem de defeitos ou atributos ou classificação de medidas.

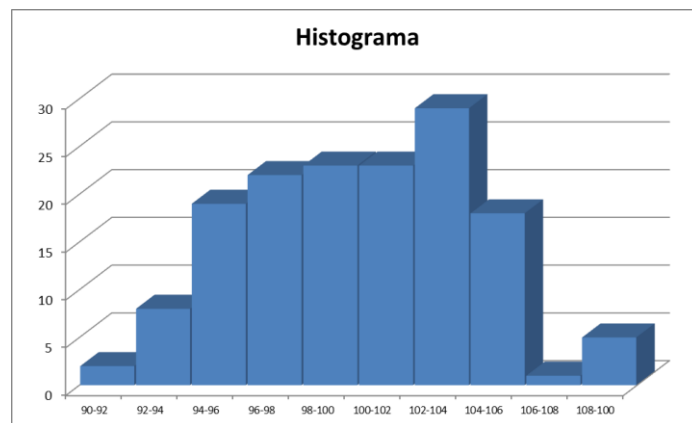


Figura 17 - representação de um histograma

- Fluxogramas

É uma representação esquemática de um algoritmo, que traduz a sequência de um processo. Caracteriza o trabalho que está a ser realizado, o tempo necessário, a distância percorrida pelos documentos, quem está a realizar o trabalho e como ele flui entre os participantes do processo.

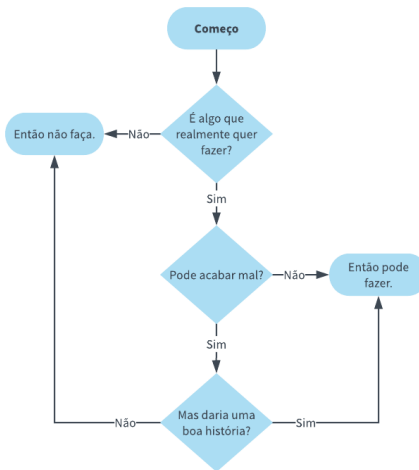


Figura 18 - Exemplo de representação de um fluxograma

- Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é um gráfico de colunas, cujas estão ordenadas daquela que tem mais frequência absoluta para a menor. O objetivo é evidenciar o princípio de Pareto, isto é, 20% das causas são responsáveis por 80% das consequências. A sua relevância está subjacente ao facto de fornecer uma fácil visualização e identificação das causas e problemas mais importantes. É particularmente útil para as não conformidades, pontos de melhoria e planos de ação.

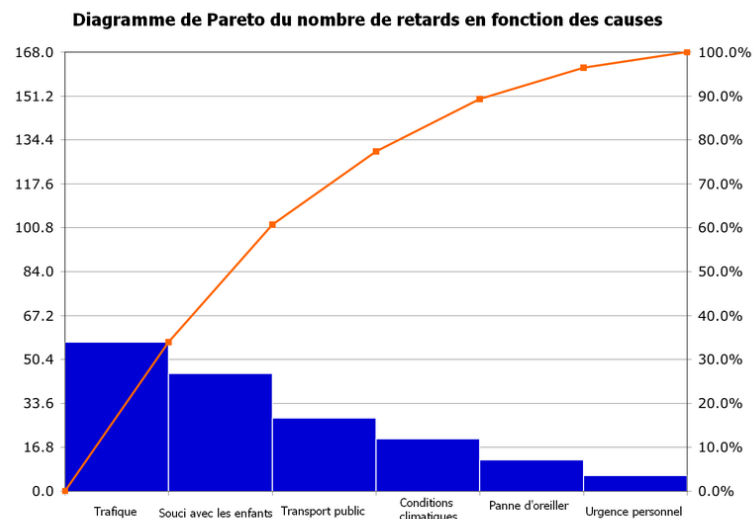


Figura 19 - Exemplo de Diagrama de Pareto

- Gráficos de Controle

Ferramenta que monitoriza o processo ao longo do tempo. O seu objetivo é identificar causas assinaláveis de variação. É uma representação gráfica com limites de controlo inferior e superior - limite inferior e superior de controlo, respetivamente - e uma linha média de processo - limite central. A variação do processo pode derivar de dois tipos: aleatórias (são as naturais) ou assinaláveis (são as especiais).

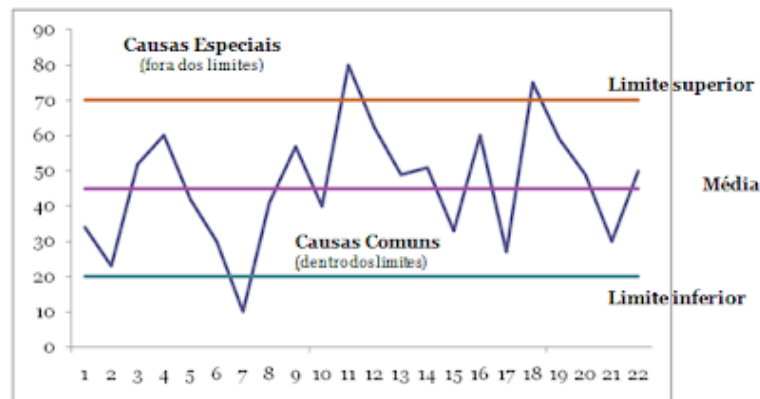


Figura 20 - Exemplo de gráfico de controle

2.16 Análise crítica da revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica é importante no sentido de recordar ao autor e ao leitor conceitos básicos das ferramentas. Desse modo, ajuda a compreender os artigos internacionais e as dissertações.

A análise realizada aos artigos científicos vai ser útil mais à frente para comparar com o que os alunos do MIEGI fizeram nas suas dissertações. É a partir destas duas que será possível fazer a discussão de resultados.

Serve ainda para aprendizagem uma vez que o conhecimento dos artigos científicos muitas vezes transcende aquele que é obtido através das disciplinas do curso. Acontece várias vezes que nas instituições de ensino superior se aprende a teoria e nos artigos a prática. Esse conhecimento costuma ser bom e completo pois responde às perguntas quem? onde? fez o quê? para quê? que resultados teve?

Escolheram-se estes dez temas (possuidores de artigos científicos), pois são dos mais utilizados pelos alunos do MIEGI nas suas dissertações (e, por isso, considerados dos mais importantes).

São apresentados 15 temas, 10 dos quais possuem artigos internacionais e, nesse caso, há cinco artigos internacionais por tema. Cada um dos 15 tem uma introdução com conceitos importantes a recordar. São eles *lean*, 5'S, gestão visual, alterar *layout*, normalização, ergonomia, OEE, *kaizen*, *poka-yoke*, SMED, *kanban*, logística, gestão integrada da produção, PCP e qualidade.

Estes dez temas são importantes e recorrentes para a gestão industrial e concretamente para os alunos de dissertação do MIEGI. Tratam de assuntos tão fundamentais quanto competitividade, saúde, organização, melhoria contínua, entre outros.

3 ANÁLISE DAS DISSERTAÇÕES DO MIEGI

De seguida, é apresentado um conjunto de dissertações do MIEGI, três para cada um dos dez temas. É um breve resumo onde constam o autor, a empresa onde operou, serviço que realizou na mesma, quais os objetivos a que se propunha e quais os resultados obtidos. No final do tema tem um parágrafo de análise crítica.

3.1 5'S

Foi aplicada a ferramenta com o intuito da melhoria da organização da zona de arquivo, de folhetos e de cartazes da empresa EDP.

Foi conseguido maior limpeza e organização, redução do tempo de arquivamento (na ordem dos 58%), diminuição do espaço ocupado pelo arquivo e redução do tempo de procura de documentos. Foi conseguido ainda o aumento do espaço para folhetos (33%), a redução do tempo de procura dos mesmos e o aumento da produtividade dos assistentes. Por último, foi conseguido o aumento do espaço para cartazes (50%) e a redução do tempo de procura de procura dos mesmos. No entanto, existiu, todavia, um aumento de custos, nomeadamente em lombadas de pastas de arquivo (26,57 €) e com a organização dos folhetos (32,13€) (Almeida, 2018).

Na empresa BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal Unipessoal, Lda, foi empregue a ferramenta no sentido de melhorar a organização nos postos de trabalho e aumentar a eficiência do sistema para eliminar problemas de forma metódica e criar um procedimento de limpeza e arrumação da célula de trabalho, bem como uma avaliação independente para assegurar a ocorrência do anterior.

Foram conseguidas melhorias na organização da célula de trabalho, na eliminação de objetos desnecessários, maior ordenação, os operários encontram mais facilmente e rapidamente as ferramentas de que necessitam. A reformulação do posicionamento das instruções de operação e controlo permitiu que os operadores acedam mais facilmente às mesmas. As gavetas devidamente identificadas permitiram encontrar mais rapidamente a referência desejada para além de aumentar a produtividade do trabalhador. As marcações no chão de fábrica impedem a ocupação indevida dos espaços. A melhoria do aspeto do posto transmite uma visão mais ordeira e limpa o que significa um ambiente mais controlado e calmo para os operadores. Aumento de OEE ao longo do projeto (fator disponibilidade, em particular).

Foram eliminados desperdícios e o transporte passa a ser executado pelo comboio logístico (em vez de operador) (Correia, 2018b).

Foi aplicada a dita ferramenta na empresa Caetano Aeronautic. Esta ferramenta teve por finalidade eliminar ou minimizar os problemas que afetam o tempo global da execução dos processos e outros que direta ou indiretamente podem afetar o normal e correto funcionamento do ambiente de trabalho.

Com esta implementação, foram diminuídos os tempos de ciclo das actividades. Foi melhorado o ambiente de trabalho: maior limpeza, harmonia e menor desorganização. Foram retirados 90 Kg de material excedentário (para reciclagem). E melhorado o aspeto visual da oficina técnica (Pinto, 2018).

É uma excelente ferramenta no sentido de melhorar a organização de uma empresa: Almeida (2018), Correia (2018) e Pinto (2018) vêm reforçar essa ideia. Correia corrobora com a ideia de que os 5'S são um bom meio para atingir o aumento da eficiência do sistema, pois permite menos problemas, maior organização (menos tempo perdido a encontrar produtos ou ferramentas), produtividade, tempo disponível, elimina desperdícios, minimiza retrabalho, entre outros. O mesmo autor refere ainda melhorias na comunicação, porque foram aplicadas, nomeadamente, gavetas devidamente identificadas, impedir ocupação de espaços (marcações no chão), quadro das ferramentas, entre outros. É uma boa ferramenta no que diz respeito à minimização de tempos e problemas que afetam o bom funcionamento da empresa, tal como refere Pinto.

3.2 Gestão Visual

Foi empregue a gestão visual numa empresa de material elétrico. O objetivo passou por facilitar o trabalho do operador logístico e ajudar na padronização das actividades.

Foi simplificado o trabalho do operador do comboio logístico e diminuída a probabilidade de erro deste em algumas tarefas. Tornou mais fácil o trabalho dos operadores do armazém, foram colocados cartões *kanbans* no comboio num local criado para o efeito (tornou mais visível a existência dos mesmos cartões com pedidos de material). Tornou mais simples a compreensão das actividades executadas pelo operador do comboio: utilização de sinais visuais na normalização (Oliveira, 2018).

Foi utilizada a gestão visual numa empresa de produção de tintas. Esta ferramenta possibilitou resolver os problemas da empresa de falta de identificação e informação dos locais de armazenagem assim como da falta de organização.

Diminuição do tempo gasto na procura da localização de referências e foi conseguido uma melhor organização e gestão das referências de rótulos. A organização da pasta partilhada possibilitou que a procura do *template* de processamento de texto adequado atingisse 57 segundo quando anteriormente era de 3,1 minutos (Correia, 2018c).

Foi utilizada a gestão visual numa empresa de artigos de comunicação visual. O intuito esteve na eliminação de problemas, nomeadamente, pouca organização, limpeza e arrumação. Para além de melhorar a eficiência da linha, possibilitou diminuição da ocorrência de erros, de acidentes e de deslocações desnecessárias.

Com este trabalho foi melhorado o espaço produtivo, reduzidos os desperdícios, evitada a ocorrência de acidentes de trabalho e perdas de material. Melhorada a organização da estante de acessórios, atualizados os códigos de identificação das respetivas caixas de abastecimento, conseguidas melhorias no desempenho dos operadores (menos tempo gasto à procura da referência dos acessórios). Reduzido o número de ocorrência de erros na colocação da referência pretendida de acessórios nas caixas de embalagens dos mesmos. A motivação dos trabalhadores cresceu e o desempenho conseguiu ser melhorado na linha *Process*. Foi aumentado o controlo visual, a perceção dos colaboradores relativamente ao material existente na linha assim como das ferramentas existentes em toda a fábrica. Ainda, diminuída a probabilidade de enganos na seleção do material, perda de ferramentas e menor probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho (Sampaio, 2018).

A ferramenta permite melhorar o tempo gasto na procura de localização de referências como corroboram Correia (2018) e Sampaio (2018) através de colocação de etiquetas. Permite diminuir a ocorrência de erros como atestam Oliveira (Oliveira, 2018) e Sampaio através de instruções visuais. Ajuda na padronização das atividades como corrobora Oliveira através de instruções visuais.

3.3 Alterar *layout*

Foi utilizada a mudança de *layout* a uma empresa de capas de assentos para a indústria automóvel. O objetivo incidu em eliminar falhas do anterior.

O novo *layout* permitiu um fluxo mais direto de materiais e que o sistema passasse a funcionar como uma célula. A distância percorrida e o tempo gasto no transporte de peças e movimentações dos operadores diminuíram significativamente. O tempo que estes precisam para recolher o trabalho da linha diminuiu e foi conseguido, por isso, um aumento de produtividade. O novo *layout* permitiu mais 11 equipas, um ganho de 50% na percentagem de equipas a operar apenas num turno e um maior aproveitamento do espaço (foi possível reservar 103,2 m² para possíveis aumentos de capacidade) (Rodrigues, 2018).

Foi aplicada a mudança de *layout* numa empresa de capas de assentos para a indústria automóvel, mais concretamente na secção de corte de couro. O seu objetivo incidiu em melhorar o fluxo de materiais ao longo do processo produtivo.

O novo *layout* permitiu a criação de um fluxo contínuo, o cumprimento do FIFO, melhorias nas condições térmicas dos postos de revistas e de laminação, foram diminuídas as movimentações dos operadores e do transporte de materiais, inserido o supermercado de espumas e reduzidos os *stocks* intermédios.

A inclusão de máquinas de perfuração possibilitou a redução da distância percorrida pelas peças em 87%. Foi diminuído de dois para um o número de operadores responsáveis pelo transporte de peças para perfurar devido à redução de distância percorrida das peças e inclusão de máquinas *Ring*, o que significou um ganho anual de 12000 UM. A alteração do *layout* contemplou os seguintes gastos: foi adquirido um novo equipamento de corte 126000 UM, *racks* 750 UM, postos de revista 1000 UM e gastos com manutenção de equipamentos 150 UM. O ganho associado à inclusão de uma máquina de corte foi de 98496 UM. O ganho anual foi de 110496 UM, o retorno do investimento é alcançado em dois anos e ao fim de cinco é obtido um total 424580 UM (Peixoto, 2018).

Foi empregue a mudança de *layout* numa empresa multinacional de ferramentas de corte. Os objetivos incidiam sobre minimizar os movimentos durante o processamento, apenas um operador a controlar as máquinas e não haver necessidade de *stocks* intermédios.

Os objetivos foram concretizados. Este *layout* tornou possível (no RTDT) minimizar os movimentos e melhorar o controlo durante o processamento, devido à organização “U” e à disposição das máquinas de medição serem intercaladas. Possibilitou (no RTFG) que as máquinas funcionem simultaneamente apenas com um operador, graças à disposição destas. Finalmente, permitiu não haver necessidade de *stocks* intermédios porque o ACPD está num local de fácil acesso para outras secções, nomeadamente, o RTDT e a montagem (Costa, 2018).

A modificação do *layout* possibilitou racionalizar o fator recursos humanos: tal como afirma Costa (2018), minorou o número de operadores a controlar as máquinas ou tal como afirma Peixoto (2018) diminuiu o número de operadores no transporte. Possibilitou uma melhor utilização de espaço tal como afirma Rodrigues (2018), permitindo mais equipas a operar. Minorou o WIP tal como afirma Peixoto. Deve ser procuradas insaciavelmente melhorias por forma a conseguir atingir os fatores enunciados pelos autores referidos e outros.

3.4 Normalização

Foi empregue a padronização a uma empresa revendedora de materiais de construção. O objetivo consistiu em criar e desenvolver instruções de trabalho para definir melhor o método para a execução das tarefas de modo a que atingir melhor rapidez e qualidade.

Perante a existência de trocas de funções ou admissão de um novo colaborador a adaptação ficou mais rápida e fácil. A matriz RASI ajuda o executante a perceber quem são os responsáveis por executar a atividade, pela aprovação, pelo suporte e quem é que este deve informar quando necessário, instruções de trabalho simples e de fácil entendimento. É possível determinar os recursos necessários para a elaboração dos processos de compras, avaliar os mesmos e, mais importante, a implementação de melhorias (Gonçalves, 2017).

Foi utilizado o orçamento normalizado numa empresa de indústria metalúrgica. Os objetivos passaram por reduzir a variabilidade dos processos, garantir a correta execução das tarefas, eliminar o sobre processamento e melhorar a qualidade dos produtos.

Os objetivos foram alcançados o que se traduziu num aumento de ganhos para a empresa. Foi conseguida ainda a extinção do tempo de formação de novos trabalhadores, o que possibilitou à empresa evitar um custo na ordem dos 754€ em formação (um operador experiente ganha 5,19€/h, 5 foram precisos por cada processo, são 29 processos) (Rocha, 2017).

Foi empregue a normalização numa empresa de reciclagem de alumínio. O objetivo passou por tornar a empresa mais competitiva.

Assim, foi reduzida a discrepância entre os operadores do embalamento, o que possibilitou realizar tarefas tendo em conta apenas as atividades essenciais. Tal, representou uma diminuição no tempo médio por fardo na ordem dos 2m4seg e foi conseguido um aumento de duas unidades na produção de fardos por turno, o que representou em ganho de 11%. Possibilitou, portanto, produzir mais, mais rápido e satisfazer melhor os clientes (Rocha, 2018).

Possibilitou aumento de produtividade uma vez que permitiu reduzir as discrepâncias entre os trabalhadores (Rocha, 2018), correta execução das tarefas (Rocha, 2017), maior rapidez na execução das mesmas (Gonçalves, 2017). Ajudou no planeamento uma vez que permitiu determinar os recursos necessários (devido à menor variabilidade) tal como refere Gonçalves. A organização passou a ser melhor, todos sabem o que devem e como fazer em qualquer circunstância. Possibilitou melhoria da qualidade, logo redução de erros (Gonçalves, 2017).

3.5 Ergonomia

Foram aplicadas melhorias ergonómicas na empresa Efacec Energia, Máquinas e Equipamentos Eléctricos S.A.. O objetivo incidia sobre aumentar o conforto dos colaboradores à linha.

Ficou colocada uma luminária adicional por cima dos postos de trabalho da operação de soldadura. Os novos valores de iluminância possuem melhorias significativas, inclusive, o suporte de montagem do posto de trabalho 1 superou o limite mínimo de iluminância fixado em 500 lux.

Foi colocada uma placa de acrílico entre o lado de saída das celas e a zona de expedição. Os novos valores de intensidades de correntes de ar (m/s) são significativamente menores. Assim é expectável que o tempo de ausência do posto de trabalho diminua nomeadamente a montagem inicial e ensaio final.

Por último, existia necessidade de melhorar a tarefa de elevação do armário e disjuntor na cuba. Nesse sentido, foi colocado um carrinho à altura da anca. O objetivo incidia sobre evitar posições desconfortáveis como o agachamento para apanhar os artigos (Natário, 2017).

Foram empregues melhorias ergonómicas numa empresa de indústria automóvel, a Coindu S.A.. O objetivo central incidia sobre a saúde dos operadores.

A investigação realizada anteriormente indicou que, relativamente à atividade de corte do couro, a postura não era a adequada e assim sendo é necessária uma investigação cuidada e que devem ser introduzidas medidas com brevidade. A pontuação do RULA correspondente era de 5. Nesse sentido, foram introduzidas novas máquinas de corte de couro automático. O novo RULA ponderado de corte é de, aproximadamente 2, o que significa que a postura é aceitável se não for mantida durante longos períodos de tempo.

Por último, com a introdução das novas máquinas, a movimentação dos operadores passou a ser quase nula. Foi introduzido para o efeito um tapete anti fadiga o qual permite ativar a circulação sanguínea (Bacelos, 2017).

Foram aplicadas melhorias ergonómicas na empresa Delphi Automotive Systems. O objetivo central incide sobre a saúde dos operadores.

Sucedeu a alteração das alturas das rampas de abastecimento e construídas novas. Os níveis de referência subiram substancialmente estando numa média de 91% para as alturas de entrada de material e 81% para as de retorno. Estas modificações resultaram em ganhos médios de 50% para a altura de entrada de material e de 33% para a de saída.

Foram implementadas as seguintes ações: alteração das alturas das rampas e a colocação dos carrinhos paralelos às rampas ou, quando não possível, é permitido gerar um ângulo de rotação do tronco do operador máximo de 90°. Sucederam melhorias nos valores do índice de elevação: todos os valores deste, depois das alterações, estão abaixo de 1. Logo, os pesos limites recomendáveis são superiores aos das cargas reais, assim não existe risco de lesões para os operadores (Gomes, 2018a).

A aplicação de medidas ergonómicas permitiram evitar o mal-estar dos trabalhadores, pelo contrário, maximizaram o conforto, a segurança e a eficácia (Natário, 2017). O aumento do conforto ergonómico dos trabalhadores é recomendável já que permite que estes aumentem o desempenho (Natário, 2017). Foram minimizadas as correntes de ar através de placa de acrílico (Natário, 2017) ou redução da fadiga através de um tapete ortopédico (Gomes, 2018a).

3.6 OEE

Foi empregue o OEE na empresa Coindu – Componentes para a Indústria Automóvel, S.A. O objetivo incidu em melhorar a monitorização do desempenho.

Através desta ferramenta foi conseguido saber os pontos mais críticos e assim as melhorias a introduzir. Permitiu identificar o principal problema da secção, a costura semiautomática nas máquinas de *Rauten*. Identificar o índice mais crítico dos três fatores: disponibilidade devido aos elevados tempos de *setup*. Ainda avaliar o impacto das decisões tomadas. A aplicação do Excel VBA consiste na aplicação deste indicador a todos os sectores o que permitiu aumentar a eficiência da monitorização de todo o sistema. Foi conseguida muita informação fornecida o que possibilitou identificação da origem dos problemas e agir de forma célere (Silva, 2017).

Foi utilizado o OEE na empresa CIN - Unidade Industrial da Maia. O objetivo incidu em melhorar os valores do OEE nas máquinas de rotulagem.

Os resultados do OEE permitiram identificar o ou os fatores que devem ser melhorados. A partir deste realizou-se um *brainstorming* para encontrar as melhores soluções. Posteriormente, foram eleitas as melhores soluções conjugando os fatores em causa (económicos, de espaço, melhores resultados, entre outros). Foi seguido da implementação. Realização da avaliação do impacto das decisões tomadas (aplicando novamente o OEE). Por fim, há nova decisão: manter ou optar por outras soluções.

Através deste processo foi possível melhorar o fator disponibilidade e o fator desempenho (Correia, 2018c).

Foi empregue o OEE na empresa Continental AG. O objetivo incidu em medir o desempenho de duas máquinas, a MB e a FM.

O OEE da máquina MB fixava-se nos 83,2% e o da máquina FM em 68%. Relativamente à primeira máquina o fator menos bom correspondia ao da disponibilidade (86%) e, por isso, o principal fator a melhorar. Por sua vez, na segunda máquina, o fator menos bom incidia na velocidade (80,5%), o que é bastante baixo e por isso urge de melhorias, para isso, deve ser criada uma equipa de trabalho para resolver o problema.

A primeira máquina possui um valor próximo da classe mundial (85%) e, por isso é bastante bom. No entanto, o da segunda máquina está bastante longe deste, permanecendo, ainda assim, próximo do OEE médio mundial (60%) (Silva, 2015b).

O OEE possibilita o aumento da eficiência da monitorização do sistema uma vez que é possível a aplicação deste indicador a todas as secções. Segundo Silva, este é um processo rápido. Permite identificar o fator mais problemático (e portanto, a prioridade a melhorar) dos três que servem de cálculo para o OEE (desempenho, disponibilidade e qualidade) (Silva 2017).

3.7 Kaizen

Foram empregues as reuniões *kaizen* na Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltda. O intuito das reuniões incidu sobre resolver problemas e permitir a melhoria contínua.

Com as reuniões *kaizen* foi conseguido resolver problemas. A procura de expulsos apropriados para colocar nas ferramentas de corte, ficou resolvido através da criação de um sistema de armazenamento e abastecimento de expulsos. Foi conseguido melhorar a utilização de borrifadores manuais de líquido anti-estático através de um sistema automático com um

temporizador ajustável. Ocorreu a utilização do *kaizen* para explicação e aceitação de ideias de melhoria. Possibilitou a discussão e melhoria das mesmas, o que permitem um maior envolvimento dos colaboradores e melhorou a comunicação entre operadores e chefia (Cunha, 2018).

Foram utilizadas as reuniões *kaizen* na Famasete, Tecnologia da Informação, Lda. O objetivo a atingir incidia na melhoria contínua de forma sustentada, ou seja, passo-a-passo.

Foi feita a eliminação de materiais obsoletos, revisões regulares de *stock*, reuniões semanais e implementação de melhoria contínua faseada. Foram alinhados objetivos e clarificadas prioridades. Possibilitou que o sistema produtivo seja constantemente verificado e testado de modo a ser possível o acompanhamento, a correção e a eliminação de erros. É conseguida a manutenção dos bons resultados, o rigor e a disciplina. Foi procedida à implementação e manutenção de princípios *Lean*. Possibilitou explicar aos colaboradores como usar as ferramentas da melhor maneira. Admitiu formações regulares. (Sá, 2017)

Foram aplicadas as reuniões *kaizen* na Stokvis Celix Portugal, Lda. O objetivo incidiu em melhorar o sistema de melhoria contínua.

Captação das diferentes opiniões e avaliação das mesmas durante a reunião. Existência da possibilidade de realização de questionários durante as reuniões. Debates para as melhores soluções. Serviu para fornecer explicações aos colaboradores acerca da importância da adesão ao sistema implementado. Foram conseguidos *brainstormings*, celeridade em encontrar e implementar as soluções e ainda estreitamento de relações de cooperação entre operários e dirigentes. Permitiu a identificação da motivação dos trabalhadores e, se não for a melhor, dar aso a implementação de medidas nesse sentido. Possibilitou melhorias e resolução de problemas. Nesta empresa existiu a necessidade de melhorar a motivação dos operadores. A incentivação da participação nestas reuniões de chefes de departamento melhora a ligação destes com os operários torna mais rápida e simplificada a exposição e resolução de problemas (Ribeiro, 2018).

Admitiu revisões regulares ao *stock* (controlar, contribuir com soluções, entre outros) e revelou ser importante para a manutenção dos bons resultados aplicando rigor e disciplina (Sá, 2017). Possibilitou estreitar relações entre operários e chefia. Permitiu perceber a motivação de todos e, se não a melhor, eram aplicadas medidas nesse sentido (Ribeiro, 2018). Admitiu melhoria contínua de forma sustentada através de fases (Sá, 2017).

3.8 Poka-Yoke

Foram empregues *poka-yokes* na empresa Aptivport Services, S.A. no sentido de se atingir a prevenção máxima de aparecimento de erros.

Foi conseguida a total eliminação dos erros relativos à utilização do tipo de parafuso correto. Foram minorados os erros de montagem. Na oitava pré-série (as novas medidas estão implementadas: *poka-yoke* para parafuso correto e *poka-yoke* para montagem) o que resultou num total de quinze erros correspondendo a quatro de partes danificadas, dez de problemas elétricos e apenas um erro de má montagem, num universo de 1235 peças produzidas. Resultou num FTQ de 1,21% e a um *scrap* de 0,081%. Por comparação, os valores das séries 5, 6 e 7 são de 12,75% e 1,423%, FTQ e *Scrap*, respetivamente, o que corresponde, portanto, a melhorias muito significativas (Gomes, 2018a).

Foram utilizados *poka-yokes* na empresa IKEA Industry Portugal. O intuito foi no sentido de resolver problemas ou por outra não permitir que erros continuem no sistema produtivo, concretamente ripa partida e HC rebentado.

Com o sensor de deteção de ripas partidas foi conseguida uma redução de sucata de HDF. O custo respetivo foi 870€.

Os sensores de deteção de HC rebentado (um em cada linha) possibilitaram a diminuição de sucata de HC e otimização dos tempos de paragem. O custo respetivo foi de 270€. Foram implementados mais quatro sensores (sem som) na *Biele* e na *Lamek* o que correspondeu a um custo de 872€, estes permitem redução de sucata, agora de HDF, e otimização dos tempos de paragem.

Tanto na *Biele* como na *Lamek*, foi alcançada redução das micro paragens. Existiu um decréscimo dos tempos de paragem totais em 5% no caso da *Biele* e 9% no caso da *Lamek*. O tempo de paragem diminuiu 9,86h (desde dezembro 2013) o que possibilitou uma poupança de 49.300€ (Barros, 2014).

Foram implementados *poka-yokes* na empresa Ikea Industry Portugal no sentido de resolver o problema das peças sobrepostas.

Entre os resultados obtidos é salientado a minimização dos custos de paragens de produção e danificação de peças, e a eliminação de erros. O investimento nos dispositivos é cerca de 50 euros. Foi eliminado o operário vigiador, 16,29% do tempo de um operário era utilizado na tarefa de vigia da operação. A que, num ano, corresponde 841.8 horas. Um operário

cujo salário corresponde a 5,5 €/h, corresponde um ganho de cerca de 4629,9 euros anuais (Silva, 2015a).

A diminuição de erros podem ser significativas, por exemplo, Gomes (2018) refere diminuição de FTQ 12,75% para 1,21% e de sucata 1,423% para 0,081%. Foram conseguidas reduções nas micro-paragens o que proporciona ganhos anuais significativos (49300€ no caso da IKEA Industry) (Barros, 2014). Em alguns casos, foi conseguido reduzir ou eliminar o tempo do operário vigiador (Silva, 2015a). Os custos dos *poka-yokes* são frequentemente considerados baixos sobretudo tendo em conta os ganhos (50€ por cada, como refere Silva em relação aos que este aplicou).

3.9 SMED

Foi empregue o SMED na empresa BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal Unipessoal, Lda. O intuito é a redução dos tempos de *setup* para aumentar o tempo produtivo e responder mais rapidamente aos clientes.

Foi conseguida a redução dos tempos de *setup*. Aumento do tempo produtivo e resposta mais rápida às necessidades dos clientes internos e externos. Foi reduzido o tempo em movimentações: através da eliminação das hesitações dos operadores, da utilização de carros de ferramentas para transporte e da renovação dos apertos rápidos (o trabalhador já não precisa das ferramentas). Através de um sistema de lubrificação para a máquina de puncionar, foi alcançada a eliminação de problemas, nomeadamente, do tempo a mover os borrifadores e que o operador leva para se dirigir a esse local. Foi conseguida ainda a eliminação do problema das portas, através da revisão das dobradiças, limpando e oleando (Correia, 2018b).

Foi utilizado o SMED na empresa Coindu – Componentes para a Indústria automóvel, S.A., com o intuito de melhorar o fluxo intracelular.

Sucedeu uma melhoria no fluxo intracelular. Foi produzido um dispositivo de *Quick ChangeOver*. Este possibilitou uma mudança de utilização entre os guias de cerca de 4 segundos, o que perfazia uma melhoria de 65 segundos em relação ao estado inicial. Considerando 32 *setups* por turno são obtidos um total de 128 segundos de *setup* no turno o que corresponde a 0,5% do tempo total do turno (450 minutos) (Teixeira, 2018a).

Foi empregue o SMED na empresa Coindu – Componentes para a Indústria Automóvel, S.A.. O intuito é a redução dos tempos de *setup* das máquinas.

Ocorreu uma redução nos tempos de *setup* das máquinas de costura. Relativamente às máquinas de uma agulha (dois cones) possibilitou uma redução do tempo total de *setup* de 83 para 48 segundos o que constituiu uma diminuição do mesmo de 42%. As máquinas de duas agulhas (três cones) obtiveram uma redução do tempo de *setup* de 107 para 62,75 a que correspondeu uma redução do mesmo de 41%. Cada estrutura correspondeu a um custo de 18 UM, existe 81 estruturas, logo o custo total corresponde 1458 UM (Sagres, 2018).

O SMED possibilitou a redução do tempo em movimentações. Tal como sugere Correia (Correia, 2018b), foi conseguido através de eliminação das hesitações dos operadores, da utilização de carros de transporte de ferramentas, da renovação de apertos rápidos (operador não precisa de procurar ferramentas uma vez que após esta mudança não precisa destas e torna a troca de ferramentas é mais rápida) e ainda, de possíveis sistemas de lubrificação do punçador (o operário não precisa de ir para o local com o intuito de efetuar essa função). Tal como refere Teixeira (Teixeira, 2018b), a redução do tempo de *setup* pode ser conseguida através de um sistema de *quick change over*. No exemplo da Coindu, no lugar de pegar em duas peças, uma de cada vez, e aplicar a algo, as duas peças estão ligadas uma à outra e basta rodar para aplicar uma e outra.

3.10 Kanban

Foi implementada a ferramenta *kanban* na empresa EDP Soluções Comerciais. O intuito trata de resolver problemas com a gestão de folhetos.

Ocorreu uma melhoria na gestão de folhetos. Foi melhorada a quantidade de folhetos obsoletos e o número dos mesmos tornado condizente com a procura. Foi conseguido evitar a rutura dos mesmos no atendimento ao cliente e na respetiva satisfação do mesmo (Almeida, 2018).

Foi empregue o sistema *kanban* na empresa José Júlio Jordão, Lda. Os objetivos foram evitar erros no abastecimento de artigos, faltas de material e sobreprodução.

Os objetivos a atingir foram conseguidos. Ajudou a aumentar o tempo de valor acrescentado. Contribuiu para a redução de desperdícios (juntamente com outras medidas *lean*) permitindo um ganho de 9275€ anuais e um aumento da produção média mensal na ordem dos 26%. Possibilitou uma aproximação dos artigos ao bordo de linha o que permite uma redução às movimentações realizadas pelos operadores (Silva, 2018).

Foi utilizado o *Kanban* na empresa *Efacec Power Solutions*, SA. com o intuito de reduzir o valor monetário de custo de posse.

Foi melhorada a estratégia de abastecimento das linhas, procurando aumentar entregas atempadas e a diminuição do WIP. O dimensionamento de *kanbans* consistiu uma das principais melhorias: permitiu uma redução de pouco menos de 60% na quantidade total de componentes na linha, uma diminuição do tamanho e do número de caixas necessárias (por volta dos 31 %). Foi conseguido assim minorar o valor monetário da linha relativo ao custo de posse em 63% aproximadamente o que corresponde a 164513,11€ por ano. Esta estratégia de abastecimento possibilitou ainda redefinir *stocks* de segurança, libertar espaço e carga dos armazéns e diminuição de erros de *stock*. A diminuição de roturas de material *kanban* em 2016/2017 e é esperado que continue (Fernandes, 2017).

Como argumenta Silva (2018), através desta ferramenta foi conseguido evitar erros de abastecimento (sobreprodução ou faltas de material). Foi alcançado ainda o aumento do tempo de valor acrescentado, através da redução de desperdícios, tal como sugere Silva. Segundo Fernandes (Fernandes, 2017), o dimensionamento de *kanbans* foi muito proveitoso uma vez que permitiu minorar significativamente a quantidade de componentes da linha e uma diminuição do número e capacidade de caixas necessárias. Desse modo, foi possível reduzir o valor monetário do custo de posse.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas as aprendizagens conseguidas resultantes da análise dos alunos e autores internacionais.

Em cada tema existe três aprendizagens. Cada uma destas tem pareceres de alunos, de autores, a comparação entre uns e outros e, por fim, é revelada a aprendizagem.

4.1 5'S

A ferramenta permitiu a redução de acidentes de trabalho (Raid A. Al-Aomar, 2011), melhorias ao nível da segurança (Veres et al., 2018) e ao nível da saúde do pessoal e da integridade das máquinas e instalações (Mohan Sharma & Lata, 2018). Permitiu ainda melhorar a segurança de laboratórios universitários (adotando o modelo industrial) (Jiménez et al., 2015) e possibilitou melhorias na cultura de segurança (Stark et al., 2019).

Todos os alunos do MIEGI citados relativamente aos 5'S – Almeida (2018), Correia (2018) e Pinto (2018) - aplicaram a limpeza, a separação e a organização nas suas teses, com outros intuitos, mas também com este. A limpeza permite segurança, uma vez que descobre problemas e potenciais problemas das máquinas. Por sua vez, a separação permite a eliminação de objetos perigosos. A organização permite mais tempo para trabalhar, um ambiente mais calmo e impede ocupação indevida de espaços, como defende Correia, pelo que se evitam acidentes.

Conforme com o referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que os 5'S melhoram a segurança e a integridade de pessoas, máquinas e instalações.

A ferramenta permite menores desperdícios de tempo e recursos (Veres et al., 2018) eliminação de desperdício pois liberta espaço (Mohan Sharma & Lata, 2018). A aprendizagem, controlo e manutenção são realizadas em menor tempo (Jiménez et al., 2015) elevação dos níveis de qualidade (Drillaud et al., 2017).

Foi reduzido o tempo de arquivamento, procura de documentos, procura de folhetos e procura de cartazes, devido à melhor organização (Almeida, 2018). A organização permitiu que operários encontrem mais rapidamente as ferramentas. Gavetas devidamente identificadas permitiram encontrar mais rapidamente a referência desejada. A utilização do comboio logístico permitiu eliminar desperdício (Correia, 2018b). Minimização de problemas que afetam tempos de processos e outros que direta ou indiretamente afetam o normal e correto funcionamento do ambiente de trabalho (Pinto, 2018).

De acordo com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi esclarecido que a os 5'S permitem diminuir os desperdícios.

Os 5'S permitem menos problemas (mais fáceis de detetar e prevenir), menores desperdícios (tempo e recursos) e maior organização (Veres et al., 2018). A mesma ferramenta permite melhorar maior nível de automação e melhoria no desempenho das máquinas (Santos et al., 2018). A aprendizagem, controlo e manutenção são realizados em menor tempo (Jiménez et al., 2015).

Foi reduzido o tempo de arquivamento, procura de documentos, procura de folhetos e procura de cartazes (devido à melhor organização) permitiu aumentar a produtividade do pessoal (Almeida, 2018). Organização permitiu que operários encontrem mais rapidamente as ferramentas. Gavetas devidamente identificadas permitiram encontrar mais rapidamente a referência desejada. A utilização do comboio logístico permitiu eliminar desperdício, retrabalho e transporte. Estes fatores permitiram aumentar a produtividade do operador (Correia, 2018b). Minimização de problemas que afetam tempos de processos e outros que direta ou indiretamente afetam o normal e correto funcionamento do ambiente de trabalho (Pinto, 2018).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, ficou esclarecido que a os 5'S permitem aumentar a produtividade.

4.2 Gestão Visual

É conseguido o objetivo se são dadas informações sobre a empresa, nomeadamente, planeamento, orientações, atividades, progresso, desempenho, resultados, recursos (Glegg et al., 2019). A mesma ferramenta permitiu melhor coordenação: trabalhadores perceberam melhor o seu papel, valores da empresa e necessidades do cliente, foram por isso mais autónomos (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b). A mesma gestão aumentou e melhorou os processos de tomada de decisão: sistema visual com várias visões e perspetivas com informações analíticas, descritivas e preditivas, deste modo torna mais fácil tomar decisões, logo aumenta a autonomia dos trabalhadores (Park et al., 2016b).

Segundo Oliveira (2018), a gestão visual permite facilitar o trabalho dos trabalhadores, nomeadamente, operador logístico, operador do comboio logístico, dos operadores de armazém e operador de comboio. Ajuda ainda na padronização das atividades. Esta ferramenta é útil no sentido de implementar a identificação, informação nos locais de armazenagem, organização e gestão de referência de rótulos (Correia, 2018a). Foi melhorada a organização da estante de

acessórios e foram atualizados os códigos de identificação das respectivas caixas de abastecimento. Foi aumentado o controlo visual, a perceção dos trabalhadores relativamente ao material existente em linha, assim como das ferramentas existentes em toda a fábrica. Ainda se diminuiu a probabilidade de engano na seleção de material, perda de ferramentas e menor probabilidade de acidente de trabalho (Sampaio, 2018).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi esclarecido que a gestão visual permite autonomia aos operadores na resolução de problemas.

Apoia planeamento, ordena orientações, acompanha progresso, avalia desempenho, produtos e resultados (Glegg et al., 2019). Gere recursos e é obtida transparência. Melhora níveis de controlo e processos. Tem efeitos positivos sobre o tempo, custo, qualidade, desperdício, ambiente mais informativo (Steenkamp et al., 2017). Gestão visual permite maximizar o poder de perceção visual e contribui para uma comunicação rápida, intuitiva e eficaz de gestão (Zhang, 2012). É um sistema interativo com os trabalhadores e fornece informações analíticas descritivas e preditivas (Park et al., 2016b).

A gestão visual permite facilitar o trabalho dos operadores e na padronização das atividades (Oliveira, 2018). Permite melhorar a organização (Correia, 2018c). Diminuição da ocorrência de erros, desperdícios e perdas de material. Ainda, diminuiu a probabilidade de enganos na seleção do material, perda de ferramentas e menor probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho (Sampaio, 2018).

Conforme o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que a gestão visual permite melhorar e sustentar uma boa implementação.

Os operadores têm mais dados e uma perceção maior devido, não só às explicações dadas pelos superiores relativamente ao seu trabalho, como à informação visual de que dispõem. Compreendem melhor as atividades e suas orientações, tanto suas como de outros (Glegg et al., 2019) e como é a coordenação de uma equipa multidisciplinar, os valores organizacionais e as necessidades dos clientes (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015b). Percebem melhor o planeamento, o progresso, a avaliação do desempenho, os produtos e os resultados. Entendem melhor ainda sobre objetivos e projeto (Glegg et al., 2019). Têm conhecimento acerca dos processos de tomada de decisão: sistema visual com várias visões e perspetivas com informação analítica descritivas e preditivas (Park et al., 2016b).

Se se facilitar o trabalho aos operadores, tal como sugere Oliveira (2018), estes podem ajudar. A ferramenta permite aumento do controlo visual, aumento da perceção dos

colaboradores relativamente ao material existente na linha assim como das ferramentas existentes em toda a fábrica, o que os permite opinar sobre o assunto (Sampaio, 2018).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi verificado que com a gestão visual todos os trabalhadores contribuem para a melhoria.

4.3 Alterar *layout*

Foi conseguido atingir o objetivo porque os vários cenários (de *layout*) possíveis permitiram hipóteses infinitas com as variáveis em discussão (Diego-Mas et al., 2019; Ho et al., 2019).

Foi alcançado o objetivo de diminuir de dois para um o número de operadores responsáveis pelo transporte de peças a perfurar devido à redução da distância percorrida das peças e inclusão de máquinas *Ring* (Peixoto, 2018). Graças à mudança para a organização em “U” e à disposição das máquinas de medição serem intercaladas foi conseguido que as máquinas estejam em funcionamento simultaneamente apenas com um operador devido à disposição destas (Costa, 2018).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, ficou esclarecido que a alteração de *layout* pode permitir a diminuição de transportadores, controladores ou trabalhadores.

Os resultados da avaliação incluíram vários cenários que permitem escolher o melhor com as seguintes variáveis: tempo de produção, custo operacional e resultado (Ho et al., 2019). Foi aplicado *software* de otimização de *layout* para a obtenção das melhores configurações (Diego-Mas et al., 2019).

O novo *layout* permitiu que o sistema passe a funcionar como uma célula. A distância percorrida e o tempo gasto no transporte de peças e movimentações dos operadores diminuíram significativamente. O tempo que estes precisam para recolher o trabalho da linha passou a ser menor e houve, por isso, um aumento de produtividade (Rodrigues, 2018). O novo *layout* permite a diminuição das movimentações dos operadores e do transporte de materiais. A inclusão de máquinas de perfuração reduziu a distância percorrida pelas peças (Peixoto, 2018). Os objetivos foram minimizar os movimentos durante o processamento. Os objetivos foram conseguidos (Costa, 2018).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que a alteração do *layout* permitiu diminuir a distância percorrida e o tempo gasto no transporte de peças e movimentações dos operadores diminuíram significativamente.

Os resultados da avaliação incluíram vários cenários que permitem escolher o melhor com as seguintes variáveis: tempo de produção, custo operacional e resultado. O modelo de otimização tem potencial para melhorar a eficiência de produção (Ho et al., 2019). Foi aplicado *software* de otimização de *layout* para a obtenção das melhores configurações. Os utilizadores relatam eficácia, eficiência e satisfação para com os resultados obtidos (Diego-Mas et al., 2019). Foi aplicada a otimização baseada em simulação de alocação de recursos e *layout* de instalações. Este método permitiu maximizar a capacidade e a eficiência da produção (Masoud et al., 2019).

A distância percorrida e o tempo gasto no transporte de peças e movimentações dos operadores diminuíram significativamente. O tempo que os trabalhadores precisam para recolher o trabalho da linha passou a ser menor e houve, por isso, um aumento de produtividade (Rodrigues, 2018). O novo *layout* permite a criação de um fluxo contínuo, foram melhoradas as condições térmicas dos postos de revistas e de laminação, foram diminuídas as movimentações dos operadores e do transporte de materiais, foi inserido o supermercado de espumas (Peixoto, 2018). A mudança de *layout* permitiu a minimização dos movimentos durante o processamento e apenas um operador a controlar as máquinas (Costa, 2018).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, ficou evidente que a alteração de *layout* permite aumentar a produtividade.

4.4 Normalização

A normalização é imprescindível porque permitiu atuar sobre várias perspetivas num mesmo assunto, por exemplo, no ensino, permitiu prever o sucesso do examinado, atuar sobre fatores chave no sentido de garantir alunos competentes, aquisição de competências mínimas, garantir que estes têm conhecimentos que permitam a prática segura, entre outros (Smith Glasgow et al., 2019). Permitiu ganhar experiência com o problema, no caso de pacientes padronizados, os enfermeiros desenvolveram a comunicação com a família e sobretudo com a mãe, o conhecimento e conforto deles próprios para com a situação, aperceberam-se que era boa ideia usar práticas de luto perinatal comprovadas, entre outras (Sorice & Chamberlain, 2019). O teste padronizado permitiu com precisão prever o sucesso do aluno de enfermagem,

identificou as áreas importantes, formou profissionais competentes, com conhecimentos adequados para a prática segura, que permitam ter emprego, exames válidos e confiáveis, com rigor, e saber as competências mínimas (Smith Glasgow et al., 2019). O trabalho padronizado permitiu documentar as melhores práticas atuais e assim constituir a base para a melhoria contínua (Míkva et al., 2016).

A matriz RASI ajuda o executante a perceber quem são os responsáveis por executar a atividade, pela aprovação, pelo suporte e quem é que este deve informar quando necessário (Gonçalves, 2017).

De acordo com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi constatado que aplicar a normalização ao ensino é bom.

Criação e desenvolvimento de instruções de trabalho para se definir melhor o método para a execução das tarefas de modo a que atingir melhor rapidez e qualidade. No caso de trocas de funções ou admissão de um novo colaborador a adaptação ficou mais rápida e fácil. Implementação da matriz RASI. Instruções de trabalho simples e de fácil entendimento. É possível determinar os recursos necessários para a elaboração dos processos de compras, avaliar os mesmos e, mais importante, a implementação de melhorias (Gonçalves, 2017). Os objetivos passaram por reduzir a variabilidade dos processos, garantir a correta execução das tarefas, eliminar o sobre processamento e melhorar a qualidade dos produtos. Foi conseguida ainda a extinção do tempo de formação de novos trabalhadores (Rocha, 2017). Foi reduzida a discrepância entre os operadores do embalamento. Permitiu realizar tarefas tendo em conta apenas as atividades essenciais o que representou uma diminuição no tempo médio. Permitiu, portanto, produzir mais, mais rápido e satisfazer melhor os clientes (Rocha, 2018).

Permite melhorias no ensino, isto é, formar profissionais competentes, ensinar as competências mínimas, entre outras (Smith Glasgow et al., 2019). Permite aprender na prática: aumentar o conhecimento, conforto, comunicação, técnicas, prestação de serviços (Sorce & Chamberlain, 2019). O trabalho padronizado permitiu identificar as melhores práticas atuais e assim constituiu a base para a melhoria contínua. Melhora a qualidade dos produtos e processos. Reduziu desperdícios aplicando os 5S, método que está incluído na padronização dos processos (Míkva et al., 2016).

Em conformidade com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que a padronização permite aumentar a competitividade da empresa.

Foi conseguido o desenvolvimento de instruções de trabalho para se definir melhor o método para a execução das tarefas de modo a que atingir melhor rapidez e qualidade (e, ainda, instruções de trabalho simples e de fácil entendimento). A normalização é a base da melhoria contínua e nesse sentido pode haver melhorias no que toca à qualidade (Gonçalves, 2017). Segundo Rocha, ao aplicar o orçamento normalizado foi conseguida a melhoria da qualidade (Rocha, 2017).

O trabalho padronizado permitiu documentar as melhores práticas atuais e assim constituiu a base para a melhoria contínua. Deste modo, permite melhorar a qualidade dos produtos e processos (Míkva et al., 2016). A escolha (entre o operário seguir as instruções de trabalho da padronização ou o seguir o seu próprio critério) tem um papel importante na relação entre padronização e redução de erros. O nível mais baixo de erros acontece quando os operários seguem um alto grau de instruções de trabalho, a rigidez da padronização está num nível intermediário e, desse modo, a adesão padronização é alta. O alto nível de rigidez de padronização não está associado à redução de erros (Nissinboim & Naveh, 2018).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi constatado que a normalização permite melhorar a qualidade.

4.5 Ergonomia

Foi conseguido atingir o objetivo porque, quando a organização usou a ergonomia para promover o desempenho e o bem-estar, os funcionários tiveram menos dores relacionadas com o trabalho tendo assim melhor desempenho (Hoffmeister et al., 2015). Um outro exemplo, foi conseguida a diminuição do número de lesões dos gastroenterologistas devido à endoscopia e, assim, foram conseguidos aumentos de produtividade (Ali & Samarasena, 2019).

De acordo com Natário (2017), é sempre importante atender às questões ergonómicas quando algo é projetado ou se faz alterações nos postos de trabalho, pois trás sempre melhorias de produtividade. Exemplos como conseguir novos valores de iluminância com melhorias significativas, ou diminuir as correntes de ar ou melhorar a tarefa de elevação do armário e disjuntor na cuba melhoram o desempenho dos trabalhadores (Natário, 2017). Do mesmo modo, a redução da classificação da ferramenta RULA, neste caso, de cinco para dois, ou até, a implementação do tapete anti fadiga, possibilitam a melhoria do rendimento dos colaboradores (Bacelos, 2017). Por fim, a alteração da altura das rampas de abastecimento ou a construção de novas permitiu um aumento do desempenho (Gomes, 2018b).

De acordo com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi constatado que a ergonomia aumenta o desempenho dos trabalhadores.

Esta ferramenta foi aplicada a empresas de, nomeadamente, Energia, máquinas e equipamento elétricos (Efacec) (Natário, 2017), da indústria automóvel (Coindu) (Bacelos, 2017) e de sistemas automotivos (Delphi) (Gomes, 2018a).

Foi aplicada a hospitais e universidades (Universidade da Califórnia-Irvine) (Ali & Samarasena, 2019).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que a ergonomia é aplicável a diferentes áreas.

Foi aumentado o conforto dos colaboradores à linha, foram melhoradas as condições de trabalho, nomeadamente, de iluminação, corrente de ar e evitar posições desconfortáveis como o agachamento para apanhar os artigos (Natário, 2017). Foram evitadas posições desconfortáveis e fadiga, no caso com tapete anti fadiga (Bacelos, 2017). Foram melhorados os valores do índice de elevação (Gomes, 2018a). Segundo Natário é sempre importante atender às questões ergonómicas quando se projeta ou faz alterações nos postos de trabalho pois traz sempre melhorias de produtividade (Natário, 2017).

Este estudo permitiu perceber que, quando a organização usa a ergonomia para promover o desempenho e o bem-estar, os funcionários têm menos dores relacionadas com o trabalho (Hoffmeister et al., 2015). Foram aplicadas intervenções ergonómicas no centro de endoscopia na Universidade da Califórnia-Irvine. Foi conseguida a diminuição do número de lesões dos gastroenterologistas devido à mesma. Foram conseguidos aumentos de produtividade, satisfação no trabalho e da própria moral e ainda melhoria do conhecimento e consciencialização. Além destas, esta iniciativa ajuda no envolvimento da administração e assim criar mudanças significativas a longo prazo para melhorar a parte ergonómica da endoscopia (Ali & Samarasena, 2019).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foram apuradas as diferentes vantagens da utilização da ergonomia.

4.6 OEE

O OEE possibilitou saber em que variáveis e com que intensidade devem ser canalizados os esforços no sentido de obter maior produtividade e lucro (Sousa et al., 2018) (Dunn & Dunn, 2015). Os dados quantitativos permitiram validar escolhas das mais diversas áreas. Esta

ferramenta permitiu a melhoria de processos, um conjunto geral de melhores práticas e forneceu informações de *benchmarking* (Dunn & Dunn, 2015).

Através desta ferramenta, foi conseguido saber os pontos mais críticos e, assim, as melhorias a introduzir. Possibilitou muita informação fornecida o que admitiu identificar a origem dos problemas e agir rapidamente (Silva, 2017). Permitiu avaliar o impacto das decisões tomadas (Correia, 2018c).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi verificado que o OEE auxilia a tomada de decisões.

Os resultados do OEE admitiram identificar o ou os fatores que devem ser melhorados. A partir deste foi feito um *brainstorming* para encontrar as melhores soluções. Posteriormente, são escolhidas as melhores soluções segundo os fatores em causa (económicos, de espaço, melhores resultados, etc.). De seguida, a implementação, é realizada a avaliação do impacto das decisões tomadas (aplicando novamente o OEE). Por fim, há nova decisão: manter ou optar por outras soluções (Correia, 2018c). Através desta ferramenta sabemos os pontos mais críticos e assim as melhorias a introduzir. É possibilitado identificar o índice mais crítico dos três fatores e ainda avaliar o impacto das decisões tomadas. Possibilitou bastante informação fornecida o que permitiu reconhecer a origem dos problemas e agir de forma célere (Silva, 2017).

O OEE admite saber onde e como devem ser canalizados os esforços no sentido de alcançar maior produtividade e lucro. Os dados quantitativos possibilitam validar escolhas das mais diversas áreas. Esta ferramenta admite a melhoria de processos, um conjunto geral de melhores práticas e proporciona informações de *benchmarking* (Dunn & Dunn, 2015). A forma como os registos são realizados pelos trabalhadores é também importante para os índices de disponibilidade e desempenho (Sousa et al., 2018).

De acordo com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que se e só se existir na empresa um esforço de melhoria juntamente com a utilização do OEE é possível melhorar este indicador.

Melhor monitorização do desempenho. Possibilita perceber os pontos mais críticos e assim saber as melhorias a introduzir. Permitiu identificar o principal problema da secção e avaliar o impacto das decisões tomadas. A aplicação do Excel VBA consiste na aplicação deste indicador a todos os sectores o que permitiu aumentar a eficiência da monitorização de todo o sistema. Facultou muita informação fornecida o que possibilitou identificar a origem dos problemas e agir de forma célere. O processo de determinação do indicador é mais fácil com o

programa (Silva, 2017). Admite o seguinte método. Os resultados do OEE possibilitaram identificar o ou os fatores que devem ser melhorados. A partir deste foi feito um *brainstorming* para encontrar as melhores soluções. Posteriormente, são escolhidas as melhores soluções conforme os fatores em causa (económicos, de espaço, melhores resultados...). É seguida a implementação. Foi realizada a avaliação do impacto das decisões tomadas (aplicando novamente o OEE). Por fim, há nova decisão: manter ou optar por outras soluções (Correia, 2018c).

O OEE possibilita saber onde e como devem ser canalizados os esforços no sentido de obter maior produtividade e lucro. Os dados quantitativos admitem validar escolhas das mais diversas áreas. Esta ferramenta possibilita a melhoria de processos, um conjunto geral de melhores práticas e fornece informações de benchmarking (Dunn & Dunn, 2015). Auxiliou a determinar a eficiência do equipamento. Colaborou na monitorização da evolução do desempenho da máquina ao longo do tempo. Foi conseguida a redução dos custos gerais e aumento da receita. Aumentou a rentabilidade e lucros. Esta solução, a otimização sequencial da qualidade, do desempenho e disponibilidade foi a solução mais lucrativa e eficaz. Foi concluído ainda que a otimização única da qualidade permite um bom desempenho. A taxa da qualidade foi o principal fator a ser maximizado. (Muñoz-Villamizar et al., 2018).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foram esclarecidas as várias vantagens da ferramenta.

4.7 Kaizen

As reuniões foram criadas para resolver problemas e permitir a melhoria contínua. Foram ainda usadas para explicação e aceitação de ideias de melhoria. Admitiu a discussão e melhoria das mesmas. Possibilitam um maior envolvimento dos colaboradores e melhorou a comunicação entre operadores e chefia (Cunha, 2018).

Eliminação de materiais obsoletos, revisões regulares ao *stock*, implementação de melhoria continua faseada, alinhamento de objetivos e clarificação de prioridades. Admitiu que o sistema produtivo seja constantemente verificado e testado de modo a ser possível acompanhar, corrigir e eliminar erros. Manutenção dos bons resultados, para além do rigor e da disciplina. Foram implementados e mantidos princípios *Lean*. Possibilitou explicar aos colaboradores como usar as ferramentas da melhor maneira. Aprovou formações regulares (Sá, 2017).

Captação das diferentes opiniões e avaliação das mesmas durante a reunião. Possibilidade de se fazerem questionários, debates, para além de servir para explicar aos colaboradores a importância da adesão ao sistema implementado. Permitiram o *brainstorming*, rapidez em encontrar e implementar as soluções e ainda estreitar relações de cooperação entre operários e dirigentes. Possibilitou identificar a motivação dos trabalhadores e, se não for a melhor, tomar medidas nesse sentido. (Ribeiro, 2018).

As reuniões *kaizen* aumentaram a consciencialização, a motivação e o envolvimento para o trabalho de grupo. Promoveu a autoconsciência e a disciplina pessoal antes do trabalho de grupo. As áreas de critério que os alunos preferiram tratar foram dificuldades de leitura, ansiedade social, paciência, autoestima, vestir e sucesso académico. Os processos com atividades experienciais forneceram aos alunos uma visão diferente sobre os seus problemas, de modo que a maioria dos alunos alterou o seu foco de trabalho durante as sessões. Os grupos permitiram vários assuntos diferentes durante cada sessão. Desse modo, possibilitou que os alunos que não têm dado problema, ou que sabem debelá-lo inteiramente ou parcialmente, ajudem aqueles que o têm. Nos grupos heterogêneos, há partilha de conselhos/experiências sobre os vários tópicos. O *feedback* dos alunos foi positivo (Topuz & Arasan, 2013).

Foi implementada a melhoria contínua (PDCA) num curso de *marketing*. O objetivo foi melhorar os benefícios de aprendizagem das três partes (alunos, professores e empresas). Contribuiu para melhorar as estratégias de *marketing* das empresas. Benefícios sistemáticos de aprendizagem (para alunos e professores). Foram promovidas novas oportunidades para os alunos aprenderem e para ajudarem outros. Alunos aprenderam com experiências reais de *marketing* dos negócios. As empresas participaram na avaliação dos alunos. Aprendizagem conjunta alunos-professores (Sangpikul, 2017).

Foi aplicado o *Green Kaizen* a uma empresa de fabricação de produtos farmacêuticos. Os objetivos foram as melhorias ambientais e a redução de custos. Este gerou melhorias ambientais no chão-de-fábrica, resultando em economia de custos. Foi realizado o compartilhamento das melhores práticas e ampliação de soluções bem-sucedidas de economia de custos. Foi construída, assim, gradualmente uma organização mais sustentável com crescente competência e envolvimento ecológico. Esta ferramenta *kaizen* padronizou e facilitou a cultura de ensino de melhorias ambientais contínuas (Bellgran et al., 2019).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foram apuradas as vantagens do *kaizen*

Os fatores que possibilitam uma implementação bem-sucedida do *Kaizen* são a boa comunicação entre a gestão e os seus colaboradores, ter uma estratégia clara, fruir de uma campeão *Kaizen*, boa gestão do conhecimento e empoderamento dos funcionários. Solucionar de algum modo a resistência à mudança, a carência de motivação dos trabalhadores, a falta de compreensão da estratégia e as dificuldades em gerir a melhoria (Maarof & Mahmud, 2016).

No sentido de alcançar a melhoria de processos é essencial estabelecer os princípios. O produto e os processos devem ser bem definidos e de acordo com as necessidades do cliente. Uma não conformidade tem de ser clara. A causa da não conformidade deve ser fácil de identificar. Por último, essa causa pode ser eliminada (Gamme & Lodgaard, 2019).

A melhoria contínua deve ser conseguida de forma sustentável (passo-a-passo). Implementação de reuniões semanais. Possibilita alinhar objetivos e clarificar as prioridades. Permitiu que o sistema produtivo seja frequentemente observado e testado de modo a acompanhar, corrigir e eliminar erros. É conseguida a manutenção de bons resultados, do rigor e da disciplina. Implementação e manutenção de princípios *lean*. Possibilitou explicar aos trabalhadores como usar as ferramentas da melhor maneira. Admitiu formações regulares (Sá, 2017).

A melhoria contínua é alcançada através das reuniões *kaizen* (Cunha, 2018) (Ribeiro, 2018). Possibilita captar diferentes apreciações e avaliação das mesmas durante a reunião. Existência da possibilidade de realização de questionários durante as mesmas. Possibilita discussões para as melhores soluções. Serviu para prover explicações aos cooperantes acerca da importância da adesão ao sistema implementado. Foram conseguidos *brainstormings*, celeridade em encontrar e implementar as soluções e ainda estreitamento de relações de cooperação entre operários e dirigentes. Admitiu a identificação da motivação dos trabalhadores e, se não for a melhor, dar aso a implementação de medidas nesse sentido. Possibilitou melhorias e resolução de problemas. A incentivação da participação nestas reuniões de líderes de departamento melhora a ligação destes com os colaboradores, torna mais rápida e simplificada a exposição e resolução de problemas (Ribeiro, 2018).

Conforme o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foram elucidados os fatores que possibilitam uma implementação bem-sucedida do *Kaizen* e da melhoria de processos.

A carência desta ferramenta possibilita menor comunicação entre a gestão e os seus colaboradores, não há ensinamentos de um campeão *Kaizen*, menor probabilidade de uma estratégia colaborativa clara, de empoderamento dos funcionários ou de boa gestão do

conhecimento. Ainda, maior dificuldade em ultrapassar a resistência à mudança, de motivar trabalhadores, esclarecimento da estratégia e em gestão da melhoria contínua (Maarof & Mahmud, 2016).

O produto e os processos devem ser bem definidos e de acordo com as necessidades do cliente. Uma não conformidade não pode oferecer dúvidas. A causa da não conformidade deve ser fácil de reconhecer. Por último, essa causa deve ser banida (Gamme & Lodgaard, 2019). Sendo assim, a ausência da dita ferramenta admite a continuação de erros no sistema.

O *kaizen* possibilita melhorar os benefícios de aprendizagem das três partes (alunos, professores e empresas) num curso de *marketing* (Sangpikul, 2017). A aplicação do Green *Kaizen* admitiu melhorias ambientais e redução de custos (Bellgran et al., 2019). Foi aplicado *Kaizen*-educacional, o qual serve para aconselhamento de grupos para aumento de conscientização e motivação (Topuz & Arasan, 2013).

A ferramenta possui vantagens nomeadamente, eliminação de material obsoleto, controlo do *stock*, alinhamento de objetivos e clarificação de prioridades. Em particular, a melhoria de forma sustentada possibilita, que o sistema produtivo seja frequentemente verificado e testado de modo a tornar possível acompanhar, corrigir e eliminar erros permitindo a manutenção de bons resultados. Alcançar rigor e disciplina. Possibilita implementação e manutenção de princípios *lean*. Ainda, explicações aos trabalhadores sobre como utilizar as ferramentas da melhor maneira e formações regulares (Sá, 2017).

Sem a dita é perdida, a captação de diferentes opiniões, avaliação das mesmas, questionários e debates. Possibilita ainda, esclarecer aos colaboradores a importância da sua adesão. Possibilita celeridade em encontrar e implementar soluções assim como o estreitamento de relações entre gestão e colaboradores. Identificação da motivação dos trabalhadores. Mais importante, permitiu melhorias e resolução de problemas. A participação dos elementos da gestão, torna mais rápida e simplificada a exposição e resolução de problemas (Ribeiro, 2018).

De acordo com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi esclarecido que o *Kaizen* evita importantes desperdícios.

4.8- Poka-Yoke

A ferramenta *poka-yoke* foi aplicada aos cuidados de saúde (Grout & Toussaint, 2010). Realização de um estudo sobre a capacidade dos *poka-yokes* prevenir, alertar e controlar a

qualidade do ar evitando o envenenamento (Al-Araidah et al., 2010). Foi aplicado um *poka-yoke* a uma fábrica de aprendizagem (Wiech et al., 2017).

Aplicado à empresa de mobiliário “IKEA Industry Portugal” (Barros, 2014; Silva, 2015b) e também à empresa de autorrádios “Aptivport Services, SA” (Gomes, 2018b).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi verificado que a ferramenta *poka-yoke* pode ser aplicada a diferentes áreas.

Segundo Barros, o custo de todos os dispositivos aplicados na respetiva empresa foi cifrado em 2012€. Estes permitiram uma poupança, desde Dezembro de 2013 até à data de entrega da tese, de 49.300€ (Barros, 2014). Por sua vez Silva, implementou, na empresa respetiva, os dispositivos, ao qual correspondeu um custo de 50 euros. Assim, é obtido um ganho de cerca de 4629,9 euros anuais (Silva, 2015a).

Os dispositivos *poka-yoke* implicam, geralmente, reduzidos custos (Grout & Toussaint, 2010). O custo da prevenção recorrendo a *poka-yokes* é normalmente pequeno pelo que a prevenção recorrendo a estes é, na maior parte dos casos, uma boa solução (Tsou & Chen, 2008).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que os dispositivos *poka-yoke* têm, por norma, um custo baixo.

Diminuição ou eliminação total dos erros e sucata (Gomes, 2018a). Impedir que erros continuem no sistema produtivo e otimizar os tempos de paragem (Barros, 2014). Resolver o problema das peças sobrepostas e eliminação do operário vigiador (Silva, 2015a).

Permitiu redução dos custos crescentes (melhorias financeiras) e erros médicos. As paralisações e criação de falhas no processo possibilitaram melhorar o desempenho. Foram obtidas melhorias nos resultados de qualidade de processo. Foi concluído que em caso de dúvida, o processo deve ser interrompido. Os resultados forneceram esperança de que o objetivo do Instituto de Medicina de 1999 de cortar erros médicos evitáveis até 50% possa ser alcançado usando as técnicas *jidoka* e *poka-yoke*. Os dispositivos *poka-yoke* implicaram, geralmente, reduzidos custos (Grout & Toussaint, 2010). Os dispositivos possibilitam prevenir, alertar e controlar a qualidade do ar em ambientes naturalmente ventilados. Ainda, restringir as emissões em ambientes naturalmente ventilados, conseguindo assim evitar o envenenamento. O sistema é ainda expansível o que possibilita controlar níveis de concentração de múltiplos gases ao mesmo tempo (Al-Araidah et al., 2010). O custo da prevenção recorrendo a *poka-yokes* é normalmente pequeno pelo que a prevenção recorrendo a estes é, na maior parte dos casos, uma boa

solução. (Tsou & Chen, 2008). Os resultados foram melhorias no fluxo de valor. O facto dos dispositivos *poka-yoke* poderem ser desenvolvidos internamente proporciona vantagens, nomeadamente custos baixos, as pessoas envolvidas ganharam competências de resolução de problemas e é conseguida uma solução perfeitamente adaptada. No caso de digital, possibilitou ter acesso de dados novos, nomeadamente, taxa de falhas (Wiech et al., 2017).

Em consonância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, verificaram-se as vantagens dos dispositivos *poka-yoke*.

4.9 SMED

Ajudou a reduzir os prazos de entrega o que admitiu responder rapidamente à mudança de procura (Martins et al., 2018). Possibilitou um aumento da disponibilidade da linha de montagem assim como uma ampliação da capacidade produtiva, melhorando assim a produtividade. Redução de desperdícios (Rosa et al., 2017). Esta ferramenta provou ser um método poderoso para obter retornos sólidos com investimentos reduzidos (Sousa et al., 2018). Possibilitou a redução de erros no equipamento (Karam et al., 2018; Martins et al., 2018). Redução de custos. Permitiu a satisfação do cliente. Foi conseguida uma rápida mudança de produção para outro produto de forma a ser mais fácil satisfazer a procura e as metas de produtividade (Karam et al., 2018).

Possibilita a redução dos tempos de *setup*, aumento do tempo produtivo e responder mais rapidamente às necessidades dos clientes. O esforço no sentido de melhorar tempos de *setup* possibilita identificar e resolver problemas. Foi conseguida redução nas movimentações/transporte (esclarecimento dos trabalhadores relativamente à sequência de atividades a seguir), da utilização de carros de ferramentas de transporte, e da renovação de apertos rápidos (operador deixa de precisar de ferramentas e, desse modo, não precisa de se encontrar com o técnico respetivo por causa destas e melhora a rapidez no processo de troca de ferramentas). Através de um sistema de lubrificação para a máquina de puncionar, foi conseguida a eliminação de problemas, nomeadamente, do tempo a mover os borrifadores e daquele que o operador leva para se dirigir a esse local. Foi alcançada ainda a eliminação do problema das portas, através da revisão das dobradiças, limpando e oleando. (Correia, 2018b). Foi melhorado o fluxo intracelular (Teixeira, 2018b).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foram apuradas as vantagens da ferramenta SMED.

Para que a implementação SMED seja bem-sucedida, na empresa de Correia, os trabalhadores devem aceitar as novas ideias. A redução do tempo em movimentações, através da eliminação das hesitações dos operadores pois não sabem a sequência de atividades a seguir, a utilização de carros de ferramentas para transporte (evitar movimentações que apenas levam meios de controlo) e a renovação dos apertos rápidos (o operador já não precisa de procurar o técnico de manutenção para obter ferramentas, pois já não precisa destas, permite ainda que a troca de ferramentas se torne um processo mais rápido) (Correia, 2018b).

Para que a implementação do SMED seja bem-sucedida foram definidas adequadamente estratégias e atividades preparatórias. Nomeadamente, metas de projeto e escalas de tempo. Foi escolhida a equipa, conseguido o envolvimento de colaboradores de diferentes departamentos, escolhido o coordenador apropriado, foram alocadas funções e responsabilidades específicas para cada membro da mesma. A mesma foi treinada e foi conseguido que o pessoal do chão-de-fábrica aprendesse a trabalhar com nova metodologia e padrões de mudança. A divisão do projeto em diferentes fases auxiliou no sentido que permitiu separar e alocar atividades aos trabalhadores e, ainda, que estas ocorressem numa sequência ótima. Com a implementação deste modelo (melhorado) do SMED, a empresa conseguiu reduzir 33% do tempo de *setup* (Ferradás & Salonitis, 2013). Fatores que facilitam o sucesso da ferramenta são a confiança nos funcionários, a cooperação entre todos, a aceitação à mudança, a motivação, o *brainstorming* de todos para obter soluções que potenciem o efeito do SMED (Sousa et al., 2018). O pessoal é importante para uma implementação e continuação bem-sucedidas (Karam et al., 2018).

Conforme o que foi referido nos artigos e nas dissertações, ficaram esclarecidas as condicionantes importantes para a implementação ser bem-sucedida.

Foi produzido um dispositivo de *Quick ChangeOver*. Este possibilitou uma mudança de utilização entre os guias de cerca de 4 segundos, o que perfazia uma melhoria de 65 segundos em relação ao estado inicial. Se se considerar 32 *setups* por turno obteve-se um total de 128 segundos de *setup* no turno o que corresponde a 0,5% do tempo total do turno (450 minutos) (Teixeira, 2018b). Foi conseguida uma redução dos tempos de *setup* das máquinas de costura. Relativamente àquelas de uma agulha (dois cones) foi conseguida uma redução do tempo total de *setup* de 83 para 48 segundos o que constituiu uma redução de tempo de 42%. As de duas agulhas (três cones) tiveram uma redução do tempo de *setup* de 107 para 62,75 a que correspondeu uma diminuição de tempo de 41%. Cada estrutura correspondeu a um custo de 18 UM, existem 81 estruturas, logo o custo total corresponde 1458 UM (Sagres, 2018).

Esta ferramenta provou ser um método poderoso para obter retornos sólidos com investimentos reduzidos (Sousa et al., 2018).

Em consonância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, ficou constatado que é um método bom para obter retornos sólidos com investimento reduzido

4.10 Kanban

A ferramenta possibilitou um aumento da satisfação dos enfermeiros e benefícios significativos (organização, ausência de rutura, redução de custos, entre outros). Esse contentamento admitiu um desempenho superior. Os riscos de implementação são reduzidos. Esta ferramenta permitiu que os enfermeiros se centrassem mais no paciente e menos na logística, o que possibilitou um melhor atendimento dos mesmos. Foi conseguida a garantia de que os enfermeiros têm o todo o material necessário para o cuidado adequado. Esta ferramenta permitiu melhores resultados operacionais, economia de tempo e redução de custos (Aguilar-Escobar et al., 2015).

Os resultados foram a melhoria dos custos operacionais, dos desperdícios, das sucatas e das perdas, os *stocks* de sobreprodução foram controlados com estações de trabalho flexíveis (Rahman et al., 2013). O simulador KSS (*Kanban-based scheduling system*) conseguiu medir o desempenho e foi uma importante ajuda na tomada de decisões. Nomeadamente, ajudou a avaliar o impacto do uso dos diferentes recursos para uma dada tarefa, a compreender como uma tarefa afetou a obtenção mais rápida do valor total da capacidade ou atingiu o objetivo de valores mais elevados no início do processo de desenvolvimento incremental. Possibilitou ainda perceber o que bloqueou a conclusão de tarefas ou capacidades, os impactos da alternância de contexto entre tarefas ou ajudou a saber a quantidade de recursos necessários numa determinada área de especialidade para um determinado perfil de trabalho (Tregubov & Lane, 2015).

Foi conseguida a redução do tempo de espera, a minimização do *stock* (em processo e acabados), a otimização da área de armazenamento e o *Just-In-Time*. Foi criado um fluxo suave de peças em todo o sistema de produção. O comprometimento sistemático e total ajudou na implantação do sistema *kanban* (Naufal et al., 2012).

Foi conseguido evitar a rutura de folhetos, a satisfação da procura e eliminado grande parte dos folhetos obsoletos (Almeida, 2018).

Possibilitou evitar erros no abastecimento de artigos, para além de sobreprodução. Ajudou a aumentar o tempo de valor acrescentado. Contribuiu para a redução de desperdícios. Permitiu uma aproximação dos artigos ao bordo de linha o que admitiu reduzir as movimentações realizadas pelos operadores (Silva, 2018).

Foi reduzido o custo de posse e melhorada a estratégia de abastecimento das linhas (sobretudo através de entregas atempadas e diminuição de WIP). O dimensionamento de *kanbans* trouxe grandes melhorias: redução de quase 60% no total de componentes na linha, do tamanho e número de caixas necessárias (cerce de 31%). Diminuição do custo de posse de *stock* da linha em 63%. Esta ferramenta permitiu ainda redefinir *stocks* de segurança, libertar espaço, carga dos armazéns e diminuição de erros de *stock* (Fernandes, 2017).

Conforme com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foram constatadas algumas das vantagens do uso de *Kanbans*.

Foi melhorada a gestão de folhetos, reduzida a quantidade dos mesmos obsoletos e o número destes é condizente com a procura (Almeida, 2018). Evitar erros no abastecimento de artigos, faltas de material e sobreprodução. Ajudou a aumentar o tempo de valor acrescentado. Contribuiu para a redução de desperdícios (juntamente com outras medidas *lean*) admitindo um ganho de 9275€ anuais e um aumento da produção média mensal na ordem dos 26%. Possibilitou uma aproximação dos artigos ao bordo de linha o que permitiu minorar as movimentações realizadas pelos operadores (Silva, 2018). Foi melhorada a estratégia de abastecimento das linhas (procurando aumentar entregas atempadas e a diminuição do WIP). O dimensionamento de *kanbans* foi uma das principais melhorias: permitiu uma redução de pouco menos de 60% na quantidade total de componentes na linha, uma minoração do tamanho e do número de caixas necessárias (por volta dos 31 %). Ainda, possibilitou uma redução do valor monetário da linha relativo ao custo de posse em 63% aproximadamente o que corresponde a 164513,11€ por ano. Esta estratégia de abastecimento possibilitou ainda redefinição de *stocks* de segurança, libertação de espaço e carga dos armazéns e diminuição de erros de *stock*. A diminuição de roturas de material *kanban* em 2016/2017 e é esperado que continue (Fernandes, 2017).

Foi aplicado *kanban* e SCRUM com o objetivo de perceber os seus efeitos quando aplicados em simultâneo. Através destas ferramentas foi conseguido otimizar o processo de desenvolvimento, realizar a identificação das tarefas, o tempo foi gerido de forma mais eficiente e configuração de equipas. Ajudou na gestão de projetos de orçamentação, controlo de risco,

qualidade de projeto, gestão dos recursos disponíveis e clarificação do objetivo do projeto. Possibilitou o desenvolvimento de projetos bem-sucedidos e boa gestão da cronografia dos mesmos. A utilização da ferramenta conduziu a uma maior consistência em fatores de gestão de projeto (Lei et al., 2017).

Em concordância com o que foi referido nos artigos e nas dissertações, foi apurado que é um método que permite características de uma boa gestão.

O número de folhetos foi condizente com a procura (Almeida, 2018). Foi conseguido evitar erros no abastecimento de artigos e sobreprodução. Auxiliou a aumentar o tempo de valor acrescentado. Contribuiu para a redução de desperdícios (juntamente com outras medidas *lean*) permitindo um ganho de 9275€ anuais e um aumento da produção média mensal na ordem dos 26%. Possibilitou uma aproximação dos artigos ao bordo de linha o que admitiu reduzir as movimentações realizadas pelos operadores (Silva, 2018). A ferramenta permite a minoração do WIP. O dimensionamento de *kanbans* foi uma das principais melhorias: permitiu uma redução de pouco menos de 60% na quantidade total de componentes na linha, uma redução do tamanho e do número de caixas necessárias (por volta dos 31 %) (Fernandes, 2017).

Foi conseguida a redução do tempo de espera, a minimização do *stock* (em processo e acabados), a otimização da área de armazenamento e o *Just-In-Time*. Criação de um fluxo suave de peças em todo o sistema de produção (Naufal et al., 2012). Implementação do sistema *kanban* com o objetivo de atingir a produção *lean* com *stock* mínimo e custos reduzidos. Os resultados da implementação de *Kanban* nesta empresa de manufatura foram positivos nomeadamente, melhoria dos custos operacionais, desperdícios, sucatas e perdas (Rahman et al., 2013). Esta ferramenta permitiu melhores resultados operacionais, economia de tempo e redução de custos (Aguilar-Escobar et al., 2015).

Conforme o que foi referido nos artigos e nas dissertações, ficou esclarecido que é um método que permite redução de desperdícios.

5 CONCLUSÕES

5.1 Contribuições do trabalho realizado

Os 5'S possibilitam manter a saúde dos operadores e integridade de máquinas e instalações. A limpeza permite descobrir problemas, a separação permite eliminar objetos perigosos e a organização a tempo de trabalho o que evita acidentes.

A gestão visual dá autonomia aos trabalhadores. Isto só acontece quando os trabalhadores têm acesso a informações. Permite melhor coordenação, aumenta e melhora os processos de tomada de decisão. Facilita o trabalho dos operários, ajuda na padronização das atividades. Ajuda ainda na identificação, informação, organização e gestão de referências de rótulos. Por fim, aumenta o controlo visual, menos erros e acidentes.

A alteração de *layout* pode permitir diminuir o número de transportadores, controladores ou trabalhadores. Existem hipóteses infinitas. Ao diminuir as distâncias percorridas por peças ou trabalhadores ou com inclusão de máquinas potencialmente atinge-se o dito objetivo (disposição em “U” e disposição de máquinas intercaladas, por exemplo, pode eventualmente ajudar).

Aplicar a normalização ao ensino é bom. Permite atuar sobre várias perspetivas num mesmo assunto, ganhar experiência com o problema, identificar áreas importantes, forma profissionais competentes, saber as competências mínimas. Permite constituir a base para a melhoria contínua. A matriz RASI ajuda o trabalhador a saber quem são os responsáveis pelo que quer que seja.

A ergonomia aumenta o desempenho dos trabalhadores. Acontece porque trabalhadores têm menos dores e menor número de lesões. A melhoria de condições também ajuda, nomeadamente iluminação, correntes de ar, temperatura... Melhorar toda e qualquer má postura, principalmente as mais graves, vai ajudar no objetivo dito.

O indicador OEE permite saber onde e como devem ser canalizados os esforços no sentido de mais produtividade e lucro. Permite valida escolhas das mais diversas áreas. Permite muita informação fornecida o que permitiu identificar a origem dos problemas e agir rapidamente. Permite avaliar o impacto das decisões tomadas.

As garantias necessárias para ser uma implementação bem-sucedida são a boa comunicação entre a administração e os seus colaboradores, ter uma estratégia corporativa clara, a presença de um campeão *kaizen* na empresa, boa gestão do conhecimento e empoderamento dos funcionários.

Os dispositivos *poka-yoke* são aplicáveis a diferentes áreas. Cuidados de saúde, qualidade do ar, aprendizagem, mobília, auto-rádios foram os temas tratados.

O SMED ajuda a reduzir os prazos de entrega o que permite responder mais rapidamente à mudança da procura. Aumentou disponibilidade e capacidade produtiva (produtividade). Reduz-se os desperdícios, redução de custos e satisfação do cliente. Conseguem-se sólidos retornos com investimentos reduzidos. Personalização de produtos e mais rápida mudança de produto.

A ferramenta *kanban* permite organização, ausência de rutura e redução de custos. Permite melhores resultados operacionais e economia de tempo. Ainda redução de desperdícios, sucata e perda. Diminui-se o tempo de espera, minimizou-se o *stock* e otimizou-se a área de armazenamento. Reduziu-se custo de posse, melhorou estratégia de abastecimento às linhas. Redução de componentes na linha, tamanho e número de caixas necessárias.

5.2 Limitações do trabalho realizado

A barreira linguística: artigos e algumas dissertações em inglês (pontualmente em francês). A linguagem técnica, que por vezes existe dificulta a compreensão. Para determinados temas a literatura é escassa, nomeadamente o *poka-yoke*. Certos temas partilham o mesmo nome com um tema associado a outras áreas, levando a mais resultados irrelevantes durante a pesquisa de informação (nomeadamente 5'S, é um conceito *lean* mas que significa algo bastante importante na química e particularmente no DNA). Complexidade de artigos e dissertações.

5.3 Trabalho Futuro

Aumentar o conhecimento através da continuação da realização da revisão bibliográfica e da análise das dissertações do MIEGI. Melhorar revisão bibliográfica: referências a utilizações e respetivos resultados, mais completa. Mais dissertações por tema. Continuação da aprendizagem através da reflexão sobre temas escolhidos e outros (discussão de resultados). Perceber se os alunos do MIEGI e autores de artigos internacionais continuam a utilizar as mesmas ferramentas para atingir os seus objetivos e se continuam a ser bem-sucedidos.

Referências Bibliográficas

- Aguilar-Escobar, V. G., Bourque, S., & Godino-Gallego, N. (2015). Hospital kanban system implementation: Evaluating satisfaction of nursing personnel. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, *21*(3), 101–110.
<https://doi.org/10.1016/J.IEDEE.2014.12.001>
- Ahire, C. P., & Relkar, A. S. (2012). Correlating Failure Mode Effect Analysis (FMEA) & Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Procedia Engineering*, *38*, 3482–3486.
<https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2012.06.402>
- Al-Araidah, O., Jaradat, M. A. K., & Batayneh, W. (2010). Using a fuzzy Poka-Yoke based controller to restrain emissions in naturally ventilated environments. *Expert Systems with Applications*, *37*(7), 4787–4795. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2009.12.037>
- Ali, M. F., & Samarasena, J. (2019). Implementing ergonomics interventions in the endoscopy suite. *Techniques in Gastrointestinal Endoscopy*, 150620.
<https://doi.org/10.1016/j.tgie.2019.07.007>
- Almeida, A. T. S. V. de. (2018). *Implementação da metodologia Kaizen em agentes da EDP*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57079>
- Alves, A. C. (2007). *Projecto dinâmico de sistemas de produção orientados ao produto*. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/7606>
- Antonelli, D., & Stadnicka, D. (2016). Classification and efficiency estimation of mistake proofing solutions by Fuzzy Inference. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(12), 1134–1139.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.651>
- Bacelos, A. R. de O. (2017). *Melhoria de um sistema produtivo de corte de couro aplicando ferramentas Lean numa empresa da indústria automóvel*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49429>
- Barros, A. C. F. C. de. (2014). *Normalização de postos de trabalho na área de produção de painéis numa empresa de mobiliário*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31232>
- Bellgran, M., Kurdve, M., & Hanna, R. (2019). Cost driven green kaizen in pharmaceutical production – Creating positive engagement for environmental improvements. *Procedia*

- CIRP*, 81, 1219–1224. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.297>
- Bertholey, F., Bourniquel, P., Rivery, E., Coudurier, N., & Follea, G. (2009). Méthodes d'amélioration organisationnelle appliquées aux activités des établissements de transfusion sanguine (ETS) : Lean manufacturing, VSM, 5S. *Transfusion Clinique et Biologique*. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2009.04.007>
- Bessant, J., Caffyn, S., Gilbert, J., Harding, R., & Webb, S. (1994). Rediscovering continuous improvement. *Technovation*, 14(1), 17–29. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0166-4972(94)90067-1)
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2013). Visual management implementation and evaluation through mental workload analysis. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*. <https://doi.org/10.3182/20130522-3-BR-4036.00065>
- Boer, H., & Gertsen, F. (2003). From continuous improvement to continuous innovation: a (retro)(per)spective. *International Journal of Technology Management*, 26(8), 805. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2003.003391>
- Bunney, H. S., & Dale, B. G. (1997). The implementation of quality management tools and techniques: a study. *The TQM Magazine*, 9(3), 183–189. <https://doi.org/10.1108/09544789710168966>
- Burgess-Limerick, R. (2018, April 1). Participatory ergonomics: Evidence and implementation lessons. *Applied Ergonomics*, Vol. 68, pp. 289–293. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.009>
- Carvalho, J. C. de. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento - Livro - WOOK*. Retrieved October 21, 2019, from <https://www.wook.pt/livro/logistica-e-gestao-da-cadeia-de-abastecimento-jose-crespo-de-carvalho/9632552>
- Coimbra. (2009). *Total management flow : achieving excellence with kaizen and lean supply chains*. Kaizen Institute.
- Correia. (2018a). *Implementação de metodologias Lean nos centros de Etiquetagem e Rotulagem de uma empresa de produção de tintas*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57273>
- Correia. (2018b). *Melhoria de uma célula produtiva através da metodologia Lean Six Sigma*.

- Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/56100>
- Correia, M. da G. (2018c). *Implementação de metodologias Lean nos centros de Etiquetagem e Rotulagem de uma empresa de produção de tintas*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57273>
- Costa, S. M. A. (2018). *Desenvolvimento e implementação de um sistema de melhoria contínua numa empresa multinacional de ferramentas de corte*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/56117>
- Cunha, F. A. V. da. (2018). *Implementação de ferramentas Lean em postos de corte de espumas técnicas para a indústria automóvel*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57130>
- Dave, Y., & Sohani, N. (2012). *Single Minute Exchange of Dies: Literature Review*. Retrieved from http://thinkinglean.com/img/files/Single_Minute_Exchange_of_Dies_Literature_Review.pdf
- Diego-Mas, J. A., Garzon-Leal, D., Poveda-Bautista, R., & Alcaide-Marzal, J. (2019). User-interfaces layout optimization using eye-tracking, mouse movements and genetic algorithms. *Applied Ergonomics*. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.03.004>
- Drillaud, N., Siaka, C., Khalil, A., Yin, L., Prot, J. M., Caliste, J. P., & Farges, G. (2017, February 1). Qualité opérationnelle pour les laboratoires avec le « 5S Biologie ». *IRBM News*, Vol. 38, pp. 82–86. <https://doi.org/10.1016/j.irbmnw.2016.12.001>
- Dudek-Burlikowska & Szewieczek. (2009). (PDF) The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. Retrieved May 6, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/44385664_The_Poka-Yoke_method_as_an_improving_quality_tool_of_operations_in_the_process
- Dunn, T., & Dunn, T. (2015). OEE Effectiveness. *Flexible Packaging*, 77–85. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-26436-5.00008-4>
- Feld, W. M. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. St. Lucie Press.
- Fernandes, M. (2017). *Melhorias do processo de planeamento e aprovisionamento de materiais usando Lean Logistics numa empresa de produtos de alta e média tensão Dissertação*.

- Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: A tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, *7*, 598–603.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039>
- Frazelle, E. (2002). *World-class warehousing and material handling*. McGraw-Hill.
- Gamme, I., & Lodgaard, E. (2019). Organizational or system boundaries; possible threats to continuous improvement process. *Procedia CIRP*, *79*, 505–510.
<https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2019.02.107>
- Glegg, S. M. N., Ryce, A., & Brownlee, K. (2019). A visual management tool for program planning, project management and evaluation in paediatric health care. *Evaluation and Program Planning*, *72*, 16–23. <https://doi.org/10.1016/J.EVALPROGPLAN.2018.09.005>
- Gomes, M. I. da C. (2018a). *Implementação de novos produtos na secção de montagem final de uma empresa de autorrádios*. Retrieved from
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57424>
- Gomes, M. I. da C. (2018b). *Implementação de novos produtos na secção de montagem final de uma empresa de autorrádios*. Retrieved from
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57424>
- Gonçalves, A. de P. P. (2017). *Implementação de ferramentas Lean e primeira abordagem para a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade numa empresa revendedora de materiais de construção*. Retrieved from
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49712>
- Grout, J. R., & Toussaint, J. S. (2010). Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start. *Business Horizons*, *53*(2), 149–156.
<https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2009.10.007>
- Guoli, J., Daxin, G., & Tsui, F. (2003). Analysis and implementation of the BOM of a tree-type structure in MRPII. *Journal of Materials Processing Technology*, *139*(1–3), 535–538.
[https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(03\)00520-X](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(03)00520-X)
- Ho, N., Ngooi, S.-D., & Chui, C.-K. (2019). Optimization of workcell layout for hybrid medical device fabrication. *Journal of Manufacturing Systems*, *50*, 163–179.
<https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2018.12.010>

- Hoffmeister, K., Gibbons, A., Schwatka, N., & Rosecrance, J. (2015). Ergonomics Climate Assessment: A measure of operational performance and employee well-being. *Applied Ergonomics*, *50*, 160–169. <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2015.03.011>
- Imai, M. (1994). Livro: Kaizen a Estrategia para o Sucesso Competitivo - Masaaki Imai | Estante Virtual. Retrieved May 6, 2019, from <https://www.estantevirtual.com.br/livros/masaaki-imai/kaizen-a-estrategia-para-o-sucesso-competitivo/2494618803>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, *78*, 163–172. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2015.04.022>
- Karam, A.-A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, *22*, 886–892. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.03.125>
- Karimi, B., Fatemi Ghomi, S. M. T., & Wilson, J. M. (2003). The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms. *Omega*, *31*(5), 365–378. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(03\)00059-8](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(03)00059-8)
- Kashkoush, M., & ElMaraghy, H. (2016). Product family formation by matching Bill-of-Materials trees. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, *12*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/J.CIRPJ.2015.09.004>
- Lei, H., Ganjezadeh, F., Jayachandran, P. K., & Ozcan, P. (2017). A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *43*, 59–67. <https://doi.org/10.1016/J.RCIM.2015.12.001>
- LI, J., & SANG, Z. (2017). TCM Standardization Today. *World Journal of Acupuncture - Moxibustion*, *27*(3), 21–56. [https://doi.org/10.1016/S1003-5257\(17\)30136-8](https://doi.org/10.1016/S1003-5257(17)30136-8)
- Liu, Y., Wang, S., & Chen, B. (2019). Optimization of national food production layout based on comparative advantage index. *Energy Procedia*, *158*, 3846–3852. <https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2019.01.862>
- Lockamy, A. (2008). Examining supply chain networks using V-A-T material flow analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, *13*(5), 343–348. <https://doi.org/10.1108/13598540810894924>

- Lowe, B. D., Dempsey, P. G., & Jones, E. M. (2019). Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Applied Ergonomics*, *81*.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102882>
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, *35*, 522–531. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)00065-4)
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, *17*, 647–654. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.10.113>
- Martins, & Zacarias. (2017). Applying the Business Process and Practice Alignment Meta-model: Daily Practices and Process Modelling. *Business Systems Research Journal*, *8*(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1515/bsrj-2017-0001>
- Masoud, S., Chowdhury, B. D. B., Son, Y. J., Kubota, C., & Tronstad, R. (2019). Simulation based optimization of resource allocation and facility layout for vegetable grafting operations. *Computers and Electronics in Agriculture*, *163*.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.05.054>
- Meire, Oliveira, & Abe. (2011). *A aplicação do BPM e as suas soluções na modelagem de processos de negócio*. Retrieved from <http://www.portal.cps.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/anais/2011/trabalhos/gestao-e-negocios/a-aplicacao-do-bpm-e-as-suas-solucoes-na-modelagem.pdf>
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization – One of the Tools of Continuous Improvement. *Procedia Engineering*, *149*, 329–332.
<https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2016.06.674>
- Mohan Sharma, K., & Lata, S. (2018). Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. *Materials Today: Proceedings*, *5*(2), 4678–4683. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2017.12.039>
- Monden, Y. (2012). *Toyota production system : an integrated approach to just-in-time*. CRC Press.
- Moura. (2006). *Logística - Conceitos e Tendências - Livro - WOOK*. Retrieved May 5, 2019, from <https://www.wook.pt/livro/logistica-conceitos-e-tendencias-benjamim-do-carmo->

moura/176535

- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Montoya-Torres, J. R., & Jaca, C. (2018). Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study. *International Journal of Production Economics*, *197*, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.011>
- Natário, D. J. T. (2017). *Melhoria da eficiência de processos de trabalho numa linha de montagem de componentes: articulação entre lean production e ergonomia*. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49438>
- Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of kanban system at local manufacturing company in Malaysia-Case study. *Procedia Engineering*, *41*, 1721–1726. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.374>
- Nissinboim, N., & Naveh, E. (2018). Process standardization and error reduction: A revisit from a choice approach. *Safety Science*, *103*, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.11.015>
- Nobrega, S., Kernan, L., Plaku-Alakbarova, B., Robertson, M., Warren, N., & Henning, R. (2017). Field tests of a participatory ergonomics toolkit for Total Worker Health. *Applied Ergonomics*, *60*, 366–379. <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2016.12.007>
- Oliveira, I. S. S. (2018). *Melhorias no sistema de abastecimento interno aplicando princípios Lean Thinking numa empresa de material elétrico*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/56566>
- Omogbai, O. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, *60*, 380–385. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.01.057>
- Park, H., Bellamy, M. A., & Basole, R. C. (2016a). Visual analytics for supply network management: System design and evaluation. *Decision Support Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.08.003>
- Park, H., Bellamy, M. A., & Basole, R. C. (2016b). Visual analytics for supply network management: System design and evaluation. *Decision Support Systems*, *91*, 89–102. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.08.003>
- Peixoto, A. C. M. D. (2018). *Análise e melhoria contínua de processos com recurso a ferramentas Lean Production numa empresa de capas de assentos para a indústria*

- automóvel*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/56915>
- Pinto, S. F. M. (2018). *Mapeamento de processos e implementação de melhorias numa empresa do setor aeronáutico*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57129>
- Queirolo, Tonelli, Schenone, Nan, & Z. (2002). (PDF) Warehouse layout design: minimizing travel time with a genetic and simulative approach-methodology and case study. Retrieved May 6, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/2897817_Warehouse_layout_design_minimizing_travel_time_with_a_genetic_and_simulative_approach-methodology_and_case_study
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)
- Raid A. Al-Aomar. (2011). *Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement*. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.294.4667&rep=rep1&type=pdf>
- Ribeiro, P. J. C. (2018). *Definição e implementação de metodologias de melhoria contínua numa unidade industrial de transformação de espumas*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57127>
- Rocha. (2017). *Melhorias na secção de embalagem aplicando ferramentas Lean em empresa da indústria metalúrgica*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/48456>
- Rocha, S. F. S. A. (2018). *Melhoria de desempenho do processo produtivo numa empresa de reciclagem de alumínio*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55247>
- Rodrigues, B. da S. (2018). *Melhoria do desempenho da secção de costura, de uma empresa de capas de assentos, para a indústria automóvel, com a aplicação de ferramentas Lean Manufacturing*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57053>
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing*, 11, 1069–1076. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.218>

- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing, 13*, 1034–1042.
<https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.110>
- Sá, J. E. A. F. de. (2017). *Implementação de Lean Thinking numa empresa de tecnologias de informação*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49447>
- Sagres, I. G. (2018). *Organização e racionalização de células de costura numa empresa da indústria automóvel*.
- Sampaio, A. S. T. (2018). *Melhoria das linhas de produção aplicando princípios Lean Thinking numa empresa de artigos de comunicação visual*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/57277>
- Sangpikul, A. (2017). Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education, 21*, 83–87. <https://doi.org/10.1016/J.JHLSTE.2017.08.007>
- Santos, R. F. L., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Campilho, R. D. S. G., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2018). The Improvement of an APEX Machine involved in the Tire Manufacturing Process. *Procedia Manufacturing, 17*, 571–578.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.098>
- Savino, M., Mazza, A., & Battini, D. (2016). New easy to use postural assessment method through visual management. *International Journal of Industrial Ergonomics, 53*, 48–58.
<https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2015.09.014>
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press.
- Silva. (2015a). *Alexandre Sidónio Arantes da Silva Melhoria de Desempenho da Área de Pintura numa Empresa de Mobiliário*. Universidade do Minho Escola de Engenharia.
- Silva. (2015b). *Estudo do Trabalho numa empresa de produção de pneus e implementação de ferramentas Lean*. 96. Retrieved from https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/38357/1/Dissertação_João_Silva

62200 MIEGI_2015 .pdf

- Silva. (2017). *Processo de implementação da tecnologia RFID e princípios Lean Thinking numa empresa de componentes automóveis*. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49860>
- Silva. (2018). *Aplicação de ferramentas lean na melhoria do desempenho de uma linha de montagem numa empresa de sistemas de refrigeração*.
- Silva, & Alves. (2002). Design of Product Oriented Manufacturing Systems. In *Knowledge and Technology Integration in Production and Services* (pp. 359–366). https://doi.org/10.1007/978-0-387-35613-6_40
- Silva, S. C. (2011). *Textos e Elementos de Apoio - ORGANIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO / V01.11 Universidade do Minho*.
- Smith Glasgow, M. E., Dreher, H. M., & Schreiber, J. (2019). Standardized testing in nursing education: Preparing students for NCLEX-RN® and practice. *Journal of Professional Nursing*. <https://doi.org/10.1016/J.PROFNURS.2019.04.012>
- Sorce, G., & Chamberlain, J. (2019). Evaluation of an education session using standardized patients and role play during perinatal bereavement. *Journal of Neonatal Nursing*, 25(3), 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.jnn.2018.11.007>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Stark, H. E., Gaudins, L. V., McGuire, T. M., Lee, C. Y. Y., & Duguid, M. J. (2019). Implementing a sustainable medication reconciliation process in Australian hospitals: The World Health Organization High 5s project. *Research in Social and Administrative Pharmacy*. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2019.05.011>
- Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455–462. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.02.058>
- Teixeira. (2018a). *Gestão da Produção e Aumento da Produtividade em Células de Costura de uma Empresa da Indústria Automóvel*.

- Teixeira, F. (2018b). *Gestão da Produção e Aumento da Produtividade em Células de Costura de uma Empresa da Indústria Automóvel*.
- Tezel, B., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2009). *The functions of visual management*. Retrieved from <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/10883/>
- Tjell, J., & Bosch-Sijtsema, P. M. (2015a). Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. *Procedia Economics and Finance*, 21, 193–200. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00167-7](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00167-7)
- Tjell, J., & Bosch-Sijtsema, P. M. (2015b). Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. *Procedia Economics and Finance*, 21, 193–200. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00167-7](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00167-7)
- Topuz, C., & Arasan, Z. (2013). Kaizen-educational: An Awareness-raising and Motivational-enhancement Group Counseling Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 84, 1356–1360. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.756>
- Tregubov, A., & Lane, J. A. (2015). Simulation of Kanban-based scheduling for systems of systems: Initial results. *Procedia Computer Science*, 44(C), 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.004>
- Tsou, J.-C., & Chen, W.-J. (2008). The impact of preventive activities on the economics of production systems: Modeling and application. *Applied Mathematical Modelling*, 32(6), 1056–1065. <https://doi.org/10.1016/J.APM.2007.03.005>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.03.127>
- Villiers, F. (2008). The Illustrated Lean Agile and World Class Manufacturing Cookbook 2008 08 20 | Lean Manufacturing | Systems Science. Retrieved May 6, 2019, from <https://pt.scribd.com/doc/5396036/The-Illustrated-Lean-Agile-and-World-Class-Manufacturing-Cookbook-2008-08-20>
- Vitasek, K. (2013). *Supply Chain Management: Terms and Glossary*. Retrieved from www.scvisions.com
- Wiech, M., Böllhoff, J., & Metternich, J. (2017). Development of an Optical Object Detection

Solution for Defect Prevention in a Learning Factory. *Procedia Manufacturing*, 9, 190–197.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.037>

Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw-Hill.

Winkler, H. (2009). How to improve supply chain flexibility using strategic supply chain networks.

Logistics Research, 1(1), 15–25. <https://doi.org/10.1007/s12159-008-0001-6>

Yang, K., Kwak, G., Cho, K., & Huh, J. (2019). Wind farm layout optimization for wake effect

uniformity. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.07.019>

Zhang, K. (2012). Using visual languages in management. *Journal of Visual Languages and*

Computing. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2012.09.001>