



RAQUEL MARIA PARENTE CHAPARRO

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

# IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN* NUM LABORATÓRIO DE PRÓTESES DENTÁRIAS

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa  
Setembro, 2023





# IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN* NUM LABORATÓRIO DE PRÓTESES DENTÁRIAS

**RAQUEL MARIA PARENTE CHAPARRO**

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Orientadora:** Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas,  
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

**Júri:**

**Presidente:** Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos,  
Professora Associada da Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

**Arguentes:** Doutora Ana Paula Filipe Tomé, Professora  
Auxiliar do Instituto Superior Técnico da  
Universidade de Lisboa

**Orientador:** Doutora Helena Víctorovna Guitiss Navas,  
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

**Membros:** Engenheiro Henrique Tiago Martins Marçal, CEO &  
Partner da The Lean Six Sigma Company Portugal  
and Brasil



## **Implementação da Filosofia *Lean* num Laboratório de Próteses Dentárias**

Copyright © Raquel Maria Parente Chaparro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta dissertação representa um marco significativo na minha jornada académica, pelo que gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos às pessoas que me apoiaram, ajudaram, motivaram e acima de tudo, me ensinaram.

Agradeço à professora Helena Navas, pela orientação fornecida, pela disponibilidade, prontidão e transmissão de conhecimento ao longo do desenvolvimento da dissertação.

Deixo o meu especial e sincero agradecimento ao Engenheiro André Teiga e ao Engenheiro Henrique Marçal da The Lean Six Sigma Company Portugal pela oportunidade que me proporcionaram no desenvolvimento do estágio curricular, por toda a transferência de conhecimento acerca do *Lean* e da sua implementação, por todo o apoio ao longo deste percurso, desde o início do estágio até à finalização da dissertação e, acima de tudo, pela confiança depositada em mim e no meu trabalho. Quero agradecer também ao Vasco e ao Duarte que me acompanharam diretamente neste projeto, contribuindo para o meu bom desempenho e motivação na realização desta dissertação.

Deixo o meu agradecimento a todos os colaboradores do laboratório onde foi realizado o estudo, especialmente ao Diretor Geral, Diretor de Produção e Diretor Administrativo, pela prontidão, proatividade e colaboração, permitindo a realização deste projeto e facilitando sempre a implementação de soluções e o envolvimento de todos os colaboradores nesta mudança de cultura.

Agradeço profundamente a toda a minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã, pelo apoio incansável, paciência e dedicação ao longo de todo o meu percurso académico e, especialmente por terem aturado o meu mau humor e por estarem sempre presentes nos momentos mais difíceis.

E por fim, aos meus amigos e primos, especialmente à Mariana, ao João, ao Duarte e à Dina que estiveram ao meu lado durante todo este período e tornaram tudo mais fácil.



"You don't have to be great to start, but you have to start to be great." (Zig Ziglar).



## RESUMO

À medida que as empresas enfrentam uma concorrência cada vez mais acirrada, a busca por métodos que melhorem constantemente os seus processos está em ascensão. A filosofia *Lean*, combinada com outras ferramentas, visa criar valor com recursos mínimos, identificando e resolvendo problemas e eliminando desperdícios.

O presente estudo foi realizado através da The Lean Six Sigma Company Portugal, num laboratório de próteses dentárias. O seu principal objetivo corresponde à melhoria e simplificação de processos, o qual está aliado, à melhoria da comunicação, autonomia, responsabilidade, capacidade de resolução de problemas e à promoção de uma cultura de melhoria contínua na organização.

Neste sentido, foram identificados vários problemas, através de ferramentas como o BPMN, o diagrama de esparguete e as auditorias 5S, destacando-se a subutilização de máquinas de fresagem e dos fornos de sinterização e a falta de controlo diário da operação. A metodologia FMEA permitiu a priorização destes problemas, para os quais foram propostas soluções de melhoria, tais como a criação de Quadros de Equipa e *Obeya*, de um programa 5S, de recursos visuais, entre outras.

Após a implementação e monitorização das soluções, concluiu-se que a criação de Quadros de Equipa e os ciclos intermédios foram as soluções mais bem-sucedidas, com reduções de NPR de 448 e 416, respetivamente. Para além disso, a evolução do KPI correspondente ao número de repetições, revelou o alcance com êxito do objetivo estratégico deste estudo, através de uma redução de 216 para 139 repetições, entre março e agosto. A pontuação das auditorias semanais passou de 68 para 111, demonstrando mais uma vez o sucesso das soluções. Por último, a realização de um questionário final revelou, por parte dos líderes de cada equipa, elevada satisfação com o serviço prestado e com os resultados obtidos.

**Palavras-chave:** *Lean*, FMEA, *Daily Management*, *Obeya*, Melhoria Contínua, 5S



## ABSTRACT

As companies face increasingly fierce competition, the search for methods to constantly improve their processes is on the rise. The Lean philosophy, combined with other tools, aims to create value with minimal resources by identifying and solving problems and eliminating waste.

This study is part of a service agreement between The Lean Six Sigma Company Portugal and a dental laboratory. Its main objective is to improve and simplify processes, which is combined with improved communication, autonomy, responsibility, problem-solving skills and the promotion of a culture of continuous improvement in the organisation.

To this end, various problems were identified using tools such as BPMN, the spaghetti diagram and 5S audits, in particular the under-utilisation of milling machines and sintering furnaces and the lack of daily control of the operation. The FMEA methodology made it possible to prioritise these problems, for which improvement solutions were proposed, such as the creation of Team and Obeya Boards, a 5S programme, visual resources, among others.

After implementing and monitoring the solutions, it was concluded that the creation of Team Boards and intermediate cycles were the most successful solutions, with NPR reductions of 448 and 416 respectively. In addition, the evolution of the KPI corresponding to the number of repetitions revealed the successful achievement of the strategic objective of this study, with a reduction from 216 to 139 repetitions between March and August. The score for weekly audits went from 68 to 111, once again demonstrating the success of the solutions. Finally, a final questionnaire revealed that the leaders of each team were highly satisfied with the service provided and the results obtained.

**Keywords:** Lean, FMEA, Daily Management, Obeya, Continuous Improvement, 5S



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação.....	1
1.2	Objetivos do estudo.....	2
1.3	Metodologia do estudo.....	3
1.4	Estrutura da dissertação .....	4
<b>2</b>	<b>METODOLOGIAS UTILIZADAS EM MELHORIA CONTÍNUA .....</b>	<b>7</b>
2.1	Filosofia <i>Lean</i> .....	7
2.1.1	História do <i>Lean</i> .....	7
2.1.2	<i>Toyota Production System</i> .....	9
2.1.3	Princípios da Filosofia <i>Lean</i> .....	12
2.1.4	Tipos de desperdício.....	14
2.1.5	Benefícios e obstáculos na implementação do <i>Lean</i> .....	15
2.1.6	Ferramentas <i>Lean</i> .....	17
2.2	Outras ferramentas e metodologias de apoio.....	28
2.2.1	BPMN.....	28
2.2.2	<i>Balanced Scorecard</i> .....	31
2.2.3	CTQ.....	32
2.2.4	5 <i>Why's</i> .....	33
2.2.5	5W2H.....	33
2.2.6	Matriz Esforço-Impacto .....	34

2.2.7	FMEA.....	35
2.2.8	<i>Brainstorming</i> .....	38
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO - LABORATÓRIO DE PRÓTESES DENTÁRIAS.....</b>	<b>39</b>
3.1	Caracterização das empresas envolvidas.....	39
3.1.1	The Lean Six Sigma Company Portugal.....	39
3.1.2	Laboratório X.....	40
3.2	Metodologia utilizada no Estudo de Caso.....	41
3.3	Definição das necessidades dos clientes e objetivos estratégicos.....	44
3.4	Caracterização das atividades e processos do laboratório.....	47
3.5	Identificação de problemas no laboratório.....	56
3.6	Análise de problemas.....	65
3.7	Priorização de problemas.....	68
<b>4</b>	<b>PROPOSTAS DE MELHORIA E SUA IMPLEMENTAÇÃO.....</b>	<b>73</b>
4.1	Propostas de melhoria.....	73
4.2	Implementação e monitorização de soluções.....	78
4.3	Análise dos resultados obtidos.....	106
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>113</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>117</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>125</b>
	Anexo A. BPMN construído para o Laboratório X.....	125
	Anexo B. Auditorias iniciais 5S.....	126
	Anexo C. Análise do Diagrama de Esparguete.....	129
	Anexo D. Aplicação de 5 <i>Why's</i> .....	130
	Anexo E. Auditoria de Melhoria Contínua Semanal.....	138
	Anexo F. Elementos Quadros de Equipa.....	140
	Anexo G. Procedimentos 5S CAD/CAM.....	142
	Anexo H. <i>Template</i> OPL utilizado.....	147

Anexo I. *Checklist* para preenchimento pela TRIAGEM ..... 148



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - "Casa" TPS.....	10
Figura 2.2 - 5 Princípios do <i>Lean</i> .....	12
Figura 2.3 - Gestão Visual Integrada.....	23
Figura 2.4 - Ciclo PDCA.....	26
Figura 2.5 - Principais elementos do BPMN.....	30
Figura 2.6 - Relação entre as diferentes perspetivas do BSC.....	32
Figura 2.7 - Exemplo de Matriz Esforço-Impacto.....	34
Figura 2.8 - Exemplo de Carta FMEA.....	36
Figura 3.1 - Modelo de implementação de projetos utilizado na TLSSC PT.....	41
Figura 3.2 - Árvore CTQ.....	44
Figura 3.3 - <i>Balance Scorecard</i> definido para a empresa.....	46
Figura 3.4 - BPMN: Resolução de "Pendentes".....	48
Figura 3.5 - BPMN: Receção de Trabalhos.....	49
Figura 3.6 - BPMN: Triagem de trabalhos.....	52
Figura 3.7 - BPMN: Tarefas CAD/CAM.....	53
Figura 3.8 - BPMN: Tarefas CERÂMICA.....	54
Figura 3.9 - BPMN: Processo de Alterações de data.....	55
Figura 3.10 - Diagrama de Esparguete do funcionário do CQ.....	58
Figura 3.11 - Aplicação da ferramenta 5W - GESSO.....	66
Figura 3.12 - Inexistência de meio de comunicação digital comum.....	67
Figura 3.13 - Ausência de sistema de Gestão de <i>stocks</i> .....	67
Figura 3.14 - Procedimento ineficaz.....	67
Figura 4.1 - Matriz Esforço-Impacto.....	75
Figura 4.2 - <i>Workshop Daily Management</i> .....	81

Figura 4.3 - Resultados da auditoria semanal - CAD/CAM .....	83
Figura 4.4 - Quadros de Equipa .....	84
Figura 4.5 - Reunião semanal no Quadro <i>Obeya</i> .....	85
Figura 4.6 - Quadro <i>Obeya</i> . Standards.....	86
Figura 4.7 - Quadro <i>Obeya</i> . Reporting.....	87
Figura 4.8 - Quadro <i>Obeya</i> . Estratégia .....	88
Figura 4.9 - Quadro <i>Obeya</i> . Evidências de Sucesso .....	89
Figura 4.10 - Quadro <i>Obeya</i> completo .....	89
Figura 4.11 - <i>Red Tag</i> 5S.....	91
Figura 4.12 - Zona <i>Red Tag</i> .....	91
Figura 4.13 - Aplicação dos 2 primeiros S's no ARMÁRIO 1 .....	92
Figura 4.14 - Aplicação dos 2 primeiros S's no ARMÁRIO 2 .....	93
Figura 4.15 - Aplicação dos 2 primeiros S's no ARMÁRIO 3 .....	93
Figura 4.16 - Aplicação dos 2 primeiros S's nas gavetas.....	94
Figura 4.17 - Aplicação dos 2 primeiros S's nas bancadas de trabalho.....	94
Figura 4.18 - Identificação das fresadoras .....	95
Figura 4.19 - Aplicação do 3ºS.....	95
Figura 4.20 - 4ºS: <i>Layout</i> armários de blocos .....	96
Figura 4.21 - Localização do Quadro <i>Seiketsu</i> .....	97
Figura 4.22 - OPL "Ordem das órbitas: Fresadora E" .....	98
Figura 4.23 - Disposição inicial da gaveta das prescrições médicas na RECEÇÃO .....	99
Figura 4.24 - Colocação de placas na gaveta da RECEÇÃO.....	99
Figura 4.25 - Disposição final da gaveta das prescrições médicas na RECEÇÃO .....	100
Figura 4.26 - Instruções de trabalho TRIAGEM .....	101
Figura 4.27 - Local para colocação das folhas para troca de peças CAD/CAM.....	102
Figura 4.28 - Caixas de cada departamento para colocação de materiais .....	103
Figura 4.29 - PTE GESSO + REMOVÍVEL .....	104
Figura 4.30 - Rotas e horários definidos para cada estafeta.....	104
Figura 4.31 - Documento de sensibilização para os médicos dentistas.....	105
Figura 4.32 - Evolução do Nº total de repetições .....	107
Figura 4.33 - Resultados das auditorias semanais por departamento.....	108
Figura 4.34 - Resultados do questionário final aos líderes de cada equipa.....	110
Figura A.1 - BPMN do Laboratório X .....	125
Figura A.2 - Template Auditoria 5S.....	126

Figura A.3 - Auditoria 5S - CAD/CAM.....	127
Figura A.4 - Maturidade 5S por departamento.....	128
Figura A.5 - Aplicação da ferramenta 5W - RECEÇÃO .....	130
Figura A.6 - Aplicação da ferramenta 5W - TRIAGEM.....	131
Figura A.7 - Aplicação da ferramenta 5W - CAD/CAM .....	132
Figura A.8 - Aplicação da ferramenta 5W - CERÂMICA.....	133
Figura A.9 - Aplicação da ferramenta 5W - REMOVÍVEL.....	134
Figura A.10 - Aplicação da ferramenta 5W - CQ.....	135
Figura A.11 - Aplicação da ferramenta 5W - Todos os departamentos de produção.....	136
Figura A.12 - Aplicação da ferramenta 5W - Todos os departamentos .....	137
Figura A.13 - <i>Template</i> da Auditoria Melhoria Contínua Semanal.....	138
Figura A.14 - Critérios de avaliação da Auditoria Semanal .....	139
Figura A.15 - Agenda da reunião de equipa CAD/CAM.....	140
Figura A.16 - Quadro de Equipa CAD/CAM: Lista de Presenças e Gráficos de TPI's .....	141
Figura A.17 - Quadro de Equipa CAD/CAM: PTE.....	141
Figura A.18 - Procedimento de armazenamento de blocos novos .....	142
Figura A.19 - Procedimento de armazenamento de blocos utilizados.....	143
Figura A.20 - Procedimento de armazenamento de blocos pouco utilizados.....	144
Figura A.21 - Conteúdo das gavetas CAD/CAM.....	145
Figura A.22 - Conteúdo dos armários CAD/CAM.....	146
Figura A.23 - <i>Template</i> da OPL utilizado.....	147
Figura A.24 - <i>Checklist</i> a preencher pelos técnicos de TRIAGEM (página 1).....	148
Figura A.25 - <i>Checklist</i> a preencher pelos técnicos de TRIAGEM (página 2).....	149



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Ferramentas básicas e fatores-chave do LDM.....	19
Tabela 2.2 - Descrição dos fatores-chave do LDM.....	21
Tabela 2.3 - Explicação da ferramenta 5W2H.....	33
Tabela 2.4 - Escala e critérios dos índices G, O e D da FMEA.....	37
Tabela 3.1 - Metodologia e ferramentas/metodologias utilizadas no estudo de caso.....	43
Tabela 3.2 - Análises realizadas na identificação de problemas.....	56
Tabela 3.3 - Resultados da Auditoria 5S em cada departamento.....	57
Tabela 3.4 - Alterações de data.....	59
Tabela 3.5 - Escala para classificação dos KPI's em cada departamento de produção.....	60
Tabela 3.6 - Resultados da análise de KPI's.....	61
Tabela 3.7 - Problemas RECEÇÃO.....	62
Tabela 3.8 - Problemas GESSO.....	62
Tabela 3.9 - Problemas TRIAGEM.....	63
Tabela 3.10 - Problemas CAD/CAM.....	63
Tabela 3.11 - Problemas comuns a todos os departamentos de produção.....	64
Tabela 3.12 - Problemas comuns a todos os departamentos do laboratório.....	65
Tabela 3.13 - Causas-raiz identificadas através de 5 <i>Why's</i> .....	68
Tabela 3.14 - Aplicação do FMEA para a priorização de problemas.....	69
Tabela 3.15 - Aplicação do FMEA para a priorização de problemas (Continuação).....	70
Tabela 4.1 - Proposta de ações de melhoria.....	74
Tabela 4.2 - 5W1H.....	77
Tabela 4.3 - FMEA (após implementação de soluções).....	78
Tabela 4.4 - TPI's representados nos Quadros de Equipa.....	81
Tabela 4.5 - Quadro <i>Seiketsu</i> .....	96

Tabela 4.6 - Pontuações das auditorias de 6 semanas por departamento .....	107
Tabela A.1 - Análise do Diagrama de Esparguete.....	129

## LISTA DE SIGLAS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

- BP - *Business Process*
- BPM - *Business Process Modeling* ou *Business Process Management*
- BPMN - *Business Process Modeling Notation*
- BSC - *Balanced Scorecard*
- BVA - *Business Value Added*
- CQ - *Controlo de Qualidade*
- CTQ - *Critical-to-Quality-trees*
- CVA - *Customer Value Added*
- DFMEA - *Design FMEA*
- DMAIC - *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*
- EUA - *Estados Unidos da América*
- FMEA - *Failure Mode & Effect Analysis*
- KPI - *Key Performance Indicator*
- LDM - *Lean Daily Management*
- LM - *Lean Manufacturing*
- LSW - *Lean Standard Work*
- NOK - *Não ok*
- NPR - *Número de Prioridade de Risco*
- NVA - *Non Value Added*
- OMG - *Object Management Group*
- OPL - *One Point Lesson*
- PA - *Posto Avançado*

PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

PFMEA - *Process FMEA*

PTE - Plano de Trabalho em Equipa

SFMEA - *System FMEA*

SMART - *Specific, Measurable, Attainable, Realistic, Time-Bound*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

TLSSC - The Lean Six Sigma Company

TLSSC PT - The Lean Six Sigma Company Portugal

TPD - Técnico de Produção Dentária

TPI - *Team Performance Indicator*

TPS - *Toyota Production System*

VA - *Value Added*

VOC - *Voice Of Customer*

VSM - *Value Stream Mapping*

5W - *5 Why's*

## SÍMBOLOS

D - Índice de Detecção

D' - Índice de Detecção após ações de melhoria implementadas

G - Índice de Gravidade

G' - Índice de Gravidade após ações de melhoria implementadas

O - Índice de Ocorrência

O' - Índice de Ocorrência após ações de melhoria implementadas



# INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a motivação para o tema em estudo, os objetivos subjacentes ao seu desenvolvimento, a metodologia utilizada na condução do estudo e, por fim, a estrutura de organização dos tópicos abordados na dissertação.

## 1.1 Motivação

O objetivo primordial de qualquer empresa é garantir a satisfação do cliente, o que pode ser alcançado ao fornecer um produto ou serviço de alta qualidade, no momento certo e a um preço justo. Todas as organizações, sejam de produção ou serviços, conseguirão sobreviver e manter sua excelência se demonstrarem a capacidade de se adaptar de forma contínua e sistemática às necessidades dos clientes, acrescentando valor aos produtos ou serviços oferecidos. É importante notar que os custos relacionados a equipamentos, materiais e mão de obra tendem a aumentar devido à taxa de inflação, e esses são os principais fatores que afetam o preço final do produto. Desta forma, a prioridade inicial de todas as organizações deve ser a utilização máxima de equipamentos, mão de obra e materiais, bem como a redução ou eliminação de desperdícios nas atividades e processos (Palange & Dhattrak, 2021).

Por outro lado, para viabilizar a personalização, a empresa necessita de uma quantidade significativamente maior de recursos para gerenciar um pedido recebido, em comparação com um sistema de produção de produtos padronizados e em massa, como o utilizado na produção de Henry Ford, por exemplo. Essa necessidade de personalização e produção de volumes inferiores demonstrou-se principalmente no Japão e incentivou o desenvolvimento um novo sistema de produção que introduzia novos conceitos ao sistema de produção Ford (Vinarcik, 2009).

Este novo sistema foi criado, meticulosamente desenvolvido e aperfeiçoado pela Toyota, com o nome de *Toyota Production System* (TPS), o qual se baseia no compromisso voltado para o crescimento a longo prazo. O sucesso da Toyota é evidente atualmente, uma vez que a empresa superou a General Motors em vendas globais de automóveis (Vinarcik, 2009).

Foi baseado no TPS que surgiu o conceito de *Lean Manufacturing* (LM), que, conforme defendido por Womack & Jones (1996), emerge como um princípio de melhoria contínua que se concentra na erradicação de desperdícios, com o objetivo de satisfazer os clientes utilizando o mínimo de recursos necessário. Essencialmente, qualquer elemento que não contribua, de forma direta ou indireta, para atender os requisitos do cliente (ou seja, adicionar valor ao produto ou serviço) deve ser reduzido ou eliminado na medida do possível.

A implementação da filosofia *Lean* permite, portanto, criar um fluxo de atividades e de informação mais eficiente e transparente, aumentar a participação dos funcionários na melhoria de processos, melhorar a qualidade do produto ou serviço e, conseqüentemente, aumentar a satisfação do cliente (Melton, 2005).

O foco na melhoria contínua é essencial na transformação da cultura de qualquer empresa. A maior barreira para o sucesso na implementação da filosofia *Lean* é a resistência à mudança, que apenas poderá ser combatida com a familiarização das práticas de melhoria contínua por parte de todos os colaboradores (Melton, 2005).

## 1.2 Objetivos do estudo

A presente dissertação descreve um estudo realizado através da The Lean Six Sigma Company Portugal (TLSSC PT), num laboratório de próteses dentárias português, caracterizado por produzir uma grande quantidade de próteses para diversas clínicas dentárias e médicos dentistas ao longo de todo o país (Portugal continental). No intuito de preservar a confidencialidade da empresa onde foi realizado o estudo, o seu nome não vai ser mencionado e será adotada, a partir de agora, a designação "Laboratório X" como referência à empresa cliente.

Este estudo teve a duração de 5 meses (março a julho de 2023), no qual se pretendeu transformação do laboratório, tanto a nível de processos e atividades, como também de pensamento e cultura.

O objetivo principal deste estudo, assenta na criação de soluções que permitam melhorar e simplificar os processos do laboratório, melhorar a comunicação, autonomia, responsabilidade, capacidade de resolução de problemas e acima de tudo, promover uma cultura de melhoria contínua no Laboratório X. Durante o decorrer do estudo, foram identificados outros

objetivos que visam a melhoria do espaço e organização, a criação de uma rotina de reuniões diárias de equipa e de quadros que permitam o acompanhamento de indicadores, promovendo a gestão diária e o acompanhamento de resultados, a padronização de tarefas e a implementação de gestão visual.

Para o cumprimento destes objetivos foram estabelecidos outros objetivos secundários, nomeadamente, a definição de KPI's (*Key Performance Indicators*) que demonstrem a eficácia das melhorias implementadas, a caracterização e mapeamento das atividades e processos da empresa, a identificação e análise de problemas desses processos, o desenvolvimento de soluções de melhoria para ultrapassar os problemas identificados e a implementação e monitorização dessas soluções.

### 1.3 Metodologia do estudo

A metodologia adotada neste estudo consistiu em dez etapas.

Na primeira etapa foram definidas as necessidades dos clientes do laboratório e os seus objetivos estratégicos. Para tal, foram utilizadas as ferramentas *Critical-to-Quality-trees* (CTQ), que teve como base a *Voice Of Customer* (VOC), na definição das necessidades dos clientes e o *Balanced Scorecard* (BSC) para definir os objetivos estratégicos da empresa.

Na segunda etapa foi feita a caracterização das atividades e processos do laboratório. Para o efeito, foi utilizada a *Business Process Model Notation* (BPMN), a qual permitiu uma representação gráfica facilmente compreensível dos processos da empresa, bem como representou o fluxo de produção do início ao fim. A construção do BPMN foi possível através de *Gemba Walks*.

Na terceira etapa, correspondente à identificação de problemas no laboratório, o BPMN foi novamente utilizado, uma vez que o mapeamento dos processos permite identificar problemas associados a cada atividade ou processo. Para além do BPMN, foram utilizadas outras ferramentas, tais como, auditorias 5S e diagrama de esparguete e foram analisados dados internos e KPI's.

Para a quarta etapa, ou seja, análise de problemas, a ferramenta utilizada foi os 5 *Why's* (5W), de forma a determinar as suas causas-raiz.

Após a análise dos problemas, procedeu-se à priorização dos mesmos, na quinta etapa. A metodologia que se considerou mais útil para esta etapa foi a *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), a qual permitiu esmiuçar o problema e determinar o risco a ele associado.

Na sexta etapa foram desenvolvidas algumas propostas de soluções de melhoria através de *brainstorming* entre a equipa TLSSC PT.

De seguida, na sétima etapa, estas soluções foram priorizadas através do diagrama de Esforço-Impacto.

Na oitava etapa, foram elaborados planos de ações através da ferramenta 5W1H.

A nona etapa diz respeito à implementação e monitorização de soluções. Nesta fase, a FMEA foi, então, completada até ao fim e foi determinado o novo índice NPR. Nesta etapa foram utilizadas ferramentas e metodologias, tais como, *Daily Management* e Gestão Visual (Quadros de Equipa, reuniões diárias, *Obeya*, Trabalho padronizado e *One Point Lesson*), auditorias e 5S.

Por fim, a décima e última etapa corresponde à análise dos resultados obtidos, onde são apresentados e analisados os resultados obtidos após a implementação e monitorização das soluções propostas, tais como, os novos valores de NPR', a evolução do KPI associado ao objetivo estratégico do estudo, as auditorias semanais e um questionário final.

## 1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos, bibliografia e anexos.

O primeiro e presente capítulo compreende a introdução da dissertação, no qual são apresentados a motivação, os objetivos e a metodologia do estudo, bem como a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo são apresentadas e descritas as metodologias utilizadas em melhoria contínua e que foram abordadas no estudo. Inicialmente, é apresentada a história da Filosofia *Lean*, os seus princípios, tipos de desperdício, alguns benefícios e obstáculos da sua implementação e as ferramentas analíticas *Lean*. De seguida, são também descritas outras ferramentas e metodologias de apoio à melhoria de processos e tomada de decisão.

No terceiro capítulo introduz-se o estudo de caso no Laboratório X. Inicialmente são apresentadas a caracterização das empresas envolvidas e a metodologia utilizada no estudo de caso. De seguida são descritas as necessidades dos clientes e objetivos estratégicos e a caracterização das atividades e processos do laboratório. Posto isto, são identificados problemas, os quais foram alvo de análise e de priorização.

No quarto capítulo são apresentadas propostas de melhoria para os problemas identificados e priorizados, as quais são também sujeitas a uma triagem e a planos de ação. De

seguida, é descrita a implementação e a monitorização destas ações de melhoria e são analisados os resultados obtidos.

No quinto e último capítulo foram expostas as conclusões do estudo, abrangendo os principais resultados e as suas contribuições para o laboratório, derivados das soluções de melhoria implementadas. Além disso, são sugeridos alguns trabalhos futuros.

O capítulo seguinte compreende a bibliografia, que inclui todas as informações das fontes das referências utilizadas no decorrer do estudo.

Por fim, estão disponíveis nove anexos a seguir à bibliografia.



## METODOLOGIAS UTILIZADAS EM MELHORIA CONTÍNUA

O propósito deste capítulo é introduzir uma revisão da literatura referente às metodologias e ferramentas utilizadas no estudo. Inicialmente, é apresentada a filosofia *Lean* e as suas ferramentas e de seguida são descritas outras abordagens e ferramentas utilizadas em melhoria contínua que auxiliam no processo de tomada de decisão.

### 2.1 Filosofia *Lean*

Neste subcapítulo, são expostos conceitos essenciais relacionados com a filosofia *Lean*. Inicialmente, é feita uma contextualização desta filosofia, abordando-se simultaneamente alguns dos seus princípios fundamentais, bem como os tipos de desperdício *Lean*. Os principais benefícios e obstáculos da sua aplicação também são aqui discutidos e por fim, são mencionadas as principais ferramentas *Lean*.

#### 2.1.1 História do *Lean*

A origem do *Lean*, também conhecido como *Toyota Production System* (TPS), remonta às práticas desenvolvidas pela Toyota Motor Company no Japão, na década de 1940 (Melton, 2005). A Toyota foi criada em 1937 por Sakichi Toyoda e pelos seus filhos, Kiichiro Toyoda e Eiji Toyoda depois de uma visita aos Estados Unidos, onde conheceram o sistema de produção da Ford e, fascinados com este mecanismo de produção, decidiram seguir algumas dessas resoluções (Dekier, 2012; Womack *et al.*, 1990).

No entanto, tendo sido esta época marcada pelo fim da segunda guerra mundial, houve necessidade de eliminar desperdícios e atividades que não geram valor para o cliente final, de

forma a combater a crise económica que teve um grande impacto no Japão (Bhat *et al.*, 2020; Dekier, 2012). Foi, então que a equipa japonesa e Taiichi Ohno visitaram novamente as instalações da Ford e conseguiram compreender as vantagens, desvantagens e desperdícios associados ao seu sistema de produção (Kurganov *et al.*, 2021).

Desta forma, surgiu o TPS, o qual assenta em dois pilares essenciais: o primeiro criado por Sakichi Toyoda, *Jidoka* (Automatização com intervenção humana) e o segundo da autoria de Kiichiro Toyoda, *Just-in-Time* (Processo *pull*, que inicia com a necessidade e requisito do cliente, eliminando os desperdícios decorrentes da produção) (Masai *et al.*, 2015).

Por sua vez, o "pai" do TPS, Taiichi Ohno aplicou todos os princípios (utilizando o *Kanban*, uma nova abordagem derivada da sua observação de supermercados nos EUA, o *Heijunka* para nivelamento, o *Single Minute Exchange of Dies* - SMED - para drástica redução do tempo de troca de ferramentas para produzir diferentes peças, entre outros), desenvolvendo progressivamente o TPS (Masai *et al.*, 2015; Ohno, 1988).

Após um processo prolongado e meticuloso, a Toyota conseguiu adaptar-se às particularidades da indústria automóvel no Japão, implementando sistemas de produção em linha nas linhas de montagem, destinados a desenvolver produtos personalizados e com muita variedade, em oposição à produção em grandes volumes do mesmo tipo de produtos, utilizada pela Ford (Liker, 2004; Melton, 2005; Ohno, 1988).

Foi John Krafcik que introduziu o conceito "Lean" em 1988, descrevendo-o como uma abordagem que utiliza menos recursos (espaço, tempo, mão de obra, *stocks*, defeitos, entre outros) em relação à produção em massa. No entanto, foi apenas com a publicação do livro "The Machine that Changed the World" de James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, em 1990, que o termo "Lean Manufacturing" (LM) se tornou reconhecido (Womack *et al.*, 1990).

Posteriormente, este conceito evoluiu para "Lean Thinking" (Pensamento *Lean*) com o lançamento do livro de Womack & Jones (1996), o qual permitiu mostrar a abrangência da abordagem *Lean*, tendo sido convertida numa filosofia que busca a excelência em praticamente todas as esferas de atividade a partir de um método eficiente de produção, descrito por Womack & Jones (Kurganov *et al.*, 2021).

Atualmente, a filosofia *Lean* é aplicada a diversas áreas, desde a educação, a logística, a banca, bem como outros serviços generalizados. Para além disso, o *Lean* é muitas vezes combinado com outras metodologias, permitindo resultados cada vez melhores (Kurganov *et al.*, 2021).

## 2.1.2 Toyota Production System

O TPS constitui a origem do *Lean*, tal como foi mencionado anteriormente, o qual se transformou numa referência de fabrico competitivo a nível global e tem progredido internamente na Toyota ao longo de várias décadas (Liker & Morgan, 2006).

### "Casa" TPS

A "Casa" TPS foi criada por Fujio Cho, aprendiz de Taiichi Ohno, para ilustrar os fundamentos e princípios do TPS, representando um modelo visual que destaca os elementos-chave para atingir a excelência operacional e a melhoria contínua (Liker, 2004; Liker & Morgan, 2006).

Este esquema do TPS em forma de "casa" converteu-se num dos ícones mais notáveis na produção moderna e a razão de ser uma casa é o facto de ser um sistema construtivo. A solidez da casa depende da robustez do telhado, dos pilares e dos alicerces (Liker, 2004).

Ainda que haja versões distintas da representação da "casa", os princípios essenciais permanecem constantes (Liker, 2004).

As partes constituintes da casa são (Liker, 2004; Liker & Morgan, 2006):

- **Telhado:** É composto pelos objetivos de maior qualidade, menor custo e prazos de entrega mais curtos.
- **Dois pilares exteriores:**
  - ***Just-in-time.*** Consiste na aplicação de um fluxo contínuo de uma peça (*one-piece flow*), o qual se baseia na produção de uma quantidade de material correspondente à procura do cliente. Para isso, é necessário utilizar um sistema *pull*, garantindo que as peças corretas estejam no local apropriado, na quantidade certa e no momento preciso.
  - ***Jidoka.*** Representa a automatização com intervenção humana. A sua inteligência reside na identificação de desvios de padrão e na paragem da linha de produção sempre que é encontrado um erro. O *Jidoka* é muito utilizado em conjunto com o *Andon*, que combina luzes e sons para solicitar assistência imediata. Ao interromper-se a produção para detetar problemas, evita-se a disseminação de potenciais defeitos para o cliente, os quais são continuamente identificados, fomentando a melhoria contínua.
- **Centro:** É composto pelas pessoas, as quais permitem a ligação entre todos os conceitos mencionados anteriormente e que proporcionam a estabilidade da "casa" quando

as suas atitudes estão alinhadas. As pessoas ocupam, desta forma, uma posição central e abrangente da "casa", uma vez que possuem as ferramentas necessárias para interpretar adequadamente a dinâmica do ambiente em que estão inseridas. É assim que surge o conceito *Kaizen* (Melhoria Contínua), sendo através dele, que as pessoas têm a capacidade de identificar problemas e solucioná-los tornando a produção mais eficiente.

- **Base:**

- **Heijunka.** Consiste no nivelamento do programa de produção tanto em termos de quantidade como de variedade, de forma a melhorar o planeamento da produção e permitir reagir de forma mais eficiente a flutuações da procura que possam ocorrer. Só assim é possível atingir os objetivos presentes no telhado da "casa".
- **Processos Estáveis e Padronizados:** Consiste em permitir que a produção não pare constantemente quando ocorrem flutuações na procura, a partir da criação de um *stock* e processos estáveis e padronizados.

Uma das representações da "casa" TPS encontra-se na Figura 2.1.

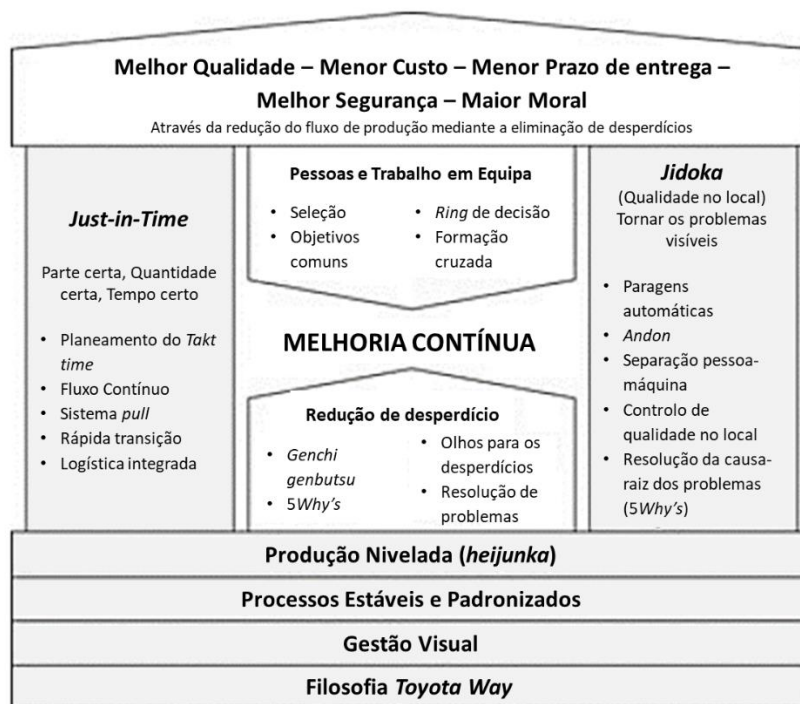


Figura 2.1 - "Casa" TPS adaptado de (Liker, 2004)

## Toyota Way

O *Toyota Way*, ou Modelo Toyota foi apresentado pela Toyota para fins de formação interna, através do documento *Toyota Way*, 2001, o qual influenciou Liker (2004) na descrição do mesmo. Segundo Liker (2004), existem 14 princípios que estão na base do TPS, os quais podem ser divididos em 4 categorias distintas: Filosofia, Processo, Pessoas e Resolução de Problemas. Estas categorias estão associadas aos 4 princípios principais mencionados no documento *Toyota Way*, 2001: Desafio, *Kaizen*, Respeito e Trabalho em Equipa e *Genchi Genbutsu* (Liker, 2004).

Estas 4 categorias são descritas da seguinte forma (Liker, 2004):

### **1. Filosofia de Longo Prazo:**

Esta filosofia compreende apenas um princípio que defende que as tomadas de decisão devem ser baseadas numa filosofia de longo-prazo, ainda que os objetivos financeiros sejam de curto-prazo. É suposto trabalhar, progredir e harmonizar toda a estrutura organizacional em torno de um objetivo coletivo que transcende a busca por lucro financeiro. A missão filosófica da empresa constitui o alicerce de todos os outros princípios.

### **2. O Processo Correto produzirá os Resultados Corretos:**

Esta categoria constitui 7 princípios que dão ênfase à criação de fluxos contínuos de processos, de forma a destacar os problemas; ao seguimento dos princípios do *Just-in-time* e dos sistemas *pull*; ao nivelamento da carga de trabalho (*heijunka*); à construção de uma cultura de interrupção para resolução de problemas; à padronização de tarefas; à utilização de controlos visuais para detetar problemas; e à utilização de tecnologia fiável e completamente testada.

### **3. Acrescentar Valor à Organização através do Desenvolvimento de Pessoas:**

Na terceira categoria estão inseridos 2 princípios relacionados com o desenvolvimento de líderes que tenham um profundo conhecimento do trabalho, vivam a filosofia e treinem os outros, e de pessoas e equipas que estejam dispostas a seguir a filosofia da sua empresa. O 3º princípio desta categoria (princípio 11) está relacionado com o respeito, desafio e ajuda de parceiros e fornecedores, proporcionando o seu desenvolvimento.

### **4. A Resolução Contínua de Problemas de Raiz Impulsiona a Aprendizagem Organizacional:**

Por fim, na quarta categoria, defende-se que a resolução de problemas deve ser feita através da observação direta na fonte, de forma a compreender completamente a situação (*genchi genbutsu*). Todas as decisões devem ser tomadas de forma consensual, considerando

todas as opções e as ações devem ser implementadas o mais breve possível (*nemawashi*). Por fim, a organização deve aprender através da reflexão infundável (*hansei*) e da melhoria contínua (*kaizen*).

### 2.1.3 Princípios da Filosofia *Lean*

O conceito de *Lean* foi explorado por Womack & Jones (1996) de uma forma abrangente, expandindo-o do âmbito funcional para o empresarial (Thangarajoo, 2015). O pensamento *Lean* era abordado como uma forma de definir valor, coordenar as atividades que agregam valor na sequência mais eficiente, realizar essas atividades de forma contínua sempre que são solicitadas e de forma cada vez mais eficaz (Thangarajoo, 2015; Womack & Jones, 1996).

Foram, então, definidos 5 princípios, representados na Figura 2.2., com o propósito de enfrentar diversos desafios presentes dentro das organizações empresariais, originados devido a discrepâncias na cultura corporativa e na abordagem de gestão (Thangarajoo, 2015; Womack & Jones, 1996).

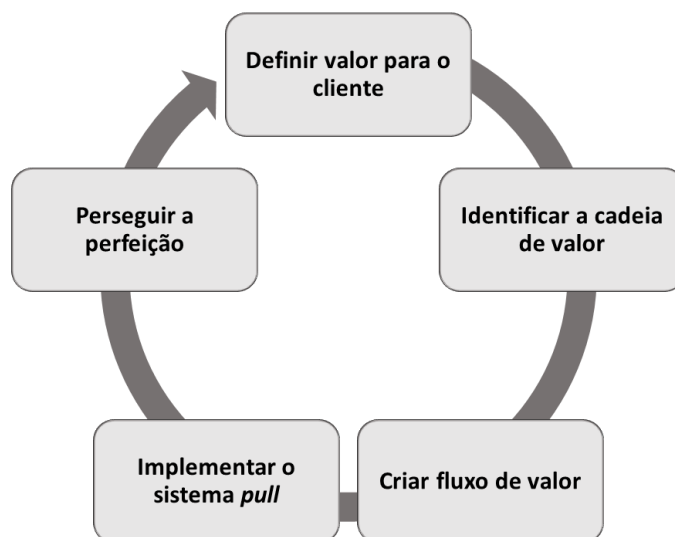


Figura 2.2 - 5 Princípios do *Lean*  
adapatado de (Thangarajoo, 2015)

1. **Definir valor para o cliente:** Este princípio orienta a organização para uma análise e avaliação dos seus clientes e o que para eles é considerado valor. Esta definição deve ser feita de acordo com a percepção do cliente, uma vez que são eles que determinam o valor de um produto ou serviço (Thangarajoo, 2015). As organizações devem então estabelecer o valor relativamente a produtos específicos, com capacidades específicas, disponibilizados a preços específicos por meio de uma interação direta com clientes

específicos (Womack & Jones, 1996). Isto permite que as empresas compreendam e consigam identificar as características de um produto ou serviço que são consideradas valiosas ou não pelos clientes (Thangarajoo, 2015).

2. **Identificar a cadeia de valor:** A cadeia de valor deve ser identificada/mapeada, de forma a representar todas as atividades necessárias desde a concepção do produto/serviço até à sua distribuição ao cliente. Desta forma, é possível distinguir as atividades que acrescentam valor ao cliente e as que são desperdício ou que o cliente não valoriza (Womack & Jones, 1996). Estas atividades podem ser divididas em (Womack & Jones, 1996):
  - **Customer Value Added (CVA):** Todas as atividades que transformam a forma ou função do produto/serviço e pelas quais o cliente está disposto a pagar;
  - **Non Value Added (NVA):**
    - **Business Value Added (BVA):** Todas as atividades que não agregam valor para o cliente, mas que são necessárias para a empresa devido à legislação ou para reduzir o risco financeiro. São também atividades BVA aquelas que permitem acelerar as atividades CVA;
    - **Waste (Desperdício):** Todas as atividades que não geram valor para o cliente nem para a empresa. Segundo (Womack & Jones, 1996) existem 7 tipos de desperdício (*mudas*) que serão apresentados de seguida.
3. **Criar fluxo de valor:** Deve ser criado um fluxo de valor contínuo das atividades que acrescentam valor, eliminando interrupções e tempos de espera. Este fluxo deve garantir que se produz apenas o necessário, de acordo com a procura, de forma a impedir a acumulação de *stock*.
4. **Implementar o Sistema Pull:** A produção deve ser realizada apenas quando o cliente necessita, ou seja, deve ser "puxada" entre cada fase do processo. Desta forma, evita-se a produção em excesso e reduz-se o tempo despendido entre as várias atividades.
5. **Perseguir a perfeição:** O último princípio corresponde à busca da perfeição, que é crucial para monitorizar e assegurar a manutenção a longo prazo das melhorias já implementadas, enquanto se exploram formas de aprimorar ainda mais o que já foi estabelecido. Para além de que é fundamental inovar tanto na concepção de novos produtos como na geração de valor.

## 2.1.4 Tipos de desperdício

Tal como mencionado anteriormente, existem três tipos de atividades: CVA, BVA e desperdício. Esse desperdício, conhecido por *muda*, corresponde a tudo o que não acrescenta valor nem para o cliente nem para a empresa e, portanto, deve ser eliminado para que o desempenho das linhas de produção se torne eficiente (Womack & Jones, 1996).

Para além dos *muda*, existem mais duas origens substanciais de problemas: *muri* e *mura*. O *Lean Thinking* surgiu, então, para resolver estes problemas baseados nos 3M's: *muda-mura-muri* (Womack & Jones, 1996).

Os *muda* correspondem a tudo o que não acrescenta valor ao cliente e, portanto provocam prolongamentos e não cumprimento dos prazos de entrega, deslocações em excesso para obter materiais ou ferramentas, acumulações de *stock* ou resultam em períodos de espera variados (Womack & Jones, 1996) (Liker, 2004). Segundo Womack & Jones (1996), existem 7 tipos de desperdício (*muda*), identificados por Taiichi Ohno:

1. **Transporte:** Deslocações desnecessárias de materiais, componentes ou produto final, quer entre processos quer entre outras empresas ou instalações;
2. **Stock:** Armazenamento excessivo de matérias-primas, como materiais ou peças, produtos intermédios e produto final; este *stock* corresponde a lucro parado;
3. **Movimentação:** Deslocações excessivas e desnecessárias de pessoas, de dados, informações ou decisões; todos os períodos em movimento é tempo de produção desperdiçado;
4. **Espera:** Tempo despendido à espera; tal como as pessoas, que esperam por informação, material, etc., os equipamentos ou produtos também podem esperar para serem processados, não estando a acrescentar valor ao cliente nesse período;
5. **Sobre processamento:** Ocorre quando uma determinada etapa do processo não acrescenta valor ou quando são realizadas tarefas em excesso e desnecessárias para chegar a determinado fim;
6. **Sobreprodução:** Ocorre quando a produção é excessiva e superior à procura do cliente, ou seja, quando há produção sem ser para um cliente em específico; também pode ocorrer na conceção de um produto, de um processo ou de uma instalação sem valor acrescentado;
7. **Defeitos:** Erros/defeitos que ocorrem durante o processo produtivo e originam retrabalho ou trabalho adicional.

Estes desperdícios podem ocorrer não só no processo produtivo em linhas de produção, como também na conceção de produtos ou serviços (Liker, 2004).

Para além dos 7 tipos de *muda*, diversos autores acrescentam ainda o oitavo que corresponde a "Criatividade/competência dos trabalhadores subutilizada", o qual ocorre quando se perde tempo, ideias, habilidades, melhorias ou oportunidades de aprendizagem, por falta de envolvimento dos colaboradores (Liker, 2004).

O *muri* é definido como a sobrecarga de pessoas ou equipamentos, que poderá resultar em problemas de qualidade e segurança para o caso das pessoas ou em defeitos e avarias para o caso dos equipamentos (Liker, 2004; Womack & Jones, 1996).

Por fim, *mura* corresponde a desnivelamento, o qual pode ser interpretado como a resolução dos outros dois M's (*muda* e *muri*). Muitas vezes, em sistemas de produção convencionais, existem alturas de pico, ou seja, excesso de trabalho e outras em que há falta de trabalho. Esta falta de uniformidade decorre de um calendário de produção desigual ou de flutuações nos volumes de produção, devido a períodos de inatividade, defeitos, falta de material, etc. Ou seja, tanto o *muda* como o *muri* são consequências do *mura*. De forma a combater o desnivelamento (*muri*) dos níveis de produção, há que dispor dos recursos necessários para o nível mais elevado de produção, ainda que este seja muito mais elevado do que as necessidades médias (Liker, 2004; Womack & Jones, 1996).

### 2.1.5 Benefícios e obstáculos na implementação do *Lean*

Como foi apresentado até agora, a implementação do *Lean* tem como objetivos, a melhoria dos processos e a eliminação do desperdício, resultando em melhorias significativas na eficiência operacional, qualidade do produto e satisfação do cliente (Palange & Dhattrak, 2021).

Atualmente, a filosofia *Lean* é reconhecida globalmente e representa um dos paradigmas de gestão mais bem-sucedidos até ao momento, podendo ser aplicada em todas as áreas e tipo de empresas (Gupta & Jain, 2013).

Os principais benefícios da implementação do *Lean* são a redução do desperdício nos processos, o aumento do conhecimento do processo e da sua robustez, o que conduz à redução de retrabalho, dos lotes, dos prazos de entrega e de custos, melhoria da qualidade e aumento da motivação e produtividade (Jayaram *et al.*, 2008; Melton, 2005). Para além disso, a implementação desta filosofia permite aumentar a competitividade, melhorar a relação com os clientes e o posicionamento no mercado (Sohal & Egglestone, 1994).

Existem ainda outros benefícios ocultos, que não apresentam resultados de forma direta, mas que são igualmente importantes, tais como, a melhoria da qualidade e da segurança,

resultante da eliminação das possibilidades de erro; a redução do tempo despendido na procura de materiais, ferramentas, etc., através da aplicação da metodologia 5S; a mudança de cultura da organização, através de um aumento da comunicação entre os colaboradores que proporciona um sentimento de responsabilidade dos mesmos; e redução da fadiga e do *stress* através da eliminação de desperdícios, do nivelamento e padronização de processos (Gupta & Jain, 2013).

Todos estes benefícios podem ser obtidos se a implementação do *Lean* for bem-sucedida, ou seja, se a empresa adquirir uma cultura de melhoria contínua. No entanto, a taxa de implementação bem sucedida do *Lean* revela um valor reduzido, devido a várias barreiras que estão a impedir que tal aconteça (Chaple *et al.*, 2018).

Chaple *et al.* (2018) identificou dez barreiras como sendo as principais na implementação do *Lean*, tais como custo de investimento, financiamento interno e externo e tempo de gestão insuficientes, atitudes dos trabalhadores ou resistência à mudança, competências dos trabalhadores, dos supervisores e da gestão de topo insuficientes, questões culturais e falta de compreensão dos potenciais benefícios.

Após um estudo entre a dependência e poder de condução de cada uma das dez barreiras, chegou-se à conclusão de que a barreira com mais relevância é o tempo de gestão insuficiente (Chaple *et al.*, 2018). O nível de compromisso e participação da Gestão é um elemento crucial para o êxito da execução de projetos de melhoria, influenciando de forma substancial as restantes barreiras (Netland, 2016). A título de exemplo, de forma a enfrentar a resistência à mudança dos colaboradores, a Gestão deve investir tempo e esforços elevados (Chaple *et al.*, 2018).

Outras barreiras importantes são as competências insuficientes, tanto da gestão de topo como da supervisão e estão associadas à eficácia da comunicação entre a Gestão e os colaboradores (Chaple *et al.*, 2018). A forma como a Gestão comunica com os funcionários merece atenção e deve seguir uma abordagem que conduza à aceitação de instruções ou sugestões e ao reforço da motivação e participação dos colaboradores. O treino e formação da Gestão e dos supervisores são componentes cruciais na capacitação para a implementação bem-sucedida do *Lean* (Netland, 2016).

Existem evidências de que uma das causas mais importantes da resistência à mudança é a falta de competências dos colaboradores. Desta forma, uma formação adequada acerca dos principais conceitos do *Lean* irá proporcionar um aumento do nível de conhecimento desta filosofia, contribuindo para uma maior motivação dos trabalhadores e melhorando a sua atitude (Chaple *et al.*, 2018).

Para as pequenas e médias empresas, o custo revela ser o maior obstáculo na implementação do *Lean*. Desta forma, deve ser reforçada a importância de estas organizações direcionarem a sua atenção para aspetos internos que não exijam financiamentos elevados na aplicação do *Lean*, tais como, 5S, manutenção preventiva, círculos de qualidade e envolvimento dos funcionários (Chaple *et al.*, 2018).

## 2.1.6 Ferramentas *Lean*

Nesta secção são apresentadas as ferramentas e metodologias *Lean*, com ênfase naquelas que são abordadas de forma mais detalhada ao longo deste estudo.

### 2.1.6.1 5S

A metodologia 5S é uma das ferramentas *Lean* com evidências de ser uma abordagem simples e de custo reduzido, utilizada para obter benefícios concretos na gestão do ambiente de trabalho (Omogbai & Salonitis, 2017).

O objetivo do 5S é identificar, reduzir e eliminar desperdícios no ambiente de produção. Os seus benefícios incluem um *layout* e processos transparentes, aumento da segurança e um ambiente de trabalho funcional, os quais contribuem para melhorar tanto a qualidade como a produtividade nesse contexto (Bayo-Moriones *et al.*, 2010; Muotka *et al.*, 2023; Omogbai & Salonitis, 2017).

O 5S é um acrónimo que provém de cinco palavras correspondentes a cinco etapas (Al-Aomar, 2011; Liker, 2004; Omogbai & Salonitis, 2017; Ramdass, 2015):

1. ***Seiri (Sort - Triagem)***: Corresponde à separação dos itens que não são necessários, daqueles que o são. Devem ser mantidos os itens relevantes e úteis e removidos todos aqueles que não o são; esta classificação pode ser realizada com recurso a *Red Tags* 5S que devem ser atribuídas a todos os itens a remover;
2. ***Seiton (Set in order - Organizar)***: "Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar" - significa que cada item mantido no passo anterior deve ser arrumado e organizado num local específico e de fácil acesso a todos os colaboradores; esses locais devem ser devidamente identificados e demarcados;
3. ***Seiso (Shine - Limpeza)***: Envolve a limpeza regular do ambiente de trabalho, eliminando sujidade e evitando a acumulação de resíduos; a limpeza é fundamental para a identificação de problemas e para a criação de um ambiente seguro e produtivo;

4. ***Seiketsu (Standardize - Padronizar)***: Refere-se à padronização dos processos e práticas estabelecidos nas etapas anteriores, através da criação de procedimentos; o estabelecimento de diretrizes claras e padronizadas é fundamental para garantir a estabilidade e sustentabilidade das melhorias implementadas;
5. ***Shitsuke (Sustain - Disciplina)***: Envolve a disciplina pessoal e coletiva para manter as boas práticas estabelecidas; o estabelecimento de auditorias periódicas é uma boa opção para aumentar a consciencialização dos colaboradores relativamente aos seus deveres, garantindo resultados consistentes ao longo do tempo.

Alguns autores incorporam ainda o 6ºS, o qual aborda a segurança. Embora este tópico já estivesse implicitamente presente no 3ºS (*Seiso*), a sua relevância é tal que merece ser considerado separadamente para uma identificação mais eficaz dos riscos de segurança no ambiente de trabalho (Gapp *et al.*, 2008).

#### 2.1.6.2 Diagrama de Esparguete

Um Diagrama de Esparguete é uma representação visual que utiliza uma linha de fluxo contínua para rastrear o percurso de uma atividade, de uma pessoa ou de um material ao longo de um processo. O local onde o percurso é seguido pode ser uma zona de produção, uma parte de um edifício ou uma oficina (Senderská *et al.*, 2017).

Para o seguimento de diversos produtos, trabalhadores ou equipamentos é possível utilizar cores distintas e rastrear o movimento em diferentes alturas. A análise final do diagrama permite identificar a duração e o número de movimentos, sobreposições e cruzamentos. A partir dos resultados obtidos no diagrama de esparguete, é possível detetar movimentos ineficientes e redundantes, áreas pouco eficazes, reduzir o número de funcionários e implementar mudanças na organização do trabalho ou na disposição dos postos de trabalho (Daneshjo *et al.*, 2021; Senderská *et al.*, 2017).

#### 2.1.6.3 Daily Management

O *Lean Daily Management* (LDM), ou seja, Gestão Diária *Lean* é um sistema que auxilia as empresas a reduzir o desperdício originado pelo trabalho ineficiente, melhorando a produtividade na utilização global dos seus recursos. O LDM apoia a gestão na transformação das práticas de trabalho tradicionais em práticas de alto desempenho, que permitem que as tarefas sejam realizadas de forma eficaz e eficiente (Kennedy, 2018).

Este sistema compreende um conjunto de ferramentas e processos, tendo como objetivo proporcionar valor ao cliente através de uma liderança adequada e orientar equipas e líderes

para um ciclo de melhoria contínua. A melhoria é alcançada através da identificação de irregularidades e da padronização das atividades diárias (o que permite uma redução de desperdícios no desempenho) e do desenvolvimento da consistência nos processos. O sucesso é alcançado através da identificação e posterior monitorização de indicadores-chave de performance (KPI) que devem estar alinhados com a estratégia da organização (Biskupska & Ratnayake, 2019).

Uma das formas de praticar o LDM é através de reuniões diárias curtas, guiadas por um quadro visual constituído por métricas, tarefas e outros elementos que as equipas podem controlar (Biskupska & Ratnayake, 2019; Wahjoedi, 2023).

Segundo Mann (2010), existem quatro elementos principais utilizados na no LDM, os quais são:

1. Trabalho padronizado do líder;
2. Controlos visuais;
3. Processo de responsabilização diária;
4. Disciplina de liderança.

Relacionados com os quatro principais elementos do LDM, existem, segundo Biskupska & Ratnayake (2019), 10 fatores-chave que são essenciais no desenvolvimento do LDM, representados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Ferramentas básicas e fatores-chave do LDM  
adaptado de (Biskupska & Ratnayake, 2019)

<i>Lean Daily Management</i>		
Fatores-chave	Ferramentas básicas	Fatores-chave
Formação	1. Trabalho padronizado do líder	Reuniões
Boas práticas	2. Quadros de controlo visual	Quadros de Tarefas
5S	3. Reuniões de responsabilização diária	KPI
Equipas de trabalho	4. Disciplina de liderança	<i>Gemba Walk</i>
Liderança		Resolução de problemas

### Trabalho padronizado do líder

O *Lean Standard Work* (LSW) proporciona aos líderes das equipas, um maior nível de organização e uniformidade. Esta ferramenta inclui uma lista de responsabilidades que devem ser cumpridas por um líder num determinado período. A padronização permite que os líderes

não realizem apenas as suas tarefas diárias, mas que também detetem problemas ou oportunidades de melhoria nos processos de gestão (Biskupska & Ratnayake, 2019; Mann, 2010).

Alguns exemplos de atividades padrão do líder são: realizar reunião de início de turno, avaliar e fazer ajustes nos planos de trabalho; acompanhar o início da produção; afixar as folhas de controlo dos KPI's; participar na reunião do quadro de gestão de equipa; definir os planos de trabalho para o dia seguinte (Wahjoedi, 2023).

### **Quadros de controlo visual**

Os quadros de controlo visual, de comunicação visual ou de gestão diária permitem a comparação entre o desempenho esperado e o desempenho real dos processos ou das equipas. Esta ferramenta capacita as equipas a monitorizar o desempenho de forma contínua, a resolver problemas e a definir e implementar ações de melhoria. Os quadros devem ser atualizados regularmente e servir como centro de informação para o grupo de trabalho. Os membros da equipa envolvidos na monitorização do desempenho tendem a ter uma compreensão mais profunda dos efeitos dos esforços conjuntos, tornando-se assim mutuamente responsáveis pela melhoria dos resultados da equipa. O principal objetivo dos quadros é que todos os seus elementos permitam desencadear uma ação (Biskupska & Ratnayake, 2019; Mann, 2010; Womack, 2015).

### **Reuniões de responsabilização diária**

As reuniões de responsabilização diária desempenham um papel fundamental, fornecendo tanto a direção, como o impulso necessário para as melhorias que serão implementadas. Nestas reuniões são abordadas as tarefas designadas pelo líder da reunião, que servem como orientação para as áreas a melhorar. Além disso, é nas reuniões que são definidos os prazos e recursos para a execução das melhorias planeadas (Mann, 2010).

Como primeira abordagem, este elemento da gestão diária *Lean* pode parecer destinado apenas a garantir o seguimento das tarefas atribuídas, seja em resposta a questões do dia anterior ou a oportunidades de melhoria. No entanto, há um propósito mais profundo para a responsabilização diária, o qual reside em fortalecer o foco da LDM no processo em si e, através desse foco, identificar e implementar oportunidades de melhoria (Mann, 2010).

Segundo Mann (2010) existem três níveis de reuniões diárias:

1. Primeiro nível: ocorre tipicamente no início do turno; o líder da equipa de produção conduz uma breve reunião com os restantes membros;

2. Segundo nível: reunião constituída pelos supervisores, os líderes das equipas e os representantes dos grupos de apoio;
3. Terceiro nível: reunião constituída pelo gestor de fluxo de valor (ou equivalente), os supervisores e os representantes dos grupos de apoio ou membros da equipa.

Cada uma das reuniões tem uma duração curta, até 15 minutos, são realizadas de pé, na área de produção e com agenda e conteúdos definidos por um quadro visual (Mann, 2010).

### Disciplina de liderança

O LDM é maioritariamente padronizado através de reuniões diárias, enriquecidas por quadros de controlo visual e integrado no trabalho padronizado do líder. Estes três elementos proporcionam um foco no processo, também conhecido como disciplina de liderança. O objetivo deste último elemento é monitorizar problemas e desempenho de forma contínua e garantir a implementação atempada de medidas corretivas (Biskupska & Ratnayake, 2019; Mann, 2010).

Os 10 fatores-chave, definidos como suporte para os quatro elementos principais da Gestão *Lean* são descritos na Tabela 2.2, os quais são concebidos para possibilitar a utilização plena dos fundamentos do LDM e não devem ser considerados de forma isolada (Biskupska & Ratnayake, 2019; Mann, 2010).

Tabela 2.2 - Descrição dos fatores-chave do LDM  
adaptado de (Biskupska & Ratnayake, 2019)

Fatores-chave do LDM	
Liderança	- Manter o bom funcionamento do local de trabalho; - Utilizar os recursos de forma eficiente
Boas práticas	- Obter resultados de trabalho previsíveis; - Padronizar atividades; - Criar modelos de documentos padronizados
5S	- Manter um local de trabalho limpo e organizado
Formação/treino	- Obter conhecimentos sobre a forma de desenvolver soluções em vez de como as implementar
KPI	- Demonstrar através de um valor mensurável, a eficácia com que a empresa atinge os seus principais objetivos; - Definir KPI's de fácil compreensão, possíveis de registar manualmente e fáceis de calcular; Devem ser revistos regularmente pela direção
Reuniões	- Reuniões de equipa centradas no estado dos processos e identificação de tarefas
<i>Gemba Walk</i>	- Tarefas de rotina baseadas na visita aos locais de produção; - Utilizar para reforçar os conhecimentos, as competências e as capacidades da equipa
Equipas de trabalho	- Trabalho semi-autónomo dos membros das equipas em tarefas recorrentes
Resolução de problemas	- Discussão em grupo para chegar a um acordo
Quadros de tarefas	- Ferramenta visual para identificar todas as tarefas necessárias para concluir um projeto

É importante referir que os KPI's, utilizados para avaliar a performance das equipas e dos processos, devem ser definidos segundo um padrão, de forma a evitar medições incorretas e indicadores que não permitem obter conclusões.

Uma das técnicas mais utilizadas para a definição de indicadores é a técnica SMART (*Specific, Measurable, Attainable, Realistic, Time-bound*), ou seja, os KPI's devem ser específicos, mensuráveis, alcançáveis, realistas e temporais. Este método permite obter objetivos eficazes de gestão (Bjerke & Renger, 2017).

A gestão visual desempenha um papel central na gestão diária e geralmente engloba os componentes visuais apresentados anteriormente (Wahjoedi, 2023). Desta forma, esta ferramenta *Lean* será abordada mais pormenorizadamente de seguida.

#### 2.1.6.4 Gestão Visual

No final dos anos 1940, a falta de trabalhadores experientes provocada pela 2ª guerra mundial, levou à criação de procedimentos de trabalho normalizados os quais eram exibidos acima de cada estação de trabalho. Esta medida tinha como objetivo permitir que os supervisores pudessem verificar facilmente se os trabalhadores estavam a seguir os procedimentos através de um simples olhar (Ohno, 1988). Esses procedimentos visualmente claros faziam parte do sistema de gestão visual de Ohno, referido como o primeiro princípio da fábrica (Eaidgah *et al.*, 2016).

Foi aqui que se iniciou o desenvolvimento da Gestão Visual a qual engloba diversas ferramentas e métodos que podem ser empregados para tornar informações visíveis e comunicar requisitos e orientações (Eaidgah *et al.*, 2016; Mann, 2010).

Segundo Eaidgah *et al.* (2016), a gestão visual pode ser aplicada em duas esferas ligeiramente distintas.

No primeiro âmbito, enquanto ferramenta informativa, a gestão visual é utilizada exclusivamente para representar informações. A maioria das ferramentas de mapeamento de processos, como o VSM (*Value Stream Mapping*) e os fluxogramas, enquadram-se nessa categoria. A disposição de instalações, os quadros de identificação e as etiquetas são outros exemplos (Eaidgah *et al.*, 2016).

No segundo âmbito, como uma abordagem direcional, além de serem exibidas informações, as ferramentas de gestão visual são utilizadas para apresentar requisitos, definir direções e orientar ações. Semáforos, cartões *Kanban*, instruções de trabalho padronizadas e painéis de gestão visual (com gráficos de KPI's e objetivos associados) são alguns exemplos dessa aplicação da gestão visual (Eaidgah *et al.*, 2016).

Segundo Eaidgah *et al.* (2016), para utilizar a gestão visual de forma mais eficiente, é crucial integrá-la a um plano mais abrangente. Isso envolve a conexão com um programa de gestão de desempenho, que disponibiliza informações para a gestão visual, e com um programa de melhoria contínua, que utiliza os dados obtidos através da gestão visual. Este sistema está representado na Figura 2.3.

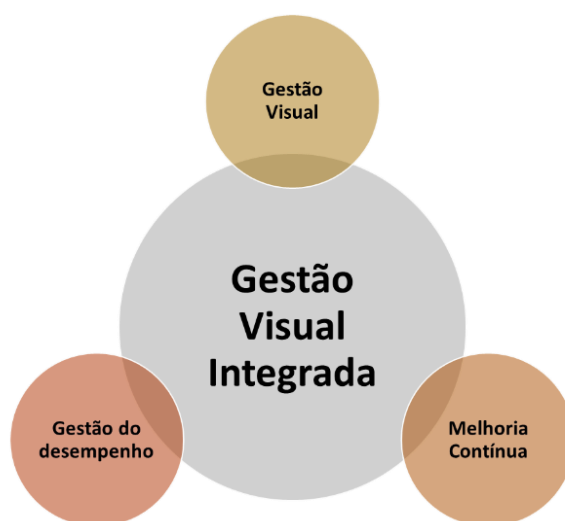


Figura 2.3 - Gestão Visual Integrada  
adapatado de (Eaidgah *et al.*, 2016)

O processo de gestão do desempenho/performance pode ser sintetizado em três principais componentes (Eaidgah *et al.*, 2016):

1. Planeamento e execução do desempenho: Esta etapa implica a definição de métricas, a estipulação de metas e a determinação de intervalos de medição, revisão e os períodos de avaliação;
2. Medição do desempenho: Isto implica a efetiva medição do desempenho com base nas métricas estabelecidas no final de cada intervalo;
3. Avaliação do desempenho, ação corretiva e melhoria contínua: Envolve a avaliação do desempenho em relação aos objetivos definidos. O desempenho positivo deve ser reconhecido e reforçado, enquanto o desempenho insatisfatório deve ser analisado e aprimorado. Devem ser estabelecidos planos de ação para uma melhoria contínua do desempenho.

### **Espaço *Obeya***

O sistema *Obeya* foi criado durante o projeto *Prius*, no desenvolvimento de veículos, na Toyota. *Obeya* significa "sala grande" e funciona como um centro de controlo.

Antes da *Obeya* ser implementada, os engenheiros-chefe da Toyota trabalhavam de forma descentralizada, reunindo-se com diferentes pessoas conforme necessário para coordenar os projetos. Para o projeto *Prius*, Uchiyamada reuniu um grupo de especialistas na "sala grande" para analisar o progresso do programa e discutir decisões importantes (Liker, 2004).

A equipa do projeto encontrou uma sala que estava fora das atividades diárias regulares e que ficou conhecida por abrigar um grupo peculiar e altamente confidencial (projeto G21), aprovado pela alta administração. Neste grupo, foram incluídos não apenas os engenheiros de projeto, mas também os engenheiros de produção, permitindo discussões conjuntas. Para facilitar essas discussões, foram instalados terminais de desenho assistido por computador (CAD) na sala, que ficou conhecida como *obeya* (uma sala de dimensões generosas) (Liker, 2004).

A *Obeya*, conhecida também por "sala de guerra" possui dois objetivos principais: a gestão de informações e a tomada de decisões no local, e corresponde a uma das inovações mais significativas em relação ao controlo visual no sistema de desenvolvimento de produtos da Toyota (Liker, 2004).

Deste modo, *Obeya* pode ser definido como uma sala de conferências de grandes dimensões onde várias ferramentas de gestão visual são apresentadas e mantidas pelos representantes responsáveis de várias áreas funcionais. Essas ferramentas englobam informações sobre o estado de cada área, comparado com o cronograma, gráficos de conceção, dados de qualidade, gráficos de mão de obra, estado financeiro e outros indicadores de performance cruciais. Qualquer desvio em relação ao cronograma ou às metas de desempenho fica imediatamente visível na *Obeya* (Liker, 2004).

Alguns benefícios da *Obeya* são a tomada de decisões rápida e precisa, a melhoria da comunicação, a preservação do alinhamento, a agilização da recolha de informações e a criação de um importante sentimento de coesão dentro da equipa (Liker, 2004).

### **Padronização do trabalho**

A padronização pode ser definida como o conjunto de ações e medidas que levam a uma junção e documentação de soluções recorrentes. O trabalho padronizado permite assegurar um ambiente de trabalho claro, visível e seguro. Com a implementação adequada de padrões, previnem-se defeitos na produção e ao mesmo tempo constituem-se procedimentos para evitar a ocorrência de outros erros que poderiam ter impacto na produção. Por este motivo, é desejável para as organizações padronizar todos os processos realizados na produção (Míkva *et al.*, 2016).

A padronização é um elemento-chave na produção *Lean* e pode ser considerado a base da melhoria contínua. Cada ação de melhoria e alteração no processo produtivo culmina no desenvolvimento de novos padrões, os quais definem as melhores práticas para a sua implementação (Míkva *et al.*, 2016).

Os padrões são utilizados para reduzir a variação e corrigir erros, melhorar a segurança, facilitar a comunicação, resolver problemas de visibilidade, auxiliar na formação e treino, reforçar a disciplina laboral, facilitar a resposta aos desafios e esclarecer os procedimentos de trabalho (Míkva *et al.*, 2016).

O documento padronizado deve ser extremamente conciso, incluindo apenas as instruções essenciais para o operador do processo; simples e visual, permitindo que o trabalhador encontre e compreenda facilmente as instruções necessárias; permitir alterações rápidas nos parâmetros do processo; ser claro o suficiente para assegurar que todos os trabalhadores compreendem as atividades relevantes no processo; e capacitar a supervisão da implementação dos padrões e o seu impacto nos parâmetros do processo (Míkva *et al.*, 2016).

### ***One Point Lesson***

*One Point Lesson* (OPL) é uma ferramenta utilizada para transmitir novos conhecimentos relacionados com a segurança, qualidade, manutenção ou boas práticas sobre ferramentas, processos, equipamentos, etc. utilizados no ambiente de trabalho. Normalmente, as OPL's possuem uma a duas páginas de informações, facilitando a rápida disseminação de conhecimento e podendo ser utilizadas em formações práticas no trabalho (Tezel *et al.*, 2016).

Estas instruções visuais são, normalmente dispostas em locais de fácil visualização para que os funcionários possam visualizá-las e são desenvolvidas com base no conhecimento dos colaboradores mais familiarizados com o processo ou que o executam de maneira mais eficiente (Jasiulewicz-Kaczmarek & Saniuk, 2018; Szwedzka & Kaczmarek, 2018).

### **2.1.6.5 Ciclo PDCA**

O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), também conhecido por ciclo de Deming ou Shewhart, é um ciclo iterativo de quatro etapas utilizado principalmente como um esquema de melhoria contínua da qualidade. No entanto, na realidade, pode ser utilizado como estrutura para qualquer processo de gestão, inclusive no âmbito da gestão estratégica, tal como no *Hoshin Kanri* (ferramenta *Lean* de gestão estratégica) ou no *Balanced Scorecard* (Pietrzak & Paliszkievicz, 2015).

As etapas do ciclo PDCA são as seguintes (Maruta, 2012; Pietrzak & Paliszkievicz, 2015):

1. **Plan (Planear):** Nesta etapa é necessário planear o que se pretende alcançar, definir objetivos (expressos de forma mensurável) a atingir e os métodos para alcançá-los. É nesta fase que se realiza uma análise completa da avaliação do estado atual, recolha de dados, identificação de oportunidades de melhoria, estabelecimento de prioridades e formulação de propostas de melhoria;
2. **Do (Fazer):** Corresponde à fase de execução do que foi planeado na etapa anterior. Devem ser registadas as observações do que foi bem-sucedido e do que não foi;
3. **Check (Verificar):** Nesta etapa, os resultados obtidos durante a fase anterior são avaliados em paralelo com a mesma ou no final; os efeitos observados podem incluir tanto resultados positivos, como novas soluções de melhoria que foram identificadas;
4. **Act (Agir):** Corresponde à fase de conclusão do plano delineado na primeira etapa; os resultados são analisados e, no caso de cumprimento dos objetivos, as melhorias alcançadas são padronizadas; se existirem disparidades substanciais entre os resultados reais e esperados, devem ser investigadas as causas-raiz e corrigidas as ações de melhoria.

O processo é cíclico e contínuo - o princípio fundamental do ciclo PDCA é a repetição. Ao repetir o ciclo, o plano é validado ou rejeitado, o conhecimento é aprofundado e o processo gerido com base no ciclo PDCA é constantemente melhorado (Pietrzak & Paliszkievicz, 2015).

A Figura 2.4 representa um esquema do ciclo PDCA.

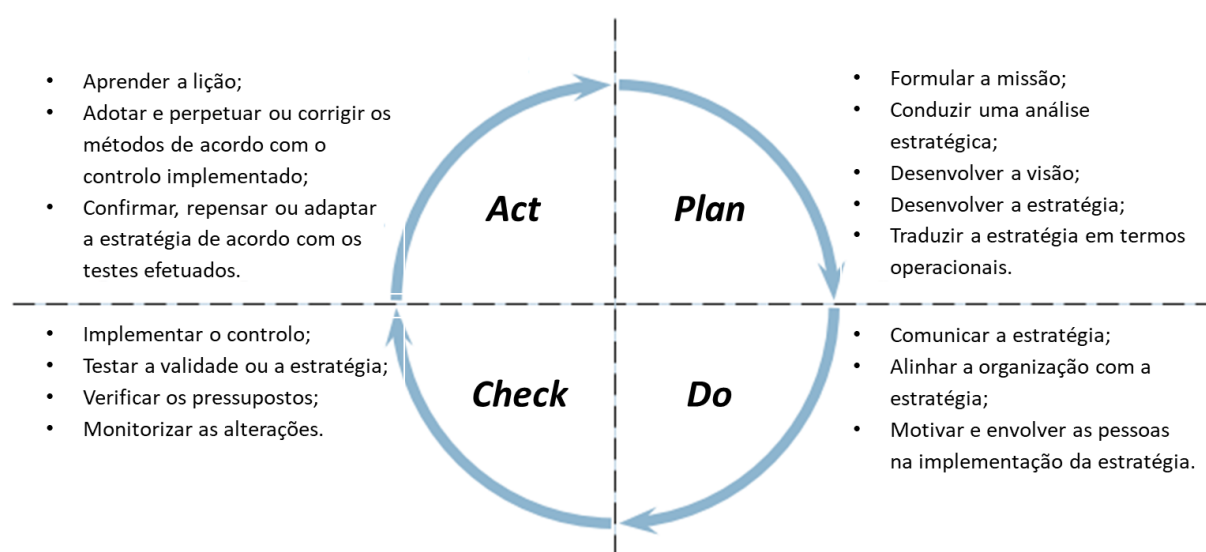


Figura 2.4 - Ciclo PDCA  
adaptado de (Pietrzak & Paliszkievicz, 2015)

### 2.1.6.6 Outras ferramentas *Lean*

Além das ferramentas e metodologias mencionadas anteriormente, existem diversas outras ferramentas *Lean* disponíveis que oferecem benefícios significativos ao serem aplicadas nas respectivas áreas de trabalho. De forma resumida, algumas dessas ferramentas incluem:

1. ***Hoshin Kanri***: Esta ferramenta representa uma forma de gestão estratégica fundamentada no *Total Quality Management*, que estabelece uma conexão entre a intenção estratégica e a sua concretização na gestão diária. Esta ferramenta aborda quatro etapas principais, começando por destacar as prioridades estratégicas anuais de uma organização, alinhando-as com os planos locais. De seguida, integra essas prioridades na gestão diária e oferece uma revisão estruturada do progresso alcançado (Jolayemi, 2008; Witcher & Butterworth, 1999);
2. ***VSM***: O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta que auxilia na visualização e compreensão do fluxo de materiais e informações à medida que um produto percorre o seu fluxo de valor, permitindo identificar as atividades VA e NVA (Rother *et al.*, 1999). Esta ferramenta envolve a representação do estado atual do processo, o qual deve ser analisado para identificar desperdícios e, de seguida, ser possível criar um mapa do estado futuro após a eliminação dos desperdícios identificados (Deshkar *et al.*, 2018; Rother *et al.*, 1999);
3. ***Gemba Walk***: Esta técnica visa observar e compreender como as tarefas são realmente realizadas. A palavra "Gemba" deriva do termo japonês "gembutsu", que significa "coisa real" ou "local real". Durante um *Gemba Walk*, os elementos essenciais incluem observação direta (onde se assiste pessoalmente à execução de tarefas), estar presente no local onde o trabalho ocorre e interagir com as pessoas envolvidas na execução dessas tarefas (Dalton, 2019);
4. ***SMED***: Esta ferramenta, que significa *Single Minute Exchange of Dies* garante uma transição eficiente e ágil entre o produto em produção e o próximo a ser fabricado, reduzindo, conseqüentemente, o Tempo de Mudança (*Changeover Time*). É nesse período de mudança que se realiza a limpeza e a substituição das peças dos equipamentos, bem como a configuração para o novo produto. A implementação adequada desta ferramenta traz vários benefícios, tais como, uma redução no tamanho dos lotes, flexibilidade e uma melhoria do fluxo de produção (Karam *et al.*, 2018);
5. ***Poka-yoke***: Esta ferramenta é utilizada para prevenir ou detetar anomalias, que podem ser prejudiciais quer para a qualidade do produto, quer para a saúde e segurança dos

trabalhadores, impedindo-as de avançar para as etapas seguintes do processo. O *poka-yoke* pode, então, ser considerado como três tipos de dispositivos, físico, funcional ou simbólico dependendo do erro que se pretende detetar (Saurin *et al.*, 2012);

6. **A3:** O A3 é uma ferramenta *Lean*, desenvolvida em torno da metodologia *kaizen* e do ciclo PDCA, a qual é utilizada para analisar e resolver problemas. A Toyota tem utilizado o formato de relatório A3, constituído por vários elementos visuais, como gráficos e figuras, de forma a analisar problemas, mostrar o estado dos projetos e apresentar propostas de melhoria (Saurin *et al.*, 2012);
7. **Mizusumashi:** Esta ferramenta, traduzida como "aranha d'água" refere-se ao operador que realiza o "*milk run*", ou seja, um operador responsável por fornecer os itens necessários, nas quantidades adequadas e no momento exato aos respetivos postos de trabalho (Gil Vilda *et al.*, 2020);
8. **Yamazumi:** Esta ferramenta é utilizada para representar, em forma de gráfico de barras empilhadas, as atividades sequenciais realizadas pelos operadores, sendo que cada estação ou trabalhador é representado por uma pilha de blocos individuais, onde cada bloco representa uma atividade específica (Sly, 2018);
9. **U-Shaped cell:** Esta ferramenta, traduzida como "Célula em U" representa a transformação do espaço de trabalho ou linhas de produção em células em forma de U. Esta representação permite reduzir o tempo de transferência e de espera entre operações, uma vez que a distância entre elas é menor, simplificando a movimentação de materiais, a troca de informação e a resolução de problemas (Gil-Vilda *et al.*, 2017).

## 2.2 Outras ferramentas e metodologias de apoio

Para além das ferramentas *Lean* previamente apresentadas, existem outras opções utilizadas em melhoria contínua, que podem ser empregadas em paralelo com estas, de forma a facilitar a tomada de decisões.

### 2.2.1 BPMN

A BPMN, ou seja, *Business Process Model Notation* (Notação de Modelagem de Processos de Negócio) tornou-se uma ferramenta amplamente utilizada para a modelagem de processos de negócios. A sua facilidade de utilização e a capacidade de fornecer uma representação visual clara do fluxo de processos de negócio são algumas das mais-valias desta ferramenta (Smith & Fingar, 2007).

### 2.2.1.1 Processos de Negócio

Antes de entrar em detalhe sobre o BPMN, é importante explicar o que é um processo de negócio.

Um processo negócio, *Business Process* (BP) consiste numa série de procedimentos ou atividades conectadas que são realizadas seguindo uma ordem predefinida, visando alcançar um objetivo ou uma meta de negócio. Um processo pode estar inteiramente dentro de uma única unidade organizacional ou abranger várias organizações diferentes (Chinosi & Trombetta, 2012).

A gestão de processos de negócio, *Business Process Management* (BPM) permite uma gestão do ambiente de processos de uma empresa, visando melhorar a agilidade e o desempenho operacional. Trata-se de uma abordagem sistemática para aprimorar os processos de negócio de qualquer organização, mas não deve ser confundido com a modelagem de processos de negócio, *Business Process Modeling* (BPM) (Chinosi & Trombetta, 2012).

A Modelagem de Processos de Negócio abrange o momento em que as descrições de processos, sejam elas manuais ou automatizadas (como fluxos de trabalho), são eletronicamente estabelecidas ou alteradas. Esta abordagem, conduzida normalmente por analistas e gestores de negócio, envolve a representação dos processos de uma empresa, permitindo a análise e melhoria do processo atual ("As-Is") para torná-lo mais eficiente no futuro ("To-Be"). O termo "Modelagem de Processos de Negócio" foi cunhado na década de 1960 no campo da engenharia de sistemas, sendo que na década de 1990, muitas empresas começaram a substituir termos como "procedimentos" ou "funções" por "processos" e "fluxos de trabalho", respetivamente (Chinosi & Trombetta, 2012).

### 2.2.1.2 BPMN

O propósito principal do BPMN é oferecer uma representação gráfica facilmente compreensível para os utilizadores de negócios, abrangendo desde os analistas de negócios que elaboram os esboços iniciais dos processos, passando pelos técnicos encarregados da sua implementação real, e, por último, até à equipa de negócios que coloca em prática e supervisiona esses processos (White, 2004)

Em 2004, a *Business Process Modeling Initiative* lançou inicialmente o BPMN como uma notação visual destinada a representar graficamente a estrutura dos processos de negócios. A crescente adesão por parte das empresas e o aumento do interesse nessa notação resultaram na sua consagração como um padrão OMG (*Object Management Group*) em 2006 (Chinosi & Trombetta, 2012).

Uma das vantagens do BPMN reside na sua abordagem intuitiva. A notação emprega um conjunto de ícones e símbolos facilmente identificáveis para retratar várias facetas dos processos de negócios, o que possibilita que pessoas sem conhecimentos técnicos compreendam com facilidade os diagramas de processos de negócios (Recker *et al.*, 2009).

O BPMN é constituído por quatro categorias de elementos (Chinosi & Trombetta, 2012):

1. **Objetos de Fluxo:** representam todas as ações que podem ocorrer no âmbito de um processo de negócio, influenciando o seu funcionamento, os quais englobam Eventos, Atividades e *Gateways* (portas de entrada);
2. **Objetos de Conexão:** oferecem três maneiras distintas de estabelecer conexões entre diversos objetos: Fluxo de Sequência (*Sequence Flow*), Fluxo de Mensagens (*Message Flow*) e Associação;
3. **Swimlanes:** significam "piscinas" e possuem dois componentes, *Pool*, que permite distinguir áreas funcionais distintas, e *lane* que corresponde à subdivisão de uma *pool* para distinguir e organizar atividades dentro da mesma área funcional;
4. **Artefactos:** incluem Objetos de Dados (*Data Object*), Grupo e Anotação e são utilizados para fornecer informações complementares acerca do processo, sem afetar o fluxo.

Os elementos principais do BPMN estão representados na Figura 2.5.

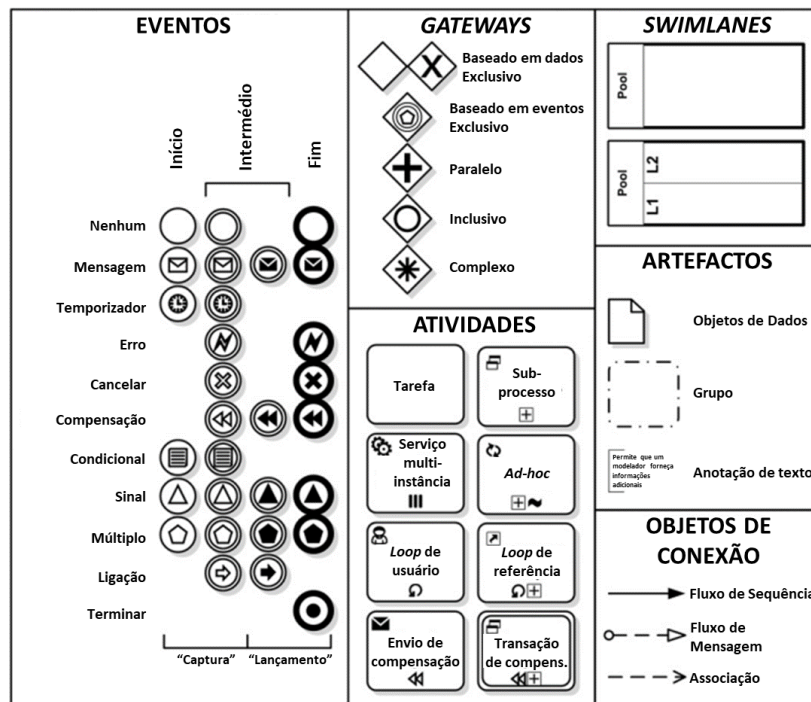


Figura 2.5 - Principais elementos do BPMN adaptado de (Chinosi & Trombetta, 2012)

Desde a sua criação, o BPMN passou por um desenvolvimento considerável. A versão original foi o BPMN 1.0 e, desde então, a notação tem passado por várias atualizações e aprimoramentos. A versão atual, BPMN 2.0, constitui uma variedade mais abrangente de elementos de modelagem e facilita a integração com outras normas de modelagem de negócios. (Chinosi & Trombetta, 2012).

Desta forma, ao empregar o BPMN, torna-se mais simples identificar áreas em que os fluxos de informação são ineficientes, permitindo, assim, a aplicação de ferramentas *Lean* que contribuem para a melhoria dos resultados dos processos de negócio (Arromba *et al.*, 2019).

### 2.2.2 *Balanced Scorecard*

O *Balanced Scorecard* (BSC) é um sistema de gestão estratégica, robusto e harmonizado, que emprega medidas para assegurar que a visão e a estratégia da empresa são efetivamente postas em prática e atingidas. Desta forma, o BSC proporciona aos gestores uma estrutura formalizada que viabiliza a obtenção de um equilíbrio entre os resultados financeiros e não financeiros a curto e longo prazo (Afonso & Cabrita, 2015; Chia *et al.*, 2009).

Além disso, o BSC serve como um método para avaliar o desempenho de uma organização por meio de quatro perspectivas tradicionais. Segundo Kaplan & Norton (2001), estas quatro perspectivas são:

- **Financeira:** Estratégias definidas pelos acionistas para o crescimento, lucratividade e gestão de riscos;
- **Cliente:** Estratégias adotadas para a diferenciação e valorização da empresa, do ponto de vista do cliente;
- **Processos internos de negócio:** Focos estratégicos essenciais para processos específicos, alinhados com o avanço do negócio, a satisfação dos clientes e dos acionistas;
- **Aprendizagem e crescimento:** Prioridades para políticas que promovam mudanças, desenvolvimento e inovações dentro da organização.

A Figura 2.6 representa a relação entre a rentabilidade de uma organização e as quatro perspectivas do BCS.

Na implementação do BSC devem então ser definidos objetivos claros em todas as áreas das perspectivas, e para avaliar seu desempenho, é necessária a proposta de critérios precisos para cada ciclo de avaliação. Em seguida, desenvolvem-se estratégias ou iniciativas inovadoras

para alcançar esses objetivos de acordo com as metas estabelecidas (Seyedhosseini *et al.*, 2011).

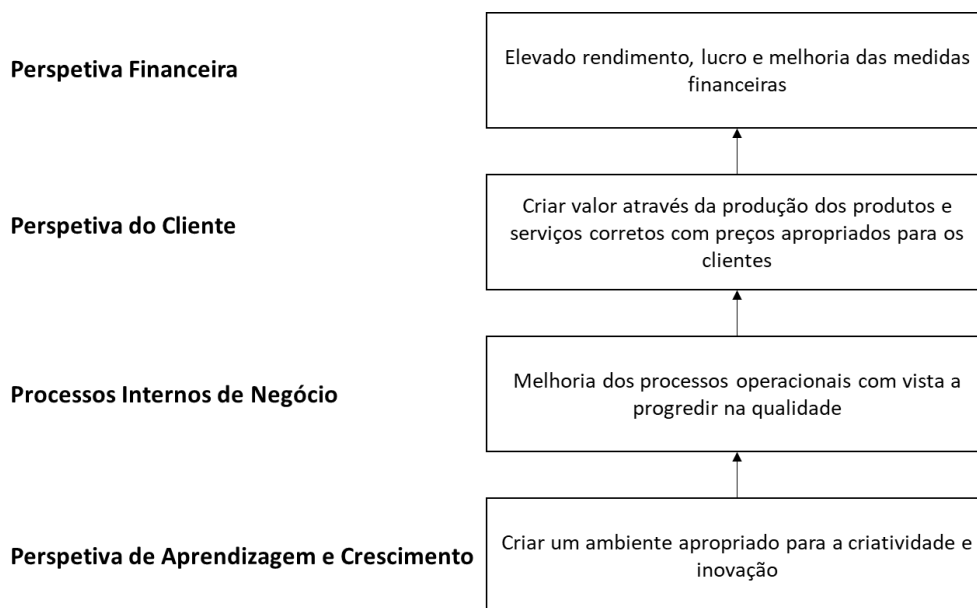


Figura 2.6 - Relação entre as diferentes perspetivas do BSC adaptado de (Seyedhosseini *et al.*, 2011)

### 2.2.3 CTQ

As árvores CTQ ou Árvores Críticas-Para-Qualidade (*Critical-to-Quality-trees*) permitem determinar quais as características de um produto ou processo cujos padrões de desempenho ou limites de especificação devem ser atendidos para satisfazer o cliente, ou seja, são uma ferramenta indispensável para entender as necessidades reais dos clientes. As CTQ definem os critérios para avaliar a qualidade dos requisitos e permitem entender o momento em que se atingem as características necessárias (Alsaadi *et al.*, 2019).

Desta forma, começa-se pela identificação das necessidades do cliente através da VOC (Voz do Cliente), segue-se a definição dos fatores que impulsionam a qualidade, os *drivers*, identificam-se os requisitos de desempenho para cada *driver* e os seus aspetos críticos para a qualidade e por fim, determinam-se os *targets* que se pretendem atingir (Alsaadi *et al.*, 2019).

Esta ferramenta é utilizada normalmente na primeira etapa do ciclo DMAIC (*Define* - Definir, *Measure* - Medir, *Analyse* - Analisar, *Improve* - Melhorar, *Control* - Controlar), ou seja, na fase de Definir (Sharma *et al.*, 2021).

## 2.2.4 5 Why's

A ferramenta 5 *Why's* (5W), ou seja, "5 Porquês", foi criada por Taiichi Ohno, o qual defendia a sua utilização para resolver problemas de raiz. Esta ferramenta surgiu da observação de Ohno durante o seu serviço na Toyota, quando ocorriam erros no ambiente de produção e existia a tendência das pessoas se culparem umas às outras. Ohno apercebeu-se que os erros são inevitáveis e a abordagem mais eficaz para lidar com eles é identificar as suas causas-raiz e agir sobre elas. Para tal, uma das ferramentas mais utilizadas é o 5W (Murugaiah *et al.*, 2010; Ohno, 1988).

Esta ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de ser simples e intuitiva e consiste em fazer a pergunta "Porquê?" as vezes necessárias e desde o problema inicial, até a causa-raiz ser identificada. Assim, é possível distinguir os sintomas das causas de um problema, as quais eram frequentemente encobridas. Utilizar de forma eficaz a técnica dos 5W permitirá identificar a causa-raiz de quaisquer não conformidades e, conseqüentemente, orientará as organizações a desenvolver ações corretivas de longo prazo e possivelmente medidas preventivas eficazes (Benjamin *et al.*, 2015).

## 2.2.5 5W2H

A metodologia 5W2H consiste numa abordagem pragmática que facilita a identificação, a qualquer instante, dos dados e procedimentos principais de um projeto ou unidade produtiva. Adicionalmente, permite determinar os intervenientes na organização, as respetivas funções e a razão subjacente à execução daquelas atividades (Lisbôa & Godoy, 2012).

Esta ferramenta permite a definição de planos de ação, através da realização de 7 perguntas, representadas na Tabela 2.3 (Ventura & Suquisiqui, 2019).

Tabela 2.3 - Explicação da ferramenta 5W2H  
adaptado de (Lisbôa & Godoy, 2012)

5W2H			
5W	<i>What?</i>	O quê?	Que ação será executada?
	<i>Who?</i>	Quem?	Quem irá executar/participar na ação?
	<i>Where?</i>	Onde?	Onde será executada a ação?
	<i>When?</i>	Quando?	Quando é que a ação será executada?
	<i>Why?</i>	Porquê?	Porque é que a ação será executada?
2H	<i>How?</i>	Quando?	Como será executada a ação?
	<i>How much?</i>	Quanto?	Qual é o valor monetário necessário para executar a ação?

Esta ferramenta desempenha um papel eficaz na aplicação de soluções para melhorar os processos em questão. É importante ressaltar que o 5W2H só é aplicado de forma eficiente quando as informações são minuciosamente detalhadas em cada uma das 7 questões.

Além do 5W2H, existem diversas variações desta ferramenta que podem ser empregadas na criação de planos de ação, tais como o 5W1H e o 3W1H. O 5W1H opera quase da mesma maneira que o 5W2H, com a única diferença de não incluir a questão "How Much?". Por sua vez, o 3W1H exclui as questões "Why?", "Where?" e "How Much?" (Lopes Silva *et al.*, 2013).

## 2.2.6 Matriz Esforço-Impacto

A matriz Esforço-Impacto é uma ferramenta de priorização, que é normalmente utilizada para priorizar projetos/soluções de melhoria, quando estas já foram definidas após uma análise dos problemas e das suas causas-raiz (Antony *et al.*, 2019).

Esta matriz compreende dois elementos para comparação: o esforço necessário e o impacto do projeto. Os critérios relacionados ao "Esforço" abrangem uma lista de variáveis que são entradas cruciais para os projetos e estão sujeitas a limitações de disponibilidade, ou seja, devem ser avaliados em termos dos recursos que mobilizam (humanos, técnicos, financeiros, entre outros) e o tempo necessário até que esses recursos produzam resultados ou vantagens quantificáveis ou mensuráveis. Por sua vez, o "Impacto" inclui variáveis como ROI, cumprimento de prazos, satisfação do cliente, entre outras, que podem ser vistas como resultados do projeto individual (Kumar *et al.*, 2009).

A Figura 2.7 representa um exemplo da matriz Esforço-Impacto.

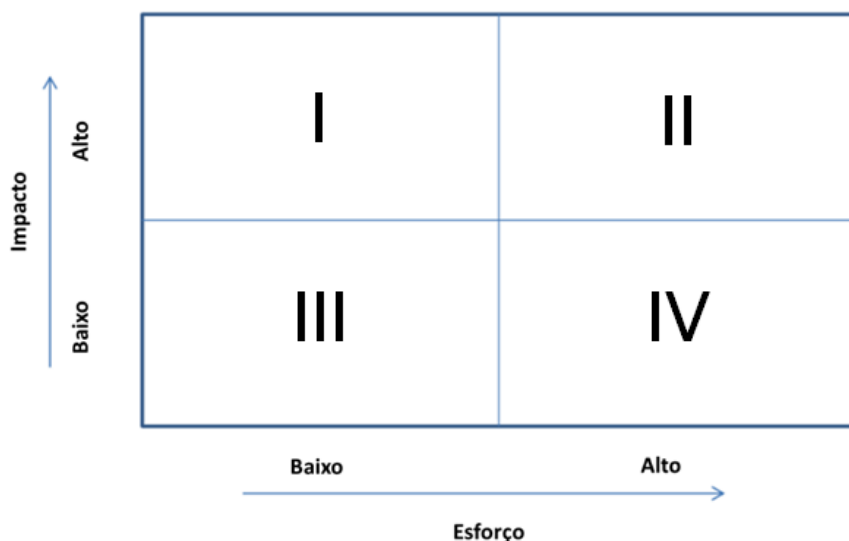


Figura 2.7 - Exemplo de Matriz Esforço-Impacto adaptado de (Antony *et al.*, 2019)

Como se pode observar na Figura 2.7, a matriz é constituída por quadrantes, aos quais os projetos de melhoria devem ser alocados, tendo em conta o impacto que trará se for implementado (Baixo ou Alto) e o esforço necessário na sua execução (Baixo ou Alto). As soluções de alto impacto e baixo esforço (Quadrante I) devem ser prioritárias e corresponder ao foco principal da empresa (Antony *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2009).

Com adequada antecipação e ponderação, estes projetos prioritários podem ser conduzidos de maneira eficaz, proporcionando à organização a obtenção de resultados a curto prazo que repercutirão em benefícios empresariais a longo prazo. Assim, a utilização da matriz Esforço-Impacto é altamente benéfica para as organizações, capacitando-as na tomada consciente de decisões. Consequentemente, esta ferramenta assume um papel indispensável nas operações diárias de diversas áreas funcionais (Antony *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2009).

### 2.2.7 FMEA

A FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), ou seja, a Análise de Modos de Falha e Efeitos, é um método sistemático aplicado para identificar possíveis fragilidades na conceção, desenvolvimento ou prestação de um produto ou serviço. Esta técnica identifica potenciais modos de falha (problemas) e realça possíveis defeitos, especialmente aqueles que podem prejudicar o consumidor. A FMEA também é útil para avaliar o impacto dessas falhas e para determinar quais falhas merecem maior atenção ou seja, para priorizá-las (ELithy *et al.*, 2023; Huang *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020).

A FMEA é muitas vezes utilizada em conjunto com ferramentas *Lean*, uma vez que permite a análise de problemas e desperdícios identificados e também a definição de prioridades para a sua redução. Sawhney *et al.* (2010) sugere a utilização do FMEA na análise de falhas na implementação do *Lean* relacionadas com quatro recursos essenciais: pessoas, materiais, equipamentos e horários (Victor B. de Souza & Cesar R. Carpinetti, 2014).

Recentemente, houve uma ampliação na aplicação do FMEA para o campo dos serviços, a qual foi apresentada em conjunto com as variantes de FMEA de Sistema (SFMEA), FMEA de *Design* (DFMEA) e FMEA de Processo (PFMEA), oferecendo orientações abrangentes e essenciais para a aplicação em diversos cenários (Geum *et al.*, 2011).

Esta ferramenta é muitas vezes utilizada nas fases *Analyse* (Análise) do ciclo DMAIC, de forma a identificar possíveis causas para uma posterior análise pormenorizada, e *Improve* (Melhorar), na determinação de riscos e pontos fracos no processo-alvo. Neste contexto, a utilização da FMEA tem como objetivo a identificação de potenciais problemas e causas, a análise de vários aspetos associados às falhas, de forma a estabelecer prioridades para ações

posteriores, a avaliação dos riscos causados pelas falhas e a elaboração de ações para diminuir e mitigar riscos (Meran *et al.*, 2013).

O procedimento abordado por Meran *et al.* (2013) para a aplicação desta ferramenta é feito com base no preenchimento da Carta FMEA, representada na Figura 2.8.

Análise de Modos de Falha e Efeitos											Última data de armazenamento:					
Cliente:		1		Estado da mudança técnica:				FMEA criada em:								
Nome da peça:		1		Área/Etapa de Produção:				Responsável pela FMEA:								
Peça do cliente nº:				Nº da peça:				Facilitador:								
Acesso nº:				Tipo de FMEA				Equipa:								
Peça defeituosa:				Estado da FMEA				Estado de revisão da FMEA:								
				Armazenamento de ficheiros:												
Etapa do processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	G	Causas de falha	O	Medidas de controlo atuais	D	NPR	Ações de melhoria	Responsável /prazo	Ações realizadas	G'	O'	D'	NPR'	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

Figura 2.8 - Exemplo de Carta FMEA adaptado de (Meran *et al.*, 2013)

O preenchimento dos campos identificados com números na carta FMEA da Figura 2.8 é feito de acordo com o procedimento seguinte:

1. Registrar informações gerais sobre o projeto na folha de documentação
2. Descrever de forma precisa as etapas do processo e/ou a função do produto
3. Descrever os modos de falha potenciais: Quais os motivos pelos quais o processo/produto não cumpre os requisitos especificados de determinada etapa?
4. Descrever as consequências (efeito) do modo de falha ou da falha no resultado do processo
5. Estimar o índice de gravidade (G) do efeito do modo de falha
6. Identificar possíveis causas que podem desencadear essa falha
7. Estimar a probabilidade de ocorrência (O) dessas possíveis causas
8. Identificar as medidas existentes de deteção ou prevenção da ocorrência da causa da falha
9. Estimar o índice de deteção (D) de uma causa potencial antes da transferência para o próximo passo do processo, tendo em conta as medidas de controlo atuais

10. Calcular o Número de Prioridade de Risco ( $NPR = G \times O \times D$ ), através produto entre os índices G, O e D; classificar o NPR resultante, de forma a priorizar os itens que requerem ação; no caso de NPR's elevados, a análise deve ser minuciosa
11. Definir ações de melhoria, para os NPR's mais elevados, de forma que os índices G, O e D diminuam
12. Designar as pessoas responsáveis e definir datas de conclusão
13. Descrever as ações concluídas e as datas de implementação
14. Estimar o novo índice de gravidade (G') do modo de falha potencial após a implementação da ação de melhoria
15. Estimar o novo índice de ocorrência (O') da causa da falha após a implementação da ação de melhoria
16. Estimar o novo índice de detecção (D') associado à causa de falha após a implementação da ação de melhoria
17. Cálculo do novo NPR (NPR') após a implementação da ação de melhoria

A fase *Analyse* corresponde ao preenchimento dos campos 1 ao 10 e a fase *Improve* diz respeito ao preenchimento dos restantes 7 campos (10 ao 17).

A escala (de 1 a 9) e os critérios utilizados na classificação dos índices de Gravidade (G), Ocorrência (O) e Detecção (D) estão representadas na Tabela 2.4., os quais foram adaptados de Geum *et al.* (2011).

Tabela 2.4 - Escala e critérios dos índices G, O e D da FMEA  
adaptado de (Geum *et al.*, 2011)

Índice	Nível	Critério Gravidade (G)	Critério Ocorrência (O)	Critério Detecção (D)
1	-	Sem efeito	Insucesso improvável, histórico sem falhas	Métodos de deteção estabelecidos desde a fase de conceção
2	Muito ligeiro	Cliente não incomodado. Efeito mínimo no desempenho do produto ou sistema	Probabilidade de um raro número de falhas	Métodos de deteção comprovados no início da fase de conceção
3	Ligeiro	Cliente ligeiramente incomodado. Impacto leve no desempenho do produto ou sistema	Probabilidade de um número muito limitado de falhas	Utilização de simulação e/ou modelação desde o início
4	Reduzido	Cliente sente um pequeno incómodo. Efeito reduzido no desempenho do produto ou sistema	Probabilidade de poucas falhas	Métodos de deteção testados numa fase inicial
5	Moderado	Cliente sente alguma insatisfação. Efeito moderado no desempenho do produto ou sistema	Probabilidade de ocorrência ocasional de falhas	Métodos de deteção testados pré-produção
6	Significativo	Cliente sente-se incomodado. Degradação operável do produto com falha parcial	Probabilidade de um nível médio de falhas	Métodos de deteção testados em sistemas similares
7	Elevado	Cliente insatisfeito. Desempenho do produto gravemente afetado, mas operacional e seguro. Sistema danificado	Probabilidade de um número moderadamente alto de falhas	Métodos de deteção avaliados através da comparação a componentes do sistema
8	Grave	Cliente muito insatisfeito. Produto inoperacional, mas seguro. Sistema inoperacional	Probabilidade de um alto número de falhas	Métodos de deteção não validados ou não confiáveis
9	Extremo	Efeito com potencial perigo. Possibilidade de interrupção do serviço. Conformidade regulamentar em risco	Probabilidade de um número muito elevado de falhas	Ausência de métodos de deteção disponíveis

Em suma, a FMEA é uma das ferramentas utilizadas em melhoria contínua, sendo amplamente apreciada pelas empresas, sejam elas de produção ou não. Tem como principais objetivos identificar modos de falha (problemas), avaliar os seus efeitos, determinar as suas causas, priorizar aquelas que têm um risco associado mais elevado e identificar ações de melhoria que permitam reduzir esse risco (Safari *et al.*, 2016).

### 2.2.8 *Brainstorming*

O *Brainstorming* é uma abordagem que visa estimular a criatividade em grupo, envolvendo a troca espontânea de ideias e pensamentos entre os participantes, com o propósito de encontrar soluções para desafios práticos (Al-Samarraie & Hurmuzan, 2018; Putman & Paulus, 2009).

Esta ferramenta foi introduzida por Osborn (1957) com o intuito de promover e aumentar a criatividade em contextos empresariais, através do seguimento de quatro regras. Estas regras orientam os elementos participantes a construir ideias com base em ideias anteriores, a não fazer quaisquer críticas a quaisquer ideias, a desenvolver um grande número de ideias e a sentir-se à vontade para oferecer ideias mais ousadas ou radicais (Putman & Paulus, 2009).

Mais tarde, esta técnica foi alargada para diversos domínios e contextos e as sessões de *brainstorming* tornaram-se mais adequadas para aumentar a eficiência numa situação específica de aprendizagem. O processo envolvido na tarefa de gerar ideias pode ter um papel excepcional em estimular a capacidade das pessoas para produzir soluções criativas que possam ser posteriormente avaliadas e, eventualmente, postas em prática. Muitas vezes, a capacidade dos indivíduos durante a sessão de *brainstorming* é medida com base na quantidade ou originalidade das ideias geradas. A quantidade de ideias é avaliada a partir do número de soluções apresentadas individualmente e de forma isolada (grupos nominais) ou por um grupo interativo. A originalidade das ideias, por sua vez, é avaliada considerando diversas facetas associadas à inovação, viabilidade, relevância e especificidade das ideias (Al-Samarraie & Hurmuzan, 2018).

De forma a facilitar e a melhorar as ideias geradas tanto por grupos nominais como por grupos interativos, foram desenvolvidas regras adicionais para a prática do *brainstorming*, as quais são: manter o foco no assunto; evitar narrativas; não detalhar as ideias; estimular o diálogo contínuo entre os participantes, possivelmente trazendo ideias anteriores; encorajar a colaboração de todos. Essas regras suplementares podem resultar em grupos mais eficazes na troca de ideias e possivelmente aumentar a motivação de todos os envolvidos no *brainstorming* em grupo para continuação de partilha de ideias (Putman & Paulus, 2009).

## ESTUDO DE CASO - LABORATÓRIO DE PRÓ- TESES DENTÁRIAS

Neste capítulo em questão, as empresas envolvidas na realização do estudo são descritas e é apresentada a metodologia utilizada no mesmo. Além disso, é realizada uma caracterização dos processos da empresa em estudo, para os quais são identificados e analisados vários problemas.

### 3.1 Caracterização das empresas envolvidas

O estudo foi realizado através de um acordo de prestação de serviços entre a The Lean Six Sigma Company Portugal e o Laboratório X, as quais são descritas de seguida.

#### 3.1.1 The Lean Six Sigma Company Portugal

A The Lean Six Sigma Company (TLSSC), foi originalmente estabelecida no ano 2002, em Roterdão, na Holanda, sendo que atualmente, está sediada em mais de 20 países e 4 continentes (The Lean Six Sigma Company, 2023).

A sua missão é "Apoiar organizações e profissionais a atingir a excelência" através da formação dos respetivos delegados, habilitando-os como profissionais em *Lean Six Sigma*. Adicionalmente, a TLSSC oferece suporte ativo às organizações na implementação de programas relacionados com a metodologia, tendo como foco principal a transferência de conhecimento e a capacitação de organizações e profissionais de melhores práticas na área de melhoria contínua. Este Grupo é, então, líder na Europa em formação, certificação e *coaching* na área do *Lean* e do *Six Sigma* (The Lean Six Sigma Company, 2023).

A fundação da TLSSC em Portugal ocorreu em 2019, tendo iniciado a sua prestação de serviços apenas na parte da formação, *coaching* e certificação. Em fevereiro de 2022 foram iniciados serviços de consultoria em diversas empresas, para além da formação e, atualmente, a TLSSC PT conta com cerca de 10 funcionários, sendo 8 alocados à consultoria e 2 à formação.

### 3.1.2 Laboratório X

O Laboratório X é um laboratório de próteses dentárias, que, tem a particularidade de ter uma produção de próteses em grande quantidade, podendo ser considerada uma produção em massa para este tipo de indústria em Portugal. Abastece inúmeras clínicas e médicos dentistas, atendendo às necessidades dos clientes e conseguindo um serviço personalizado e muito variável. Fornece principalmente os seguintes serviços/produtos:

1. **CAD/CAM:** Este departamento é responsável pela obtenção de uma reprodução pormenorizada das restaurações dentárias, que poderão ser executadas em diferentes materiais, tais como, zircônia, cerâmica, resina, cromo-cobalto ou titânio. A anatomia é desenhada no computador, em *softwares* como o *ExoCad* e o *Zirkonzahn*, o que permite que o trabalho final seja visualizado mesmo antes de ser fresado.
2. **Trabalhos cerâmicos:** Corresponde à produção de "dentes" com cerâmica, sendo que a aposta em soluções *metal-free* é cada vez maior. A produção dos trabalhos em cerâmica pura permite soluções muito semelhantes às dos dentes naturais, devido à biocompatibilidade, resistência e características técnicas destes trabalhos.
3. **Trabalhos metalocerâmicos:** Trabalhos de metal cerâmicos produzidos com ligas preciosas, semipreciosas e de cromo-cobalto. São executados todo os tipos de trabalhos, desde a coroa unitária sobre dente, passando pela coroa fresada, trabalhos sobre implantes cimentados ou aparafusados, até soluções de maior complexidade.
4. **Trabalhos acrílicos:** Trabalhos feitos em acrílico (destacando-se os anti-alérgicos e acrílicos moles). Podem ser próteses provisórias estéticas, próteses acrílicas totais ou parciais, próteses combinadas e próteses esqueléticas.
5. **Próteses híbridas/Sobredentaduras:** Próteses feitas com acrílico, com a adição de parafusos. A diferença entre estas próteses e as próteses acrílicas é que estas não são removíveis, mas sim fixas, devido à adição de parafusos.

6. **Ortodontia:** Aparelhos ortodônticos, desde simples placas de contenção a aparelhos de maior complexidade, tais como o aparelho de *sander*. Todos estes produtos são executados à medida do paciente.

Semelhante aos serviços que presta, o Laboratório X divide-se em 10 departamentos: RECEÇÃO, GESSO, TRIAGEM, CAD/CAM, REMOVÍVEL, CERÂMICA, ESQUELÉTICAS, ORTODONTIA, ESTRUTURAS e CONTROLO DE QUALIDADE (CQ), sendo que a produção das próteses dentárias ocorre em todos os departamentos, exceto na RECEÇÃO, TRIAGEM e CQ. A maior parte destes departamentos estão interligados entre si e dependem uns dos outros para executar as tarefas que lhes competem.

No que diz respeito à melhoria contínua, nenhum destes departamentos tinha implementadas metodologias *Lean*. Foi neste sentido que surgiu a necessidade de apostar e investir num projeto de transformação *Lean*, como forma de implementar uma cultura de melhoria contínua no Laboratório X. Este projeto foi, então, inserido num investimento realizado pelo Laboratório X, em que os principais focos são a melhoria da comunicação departamental e inter-departamental, a padronização e simplificação de processos e protocolos e um aumento de produtividade.

### 3.2 Metodologia utilizada no Estudo de Caso

A TLSSC PT utiliza uma metodologia padrão na implementação de projetos de melhoria em empresas clientes, a qual está representada na Figura 3.1.

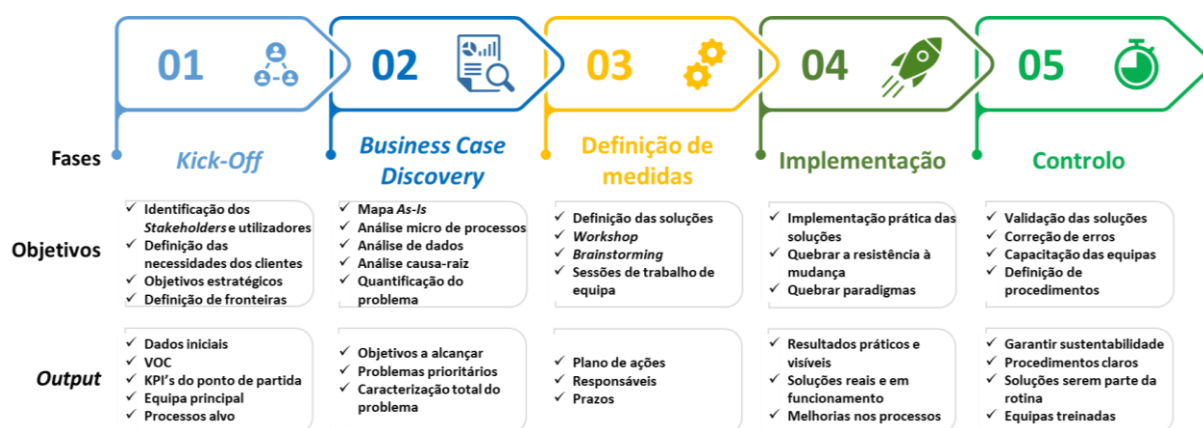


Figura 3.1 - Modelo de implementação de projetos utilizado na TLSSC PT

Esta metodologia é constituída por cinco fases, *Kick-Off*, *Business Case Discovery*, Definição de medidas, Implementação e Controlo, cada uma delas com Objetivos e *Outputs* distintos.

Uma vez que o estudo foi realizado no âmbito do projeto de melhoria do Laboratório X acordado com a TLSSC PT, a metodologia utilizada no mesmo foi fundamentada nesta abordagem.

Esta abordagem representa uma metodologia organizada e sequencial que facilita a identificação e resolução de problemas, com o intuito de promover a melhoria contínua de processos, que é o principal objetivo delineado para este estudo. A cada fase corresponde uma ou mais etapas, as quais têm ferramentas ou metodologias associadas.

A primeira fase, *Kick-Off*, corresponde ao "pontapé de saída" do projeto de transformação, onde é feita uma análise geral da empresa cliente, com identificação de *stakeholders* e utilizadores, definição das necessidades dos clientes (da empresa cliente), dos objetivos estratégicos e das fronteiras. Como *outputs*, prevê-se ter dados iniciais, os aspetos críticos para a qualidade na perspetiva do cliente, KPI's de ponto de partida, a equipa principal e os processos alvo. Esta fase constitui uma etapa, a definição das necessidades dos clientes e objetivos estratégicos.

Na segunda fase, *Business Case Discovery*, é feita uma análise mais aprofundada do estado atual da empresa, através do Mapa *As-Is* (Mapeamento do estado atual), de uma análise micro de processos, da recolha e análise de dados e de causas-raiz e, se possível, uma quantificação do problema. Terminada esta fase será possível conhecer os objetivos a alcançar, as causas-raiz dos problemas, os problemas prioritários e a sua caracterização total. Esta fase, por sua vez, constitui 4 etapas, começando pela caracterização das atividades e processos do laboratório, passando à identificação de problemas no laboratório e à sua análise e terminando com a priorização destes problemas.

Terminada a fase de análise do estado atual e a definição de problemas, é possível passar à terceira fase, ou seja, Definição de medidas. Estas soluções podem ser definidas através de *workshops*, *brainstorming* com colaboradores e sessões de trabalho em equipa, devendo ser alinhadas com a empresa. Como resultado, espera-se obter um plano de ações com responsáveis e prazos. Esta fase é composta por 3 etapas: a proposta de soluções de melhoria, a priorização de soluções e o estabelecimento de planos de implementação das soluções.

É na quarta fase que ocorre a implementação prática das soluções, com o objetivo de quebrar paradigmas, bem como, a resistência à mudança. São esperados, no final da

implementação, resultados práticos e visíveis, soluções reais e em funcionamento e melhorias nos processos.

Por fim, a última fase corresponde ao controlo/monitorização das soluções implementadas, com correções dos erros, capacitação das equipas e definição de procedimentos, garantindo a sustentabilidade das soluções, equipas treinadas e procedimentos claros. A etapa 9, corresponde à implementação e monitorização de soluções e compreende tanto a fase da Implementação como a fase do Controlo da metodologia utilizada. Por fim, a fase do Controlo compreende ainda uma última etapa (10) que corresponde à análise dos resultados obtidos.

A Tabela 3.1 esquematiza e representa a metodologia utilizada, dividida pelas 5 fases e 10 etapas, bem como as ferramentas e/ou metodologias utilizadas em cada etapa.

Tabela 3.1 - Metodologia e ferramentas/metodologias utilizadas no estudo de caso

METODOLOGIA UTILIZADA NO ESTUDO DE CASO				
# FASE	FASE (TLSSC PT)	# ETAPA	ETAPA	FERRAMENTAS/METODOLOGIAS
1	<i>Kick-Off</i>	1	Definição das necessidades do cliente e objetivos estratégicos	CTQ e BSC
2	<i>Business Case Discovery</i>	2	Caracterização das atividades e processos do laboratório	<i>Gemba Walks</i> e BPMN
		3	Identificação de problemas no laboratório	BPMN, Auditoria 5S, Diagrama de Esparguete, Análise de dados internos, Análise de KPI's
		4	Análise de problemas	<i>5Whys</i>
		5	Priorização de problemas	FMEA
3	Definição de Medidas	6	Proposta de soluções de melhoria	<i>Brainstorming</i>
		7	Priorização de soluções	Diagrama de Esforço-Impacto
		8	Planos de implementação das soluções	5W1H
4	Implementação	9	Implementação e monitorização de soluções	FMEA, <i>Daily Management</i> e Gestão Visual (Quadros de Equipa, reuniões diárias, Quadro Obeya, KPI's, OPL), Auditorias, 5S
5	Controlo			

### 3.3 Definição das necessidades dos clientes e objetivos estratégicos

Como ponto inicial, a definição das necessidades dos clientes da empresa emerge como um passo crucial para a formulação dos objetivos estratégicos da organização.

Deste modo, foi necessário definir os fatores mais críticos para o cliente no que diz respeito à qualidade do produto e do serviço. Para tal, foi realizado um inquérito a três médicos de clínicas clientes do laboratório, o que permitiu a construção de uma árvore CTQ, ou seja, de uma árvore crítica para a qualidade. Esta ferramenta é constituída por cinco parâmetros: *VOC*, *Drivers*, *Requisitos*, *CTQ's* e *Targets* e desta forma permite uma compreensão dos requisitos, desejos e expectativas dos clientes do produto e serviço em questão (Clínicas dentárias e médicos dentistas). A árvore CTQ encontra-se ilustrada na Figura 3.2.

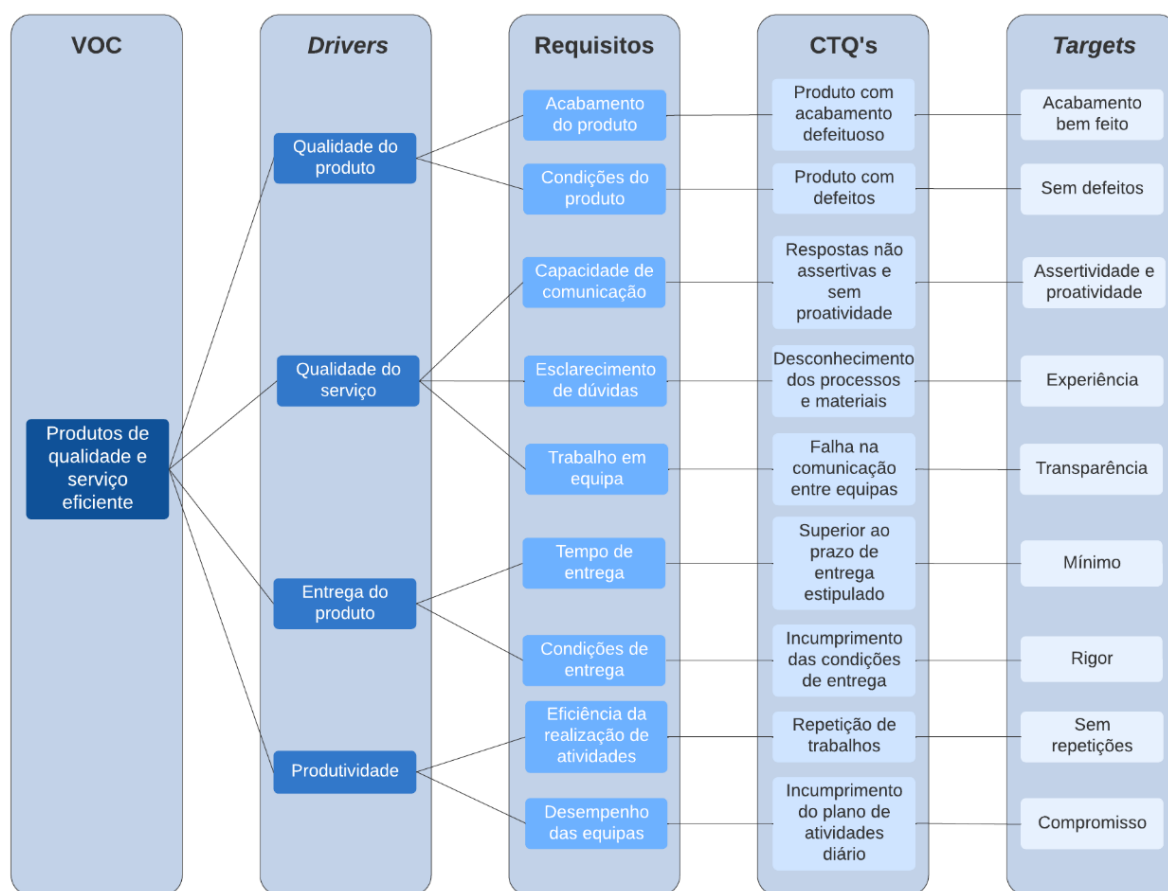


Figura 3.2 - Árvore CTQ

Esta ferramenta começa com a definição da VOC que pode ser traduzida em "Produtos de qualidade e serviço eficiente". Esta divide-se em quatro *drivers*; isto é, quatro caminhos que

a representam, sendo estes "Qualidade do produto", "Qualidade do serviço", "Entrega do produto" e "Produtividade".

Relativamente à "Qualidade do produto", os seus requisitos são o acabamento do produto e as condições do produto. O aspeto crítico da qualidade para o primeiro requisito é entregar produtos com acabamentos defeituosos. Desta forma, o *target* será um acabamento bem feito dos produtos. Para o segundo requisito, o aspeto crítico da qualidade é, então, entregar produtos com defeitos e, portanto, o *target* será a inexistência de defeitos.

A "Qualidade do serviço" tem como requisitos a capacidade de comunicação, o esclarecimento de dúvidas e o trabalho em equipa. O aspeto crítico da qualidade para a capacidade de comunicação é obter respostas não assertivas e sem proatividade. Para o esclarecimento de dúvidas é, então, o desconhecimento de processos e materiais. Por fim, para o trabalho em equipa, o aspeto crítico da qualidade é a falha na comunicação entre equipas.

No caso da "Entrega do produto", os requisitos são o tempo de entrega e as condições de entrega. O tempo de entrega é um aspeto crítico para a qualidade se for superior ao prazo de entrega estipulado e, portanto, deve ser o mínimo possível. Por sua vez, as "Condições de entrega" são um aspeto crítico para a qualidade se não forem cumpridas e, portanto, deve existir rigor na forma como os produtos são entregues.

Por fim, em relação à "Produtividade", os seus requisitos são a eficiência na realização de atividades e o desempenho das equipas. O aspeto crítico para a qualidade da eficiência na realização de atividades é a repetição de trabalhos, pelo que a inexistência de repetições é o pretendido. O desempenho das equipas, por sua vez, tem como aspeto crítico da qualidade, o incumprimento do plano de atividades diário, sendo necessário um compromisso de todos os trabalhadores para tal cumprimento.

Como forma de compreender quais são os objetivos estratégicos da empresa, desenvolveu-se um *Balanced Scorecard*, representado na Figura 3.3, tendo em conta as necessidades do cliente e a técnica SMART para a definição de KPI's. No entanto, não foi possível definir metas quantitativas e plano de ação devido à falta de maturidade da empresa.

O BSC divide-se em quatro perspetivas/áreas: Aprendizagem e Crescimento, Processos Internos, Cliente e Finanças. Para cada uma destas perspetivas são, então, definidos Objetivos Estratégicos, aos quais estão associados os respetivos KPI's e que, interligados, dão origem ao Mapa Estratégico.

Os objetivos estratégicos encontram-se numerados de [1] a [13] e a cada um deles pode estar associado mais do que um KPI.

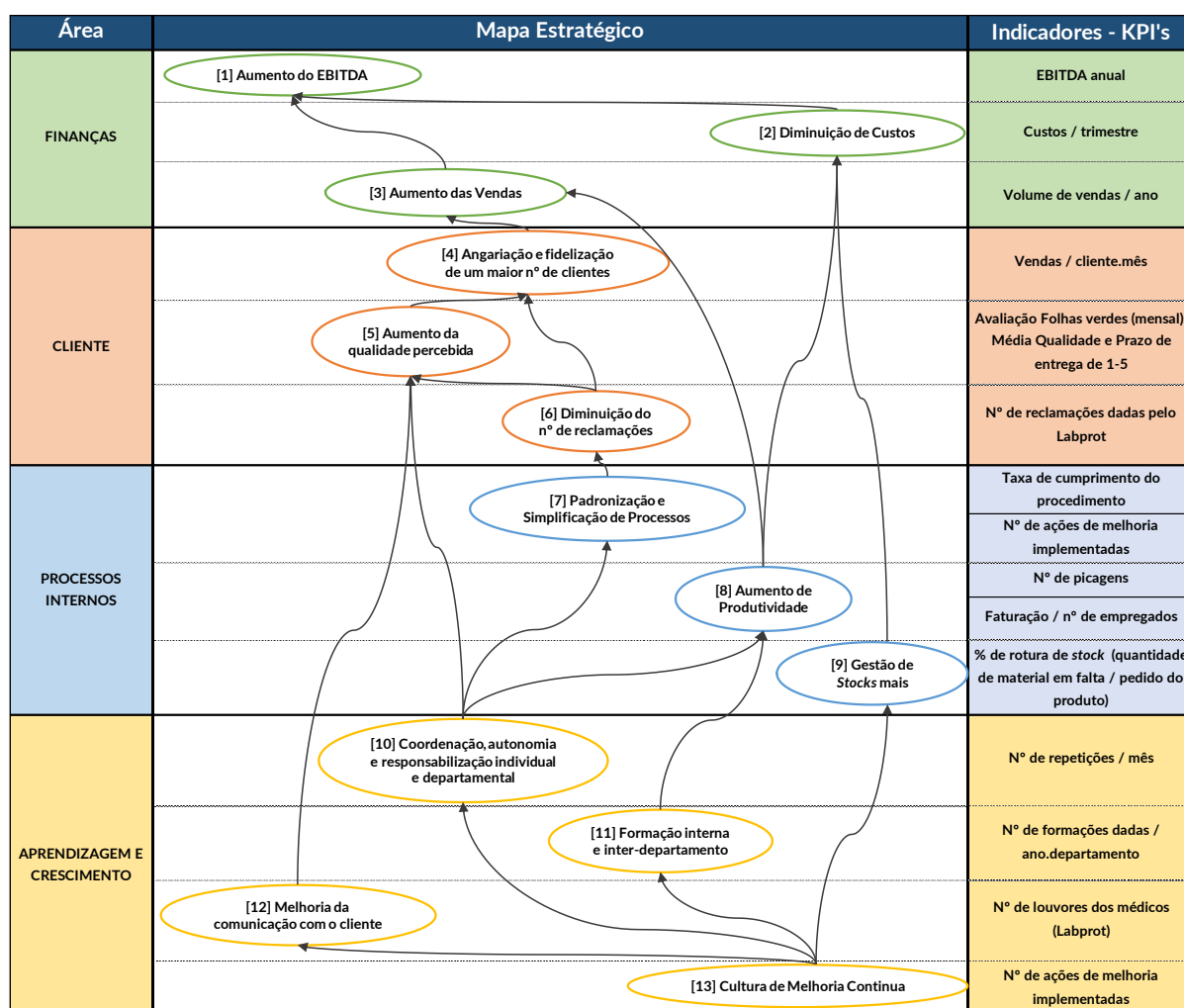


Figura 3.3 - *Balance Scorecard* definido para a empresa

É de notar que o objetivo estratégico que está na base do BSC corresponde a "Cultura de Melhoria Contínua", sendo a partir daí que se surgem os restantes.

Este estudo tem como objetivo estratégico o que está identificado na Figura 3.3 com o número [10], ou seja, "Coordenação, autonomia e responsabilização individual e departamental".

Tendo isso em consideração, é importante mencionar o seguinte:

- O cumprimento do objetivo estratégico [10] possibilita o cumprimento do [7] e do [8], que, conseqüentemente, garantem o cumprimento do [2] e do [3];
- Para que o objetivo estratégico [10] seja cumprido, é necessário o [13], ou seja, a existência de uma cultura de melhoria contínua na empresa;
- O estudo irá incidir em todos os departamentos do laboratório, com o objetivo de melhorar a comunicação, a coordenação, autonomia e responsabilidade individual e departamental e, conseqüentemente, aumentar a produtividade e promover a padronização e simplificação de processos. No entanto, é dada uma

especial importância ao departamento CAD/CAM por ser aquele com maior diversidade de processos e probabilidade de ocorrência de erros, que, por sua vez, se propagam para departamentos seguintes.

- O KPI identificado para o objetivo estratégico [10], ou seja, "Nº de repetições/mês" deve ser medido para analisar o cumprimento/incumprimento do mesmo.

### 3.4 Caracterização das atividades e processos do laboratório

A etapa 2 teve início com o mapeamento micro dos processos (Mapa *As-Is*) no Laboratório X. Para tal, foi desenvolvido um BPMN, presente no Anexo A, através de *Gemba Walks*, de forma a demonstrar o fluxo de produção do início até ao fim. O BPMN está dividido em 10 *pools*, correspondentes aos departamentos do Laboratório: RECEÇÃO, GESSO, TRIAGEM, CAD/CAM, CERÂMICA, REMOVÍVEL, ORTODONTIA, ESQUELÉTICAS, ESTRUTURAS e CQ. Por sua vez, algumas destas *pools* dividem-se em *lanes* quando há necessidade de separar funções dentro do mesmo departamento. É o caso da RECEÇÃO, que se divide em duas *lanes*: Rececionistas e Caixeira de Peças; da TRIAGEM também com duas *lanes*: Técnicos de triagem e Diretor de Produção; do CAD/CAM com duas *lanes*: Técnicos CAD/CAM e CAD *Controller*; e das ESQUELÉTICAS igualmente com duas *lanes*: Técnicos de produção inicial e Técnicos de produção final. Em cada *pool* estão representados os processos de cada departamento, que por sua vez, se relacionam com os restantes. Além disso, à medida que se foi construindo o BPMN foram logo identificados problemas em algumas fases do processo. Estes problemas estão presentes nos retângulos a vermelho.

Devido à sua grande complexidade por integrar todos os departamentos do laboratório e todas as ligações entre eles, o BPMN completo e presente no Anexo A, torna-se muito pouco visível e os processos não são perceptíveis apenas numa imagem. Desta forma, os processos de cada departamento serão descritos de seguida, alguns com o fluxograma da parte a que corresponde no BPMN, de forma a melhor retratar os micro processos de cada departamento e etapa.

- **RECEÇÃO**

Dentro da RECEÇÃO existem colaboradores com funções diferentes: os rececionistas e a caixeira de peças. Os rececionistas são responsáveis pelas tarefas de receção e expedição dos trabalhos e a caixeira de peças é responsável pela entrega de peças aos técnicos, pela

requisição das mesmas quando necessário e pela sua contagem. Para além disso, a caixa de peças também é responsável pelos "Pendentes", ou seja, todos os trabalhos que não podem passar para a produção devido a falta de informação da parte do médico. Neste caso, uma vez por dia, a caixa de peças verifica se existe alguma atualização de informação desses trabalhos pendentes e, caso haja, dá seguimento para a produção. Caso contrário, permanece no local dos "Pendentes" a aguardar resposta. A Figura 3.4 representa, então, a parte do BPMN referente a este processo.

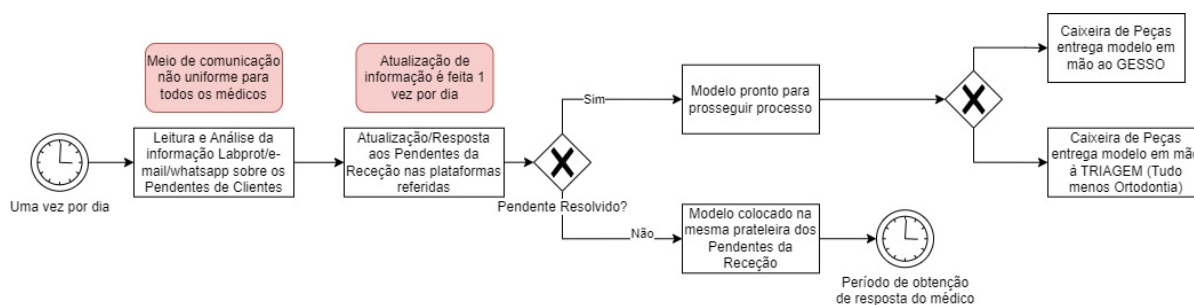


Figura 3.4 - BPMN: Resolução de "Pendentes"

Relativamente à receção de trabalhos, o fluxograma presente no BPMN que representa esta etapa está presente na Figura 3.5, novamente com os problemas ao longo do fluxo representados a vermelho. No caso dos modelos físicos, estes chegam ao laboratório, vindos das clínicas ou dos médicos dentistas, através de estafetas. Os trabalhos que chegam ao laboratório podem ser:

- **Novos:** Moldes e registo de mordida do cliente que vai colocar a prótese;
- **Reentradas:** Trabalhos que já estiveram no laboratório em produção, mas voltaram para o médico para o paciente fazer "prova de dentes" e verificar se está tudo conforme, e regressaram novamente ao laboratório para continuação de produção;
- **Repetições:** Trabalhos já finalizados, mas que voltam ao laboratório para retocar alguma coisa que não esteja correta ou que partiu durante a utilização da prótese.

O processo inicia-se com o desembalamento dos trabalhos e registo ou atualização das informações (Data de Entrega e Fase) no *software* comum a todo o laboratório - *Infoprotese*. A prescrição médica que vem com o trabalho é impressa em duplicado e guardada num arquivo (gaveta). Segue-se um preenchimento inicial da *check-list* da programação de trabalhos na folha de obra. Esta folha de obra irá acompanhar o trabalho até à expedição e é onde são

colocadas todas as informações importantes ao longo da produção. Posteriormente, atribui-se uma caixa ao trabalho:

- Trabalho novo ou reentrada - Caixa cinzenta;
- Repetição - Caixa vermelha;
- Trabalho urgente para o dia seguinte até às 12h - Caixa verde;
- Trabalho urgente para o próprio dia - Caixa cinzenta com placa vertical com legenda "URGENTE";
- Trabalhos especiais - Caixa preta

De seguida, imprimem-se quatro etiquetas com o código do trabalho e data de obra, que corresponde ao prazo de entrega ao médico. Estas etiquetas são coladas nas prescrições médicas (original e duplicada), na caixa com o trabalho e na folha de obra.

Juntamente com o trabalho, coloca-se na caixa, a folha de obra e a prescrição médica.

Terminado o registo de entrada dos trabalhos, colocam-se as caixas em carrinhos, divididos em "Fixa" - Todas as próteses que são aparafusadas, e "Removível" - Todas as próteses que não são aparafusadas. Por fim, os carrinhos são transportados até ao próximo departamento: GESSO ou TRIAGEM (se não necessitar de passar pelo GESSO).

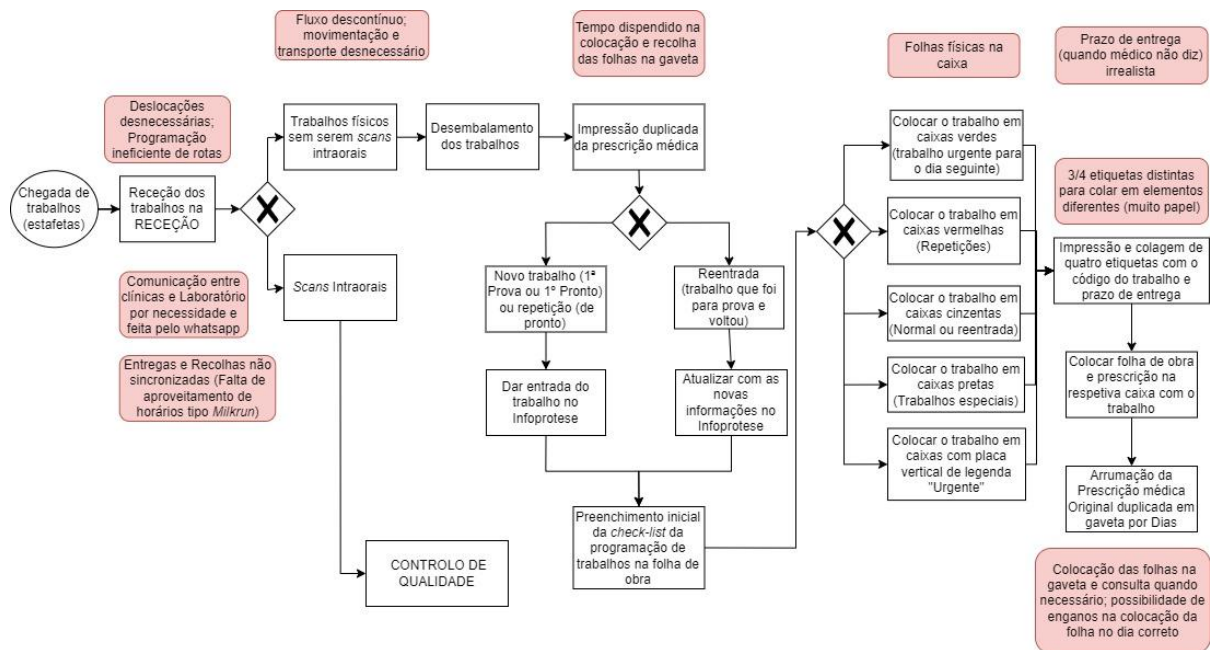


Figura 3.5 - BPMN: Recepção de Trabalhos

É também na RECEÇÃO que os trabalhos são expedidos para as clínicas ou médicos dentistas. Esta é a fase final do fluxo de produção. Neste caso, o processo inicia-se com a impressão e colocação das prescrições médicas dos trabalhos previstos para expedição do dia em cima

da bancada central da RECEÇÃO. De seguida, retiram-se as caixas do carrinho da expedição. Se o trabalho for previsto para expedição naquele dia, então, recolhe-se a prescrição correspondente da bancada e confirma-se a expedição do trabalho na folha "Confirmação de Receção" de cada clínica. Se o trabalho não tiver expedição prevista para o dia, então, recolhe-se a prescrição do arquivo (gaveta), imprime-se uma etiqueta do trabalho a expedir e cola-se na respetiva folha de "Confirmação de Receção".

Segue-se o embalamento e colocação dos trabalhos em sacos próprios de expedição juntamente com a respetiva folha de faturação. Agrupam-se os sacos por zona de expedição e são colocados no respetivo cesto de expedição, tendo em conta a clínica de destino.

Por fim, quando os estafetas chegam, entregam-se os sacos com os trabalhos para posterior transporte para as clínicas dentárias.

A RECEÇÃO, em conjunto com o CQ, também é responsável por realizar a faturação dos trabalhos do laboratório e dos Postos Avançados (PA's). Os PA's correspondem a postos de trabalho nas Clínicas Dentárias de outros técnicos de produção. Estes postos surgiram como forma auxiliar dos médicos e são maioritariamente utilizados para a realização de trabalhos menos complexos e retoques de próteses. No entanto, devido à falta de equipamento nas clínicas, muitos dos trabalhos iniciados nos PA's vão para o Laboratório X para terminar o processo de produção.

- **GESSO**

No departamento do GESSO, a primeira tarefa a realizar é dividir os trabalhos em "Removível" ou "Fixa" e colocá-los nos respetivos carrinhos. No caso de a prótese ser fixa, aparafusa-se o modelo, coloca-se gengiva com silicone gengival, corre-se a gesso e cortam-se os modelos. De seguida, colocam-se os trabalhos nas respetivas caixas e, estas, no carrinho da "Fixa".

Se os trabalhos forem para a ORTODONTIA, então, corre-se os modelos a gesso, fazem-se os acabamentos necessários e transportam-se os trabalhos para a ORTODONTIA.

No caso de a prótese ser removível, enchem-se os moldes (com gesso) e cortam-se. De seguida, colocam-se os trabalhos nas respetivas caixas e, estas, no carrinho da "Removível". Por fim, transportam-se os carrinhos da "Fixa" e "Removível" para a TRIAGEM.

O GESSO é também responsável por articular, muflar, acrilizar e desmuflar, os trabalhos da REMOVÍVEL.

É de notar que no final da execução de todas as fases dos trabalhos, procede-se à pica-gem de etiquetas, cada uma com a fase de trabalho efetuada, permitindo o registo em sistema das etapas executadas.

- **TRIAGEM**

A TRIAGEM é responsável pelo início da operacionalidade da produção e divide-se em "Técnicos de triagem" e "Diretor de Produção".

#### **Técnicos de TRIAGEM:**

Tal como representado na Figura 3.6, a atividade começa por avaliar o pedido de trabalho com as condições técnicas para a execução (Modelos físicos - gesso, *Scan* Intraoral ou Prova). É a TRIAGEM que gere a comunicação técnica com o cliente, ou seja, médicos dentistas, em caso de não conformidade do pedido ou data requisitada, via *whatsapp*, *e-mail* e *Labprot*, podendo culminar numa devolução. O *Labprot* é o *software* comum a quase todas as clínicas clientes do laboratório, onde são preenchidas as prescrições médicas da parte do médico e são atualizadas informações relevantes acerca dos trabalhos.

Seguindo o fluxograma da Figura 3.6, após a análise do pedido de trabalho, se for possível avançar com a produção (Processo OK), então, os técnicos de TRIAGEM planeiam e distribuem os trabalhos pelos TPD (Técnicos de Próteses Dentárias). Esta distribuição é feita através de um documento *Excel* presente na *Dropbox* e disponível para visualização apenas para os departamentos CAD/CAM e CERÂMICA. Para além do planeamento no *Excel*, os técnicos de triagem escrevem também na folha de obra que acompanha o trabalho ao longo de toda a produção, os nomes dos TPD que irão executar o trabalho nos seguintes departamentos. De seguida, colocam-se as caixas nos respetivos carrinhos - Fixa e Removível - e transportam-se até aos respetivos departamentos: REMOVÍVEL, CAD/CAM, ESTRUTURAS ou ESQUELÉTICAS. A pica-gem da triagem é, normalmente, feita nos departamentos onde se colocam as caixas, sendo estas logo distribuídas pelos TPD's que irão continuar a produção.

No caso de não conformidade do pedido de trabalho, se o defeito for externo, ou seja, se for por falta de informação do médico, moldes ou *scans* intraorais pouco perceptíveis, etc., contacta-se o médico no momento para possível esclarecimento e seguimento do trabalho. Caso não haja esse esclarecimento, então, o trabalho segue para a zona "Pendentes" na RECEÇÃO. Caso o defeito seja interno, ou seja, defeito no gesso, então o trabalho volta novamente para o GESSO.

É importante referir que os únicos trabalhos que não passam pela TRIAGEM são os da ORTODONTIA. Nesse caso, a triagem é feita no próprio departamento.

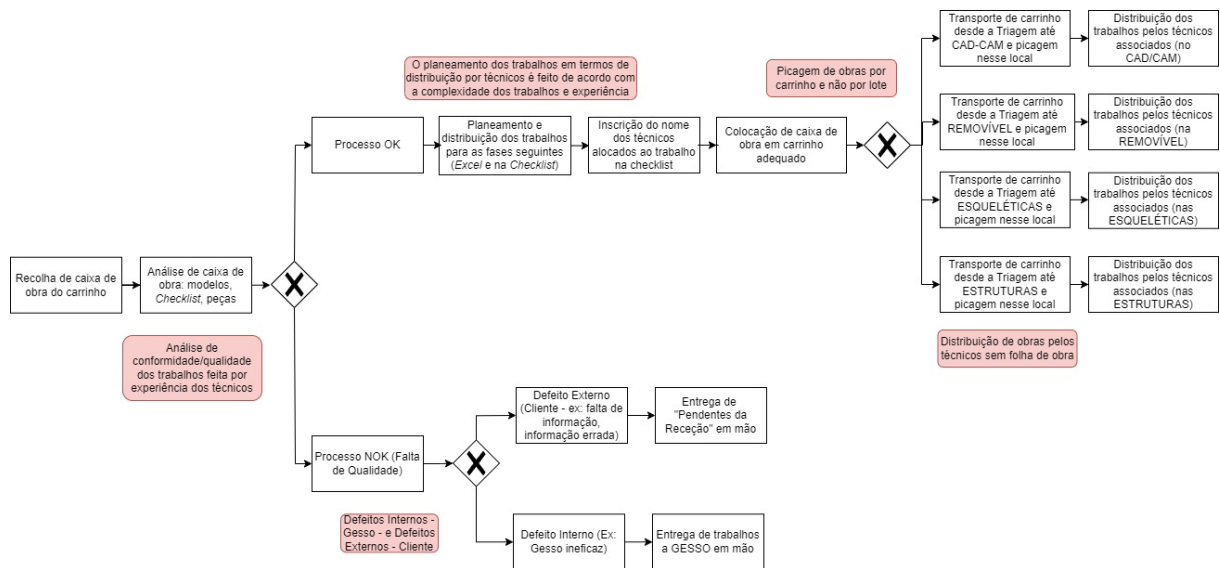


Figura 3.6 - BPMN: Triagem de trabalhos

A TRIAGEM constitui também um *stock* de peças menos utilizadas e que existem em menos quantidade e os técnicos de TRIAGEM são os responsáveis pela sua distribuição juntamente com o trabalho, quando necessário.

### Diretor de Produção:

O Diretor de Produção tem diversas funções no laboratório, sendo que uma delas é analisar os trabalhos que vão para a ORTODONTIA e são dados como não conformes, após a triagem realizada no departamento.

Neste caso, o diretor de produção analisa o trabalho, as folhas de obra e as notas do técnico. Segue-se o contacto do médico via *whatsapp*, *Labprot* ou *e-mail*. Se o médico não responder de imediato, então, o trabalho segue para os "Pendentes" na RECEÇÃO. Caso contrário, se a questão for resolvida e o processo ficar OK, então, segue novamente para a ORTODONTIA. Se continuar NOK (inconforme), então, segue para os "Pendentes" na RECEÇÃO.

A TRIAGEM é ainda responsável pela coordenação da produção e suporte técnico na resolução de problemas dos técnicos no decorrer da execução.

- **CAD/CAM**

Dentro do departamento CAD/CAM existem igualmente funções distintas: Técnicos CAD/CAM e CAD *Controller*, tal como mostra a Figura 3.7. Os técnicos CAD/CAM são

responsáveis por todas as tarefas de produção, ou seja, *scan* dos modelos físicos, desenho dos dentes no *ExoCad* (*software* de desenho CAD), realização de cálculos para fresagem e impressões 3D. Por sua vez, o *CAD Controller* é responsável por todas as tarefas que não acrescentam valor, ou seja, que não são de produção, mas que são necessárias de igual forma. Ou seja, o *CAD Controller* recebe os trabalhos no departamento (picagem) e assigna-os ao técnico respectivo. Quando os técnicos finalizam o trabalho, o *CAD Controller* coloca os blocos a fresar (nas fresadoras, ou seja, máquinas de fresagem), recolhe-os quando a fresagem termina, corta o *pretau* (dente em zircônia) sobre o bloco fresado e coloca as caixas com os trabalhos finais no carrinho. Os trabalhos, seguem, posteriormente, para a CERÂMICA.

Para além destas atividades, o *CAD Controller* é responsável por limpar as fresadoras, mudar as brocas e a água das máquinas e fazer uma gestão de *stocks* interna do CAD/CAM.

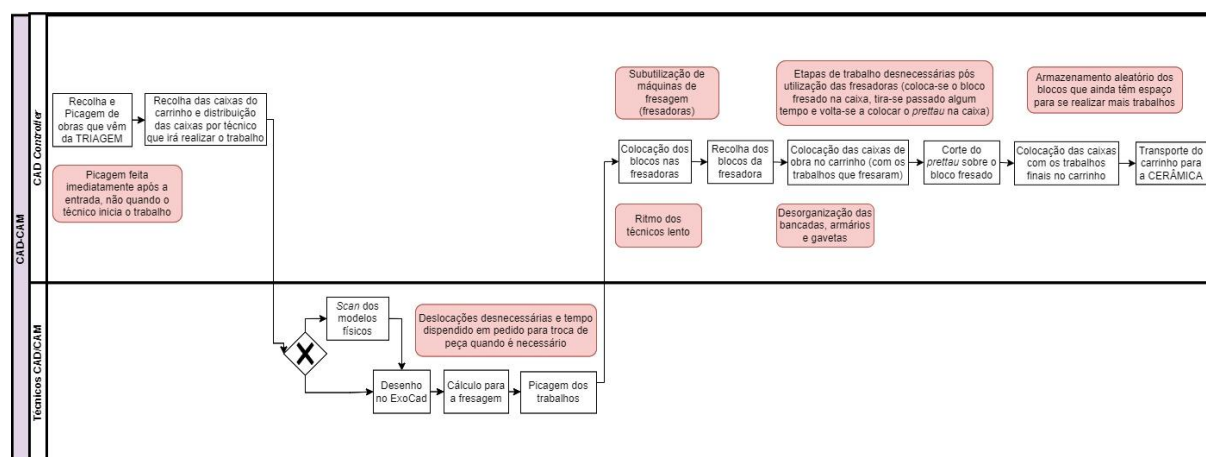


Figura 3.7 - BPMN: Tarefas CAD/CAM

- **CERÂMICA**

O departamento da CERÂMICA é responsável pela realização de trabalhos cerâmicos.

Tal como representado na Figura 3.8, as atividades na cerâmica iniciam com o acabamento e preparação do *pretau* que vem do CAD/CAM, no final do dia. De seguida, colocam-se os *pretaus* de todos os trabalhos no forno de sinterização no final do turno. Este forno de sinterização pode fazer ciclos de, aproximadamente, 3, 5, 8, 12 ou 14 horas, tendo em conta o número de *pretaus*. Neste caso, o forno apenas faz um ciclo de aproximadamente 8 a 12 horas durante a noite com os *pretaus* fresados no CAD/CAM durante o dia. No dia seguinte, separaram-se novamente os *pretaus* pela respetiva caixa, realizam-se ajustes de pontos de contacto e de oclusão, caso seja necessário, passa-se pelo jato de óxido, faz-se a maquilhagem do(s) dente(s), leva-se ao forno de pigmentação e faz-se a cimentação de interfaces, se necessário.

Terminadas as etapas de produção, faz-se a picagem das fases executadas e transportam-se as caixas para o CQ.

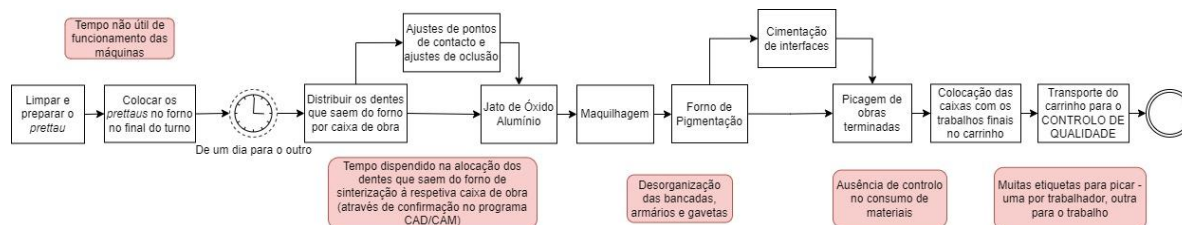


Figura 3.8 - BPMN: Tarefas CERÂMICA

A CERÂMICA é também responsável pelo acabamento dos trabalhos das ESTRUTURAS.

- **REMOVÍVEL**

O departamento da REMOVÍVEL é responsável pela produção de trabalhos acrílicos e próteses híbridas. É o departamento mais complexo em termos de fluxo de processo, uma vez que o trabalho quando entra a primeira vez no departamento, não sai finalizado. Isto ocorre porque são necessárias no mínimo três provas de dentes na clínica, por parte do paciente. Ou seja, o mesmo trabalho entra e sai do laboratório pelo menos três vezes. Para além disso, é necessário recorrer-se duas vezes ao GESSO para articular, muflar, acrilizar e desmuflar.

- **ORTODONTIA**

O departamento da ORTODONTIA é responsável pela produção de aparelhos ortodônticos. É o único departamento em que os trabalhos não passam pela TRIAGEM, ou seja, do GESSO, seguem diretamente para aqui. A triagem dos trabalhos é feita neste departamento e quando o processo está NOK, segue para o diretor de produção, como representado anteriormente. Se o processo está OK, então, inicia-se a produção e quando finalizada, picam-se as fases executadas e segue para o CQ.

- **ESQUELÉTICAS**

O departamento das ESQUELÉTICAS é responsável pela produção de próteses dentárias esqueléticas, que é um tipo de dentadura removível. Os trabalhos chegam a este departamento vindos da TRIAGEM. Finalizada a produção, faz-se a picagem das fases executadas e transportam-se os trabalhos para o CQ.

- **ESTRUTURAS**

O departamento das ESTRUTURAS é responsável pela produção de trabalhos metalocerâmicos.

Os trabalhos chegam da TRIAGEM e de seguida, produzem-se de acordo com as especificidades requisitadas. Quando estão finalizados, são então transportados para o CQ.

- **CONTROLO DE QUALIDADE**

O departamento CONTROLO DE QUALIDADE tem como objetivo o controlo administrativo e técnico (em certa medida) dos trabalhos finalizados. Toda a produção finalizada e pronta para expedir passa primeiro pelo CQ. O controlo administrativo visa verificar o preenchimento correto da folha de obra, prescrição médica, prazos e registo de consumo de peças para que possa ser feita a faturação do trabalho. O controlo técnico consiste numa avaliação entre a descrição da obra e o trabalho efetuado. Antes deste controlo técnico verifica-se se o modelo/trabalho tem a mesma referência que a caixa (por vezes há trocas de trabalhos). Caso não tenha, é necessário falar com o técnico que executou o trabalho e colocá-lo na caixa correta. De seguida, picam-se as fases executadas e transporta-se o carrinho com as caixas para a RECEÇÃO, sendo depois expedidas para as clínicas.

Este departamento é constituído apenas por uma pessoa que realiza outras tarefas para além do controlo de qualidade. Uma das tarefas é a entrada de *Scans* Intraorais que são feitas de forma semelhante à dos modelos físicos na RECEÇÃO, com registo no *Infoprotese*, preenchimento da *check-list* da programação de trabalhos na folha de obra, impressão de etiquetas e alocação do trabalho à respetiva caixa, passando, de seguida para a TRIAGEM.

Outra tarefa corresponde à alteração de datas de entrega dos trabalhos às clínicas ou médicos dentistas, como ilustrado na Figura 3.9.

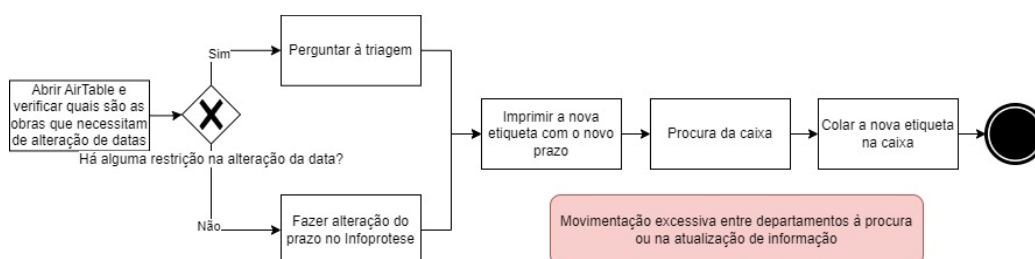


Figura 3.9 - BPMN: Processo de Alterações de data

Estas alterações de data são registadas numa plataforma, *Airtable*, por todos os técnicos que as requisitam. O funcionário do CQ procede à sua análise e caso haja alguma restrição,

esclarece-se com um técnico da TRIAGEM. De seguida, altera-se o prazo previsto no *Infoprotese*, imprime-se a nova etiqueta com a data atualizada e cola-se a etiqueta na caixa correspondente. Estas caixas podem estar em qualquer departamento de produção, o que obriga à sua procura e deslocação para alteração da etiqueta.

### 3.5 Identificação de problemas no laboratório

Após a realização do mapeamento das atividades e processos no laboratório, tornou-se possível proceder à identificação de problemas ao longo do fluxo (etapa 3).

A construção do BPMN, que interliga todos os departamentos do laboratório, permitiu a identificação direta de inúmeros problemas. Esses problemas estão representados em retângulos a vermelho ao longo do BPMN, como foi referido anteriormente e pode ser visto nas Figuras 3.4 a 3.9.

Para além disso, foram realizadas outras análises com o objetivo de validar alguns problemas identificados na construção do BPMN e identificar outros relevantes.

Todas as análises realizadas e ferramentas utilizadas estão descritas na Tabela 3.2, estando associado a cada uma delas, o seu objetivo. Este estudo tem como finalidade, para além da identificação de problemas, compreender a maturidade da empresa em relação ao *Lean*.

Tabela 3.2 - Análises realizadas na identificação de problemas

Análise realizada / ferramenta <i>Lean</i> utilizada	Objetivos
➤ Mapeamento <i>As-Is</i> : BPMN	- Representar o fluxo de produção e de informação do início ao fim, de forma a compreender e mostrar à empresa as várias atividades, processos e relações entre diferentes entidades e departamentos; - Identificar problemas e oportunidades de melhoria
➤ Auditoria 5S	- Analisar o nível de conhecimento e aplicação da ferramenta 5S; - Comparar os diferentes departamentos em termos de utilização de 5S
➤ Diagrama de Esparguete	- Identificar problemas e desperdícios através do desenho de percurso de um ou vários trabalhadores da empresa que seja considerado relevante
➤ Análise de alterações de data	- Identificar os motivos de alteração de data mais frequentes e os departamentos onde mais ocorre
➤ Análise de KPI's nos departamentos de produção	- Analisar o nível de maturidade da empresa em termos de monitorização do desempenho e resultados das equipas; - Analisar a existência e cumprimento de objetivos de produção

## Auditoria 5S

De forma a analisar e avaliar o nível de organização do laboratório, realizou-se uma auditoria 5S a cada departamento, com base no *template* que se encontra no Anexo B, na Figura A.2.

A auditoria é constituída por 27 itens, divididos por "S" (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*). Cada item foi pontuado de 0 a 5, sendo que 0 corresponde ao incumprimento do critério e 5 corresponde ao cumprimento total do critério. A pontuação final é dada pela soma de todos os pontos e a classificação de cada departamento é dada pela fórmula 3.1:

$$\% \text{ pontuação total (departamento)} = \frac{\text{Soma total de pontos}}{\text{Pontuação total possível}} \quad (3.1)$$

A pontuação total possível corresponde à avaliação igual a 5 aos 27 itens, logo, é igual a 135 pontos. O Anexo B, Figura A.3, constitui também um exemplo de uma auditoria realizada, neste caso no CAD/CAM.

Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Resultados da Auditoria 5S em cada departamento

Departamento	Resultado Auditoria 5S
RECEÇÃO	45%
GESSO	40%
TRIAGEM	58%
CAD/CAM	18%
CERÂMICA	46%
REMOVÍVEL	35%
ESQUELÉTICAS	46%
ORTODONTIA	35%
ESTRUTURAS	30%
CONTROLO DE QUALIDADE	47%

De forma a analisar e comparar a pontuação de cada departamento ao nível de cada "S", foi elaborado um gráfico radar, representado na Figura A.4 do Anexo B.

É claramente visível que o departamento com nível de maturidade 5S mais reduzido é o CAD/CAM com apenas 18% de classificação. Por sua vez, a TRIAGEM revela ser o departamento mais bem organizado e limpo.

No entanto, verifica-se que o 5S não está presente na rotina da empresa e não é reconhecido pelos trabalhadores. Desta forma, são aqui identificados problemas de "Desorganização e falta de limpeza do espaço de trabalho", relacionados com os problemas "Muito tempo despendido na procura de prescrições médicas na gaveta" da RECEÇÃO e "Armazenamento aleatório dos blocos que ainda têm espaço para se realizar mais trabalhos" do CAD/CAM, identificados através de *Gemba Walk* durante a construção do BPMN.

### Diagrama de Esparguete

No sentido de analisar com maior detalhe um dos problemas identificados na construção do BPMN - "Movimentação excessiva entre departamentos à procura ou atualização de informação" do CQ - recorreu-se ao Diagrama de Esparguete. O objetivo da sua utilização foi acompanhar e desenhar o percurso do único membro do CQ, uma vez que revelou ser a pessoa que mais se desloca dentro do laboratório devido às funções que lhe são atribuídas.

O diagrama foi realizado numa folha com o *layout* do laboratório num período de 2 horas e o resultado encontra-se na Figura 3.10.

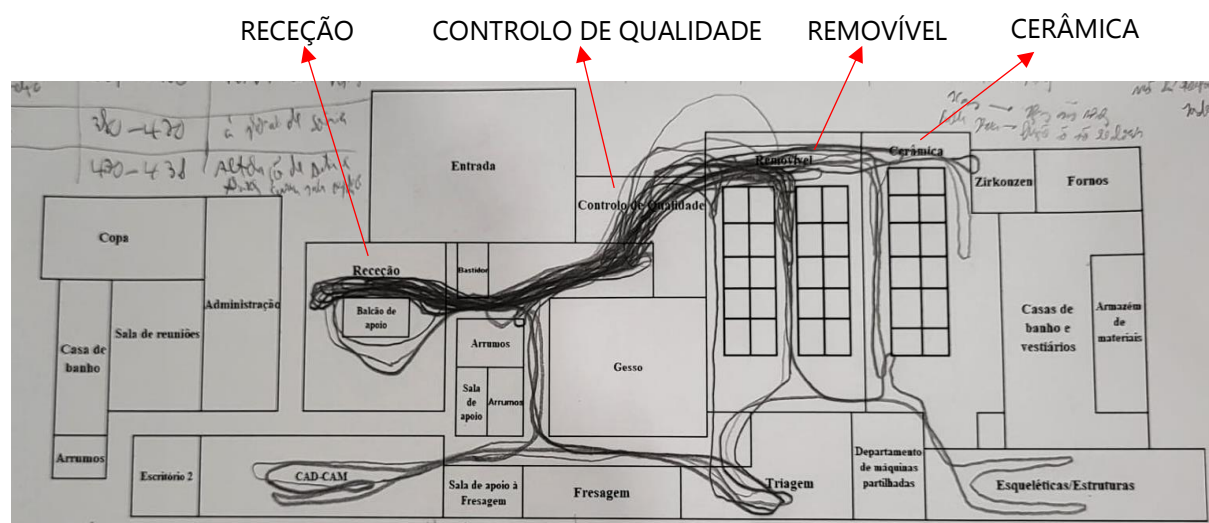


Figura 3.10 - Diagrama de Esparguete do funcionário do CQ

É possível observar que o âmbito das atividades do CQ estende-se muito além do espaço do departamento. Este posto de trabalho depende muito da RECEÇÃO e muitas das suas funções dependem também de outros departamentos.

A análise mais pormenorizada do diagrama encontra-se na Tabela A.1 do Anexo C. Esta tabela é constituída pelos departamentos visitados, os metros percorridos e os motivos de cada deslocação. É possível verificar que a distância total percorrida em 2 horas de observação foi igual a 751 metros, o que equivale a cerca de 3 quilómetros percorridos em 8 horas de

trabalho. Desta forma, confirma-se o problema "Movimentação excessiva entre departamentos à procura ou na atualização de informação", ao qual estão associadas diversas causas identificadas na Tabela A.1 do Anexo C na coluna "Motivo da deslocação". Por fim, concluiu-se também que a procura de folhas de obra para faturação na REMOVÍVEL é muito frequente e ineficiente e as Alterações de data são muito frequentes.

### **Análise de Alterações de data**

Através do diagrama de esparguete, verificou-se que um dos motivos mais frequentes das deslocações do funcionário do CQ corresponde ao processo das alterações de data, o qual foi descrito anteriormente na caracterização das atividades do CQ.

Desta forma, considerou-se importante realizar uma análise destas alterações e obtiveram-se os dados da Tabela 3.4. Esta informação foi retirada da plataforma utilizada para registar as alterações de data, *Airtable*, e é relativa a um período de 1 mês e 7 dias.

Tabela 3.4 - Alterações de data

Motivo de alteração de data	Departamento							TOTAL
	REMOVÍVEL	CAD/CAM	CERÂMICA	GESSO	ORTODONTIA	ESTRUTURAS	ESQUELÉTICAS	
Volume de trabalho	18	22	4	-	19	1	13	77
Data Protocolada não cumprida	9	24	-	-	1	1	2	37
Falta indicação de data	-	4	-	-	-	-	-	4
Antecipação de data	24	7	1	30	-	-	18	80
Data insuficiente	20	56	5	-	15	15	17	128
Fresagem deficiente	-	14	4	-	-	-	-	18
Acrilização ou fundição deficiente	1	-	-	1	-	-	5	7
Controlo de Qualidade	4	1	1	-	-	-	-	6
Aguardava peças	3	20	3	-	-	9	-	35
Outro	43	5	2	1	2	0	7	60
Combinado com médico dentista	23	10	-	-	-	2	2	37
Erro de data na RECEÇÃO	29	6	-	-	2	1	21	59
Aguardava indicação do cliente	2	5	1	-	2	1	1	12
<b>TOTAL</b>	<b>176</b>	<b>174</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>86</b>	<b>560</b>

É possível observar que o número total de alterações de data realizadas no período em análise foi bastante elevado (560), o que obriga a que sejam feitas 560 deslocações por parte do funcionário do CQ para proceder à alteração de etiquetas.

Verifica-se que o motivo mais frequente foi "Data insuficiente", seguindo-se "Antecipação de data" e "Volume de trabalho". Todos estes motivos são consequência de um mau planeamento e previsão de tempo de execução dos trabalhos por parte dos técnicos da TRIAGEM, dando origem ao problema "Planeamento e distribuição dos trabalhos por TPD ineficiente".

Para além deste problema, são identificados outros, tais como: "Defeitos externos (derivados dos médicos)", proveniente de "Falta indicação de data", "Data protocolada não cumprida" e "Aguardava indicação do cliente"; "Fluxo de peças moroso, ineficiente e complexo", proveniente de "Aguardava peças"; e "Prazo de entrega (quando médico não diz) irrealista" na RECEÇÃO, proveniente de "Erro de data na RECEÇÃO".

Por outro lado, verifica-se que os departamentos que mais solicitam alterações de data são a REMOVÍVEL (176) e o CAD/CAM (174), o que pode estar relacionado com os problemas "Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para articular" e "Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para fazer a muflagem" na REMOVÍVEL e "Subutilização das máquinas de fresagem", "Fresagem deficiente" e "Ritmo de trabalho lento dos técnicos" no CAD/CAM.

### Análise de KPI's

A análise de KPI's é importante para avaliar o nível de maturidade da empresa em termos de monitorização do desempenho e resultados das equipas e analisar a existência e cumprimento de objetivos de produção.

Desta forma, foi realizada esta análise para os departamentos de produção, tendo em conta a escala presente na Tabela 3.5. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.6.

Tabela 3.5 - Escala para classificação dos KPI's em cada departamento de produção

Classificação de KPI's						
0	1	2	3	4	5	6
Sem dados do processo nem indicadores	Sem indicadores, mas com dados do processo/operação	Um indicador, sem monitorização	Um indicador com monitorização	Mais do que um indicador com monitorização	Monitorização de indicadores que representam bem os problemas da área	Monitorização de indicadores bem representativos dos problemas da área e, mediante a deteção de desvios são implementadas soluções

Tabela 3.6 - Resultados da análise de KPI's

Departamento	Classificação de KPI's
RECEÇÃO	1
GESSO	1
TRIAGEM	1
CAD/CAM	1
CERÂMICA	1
REMOVÍVEL	1
ESQUELÉTICAS	1
ORTODONTIA	1
ESTRUTURAS	1
CONTROLO DE QUALIDADE	1

Como se pode observar, nenhum departamento de produção utiliza indicadores de performance. No entanto, todos eles possuem dados do processo ou da operação através das picagens das fases de trabalho executadas. Estes dados encontram-se registados no *Infoprotese* e é possível ter acesso a todos eles. No entanto, estes dados apenas são analisados em casos de esclarecimento de alguma dúvida de determinado trabalho, não estando definidos indicadores que permitam refletir a performance das equipas e determinar objetivos de produção.

O controlo que se realiza internamente não é ao nível do desempenho dos processos e da operação, mas sim do negócio apenas, ou seja, são analisados indicadores apenas ao nível macro (Faturação, Horas Extra, Nº de Trabalhos Total, etc.). Estes indicadores, apesar de muito importantes, não permitem o direcionamento para algum tipo de melhoria de processo, uma vez que, ao serem muito *high level*, não traduzem o detalhe da operação.

Desta forma, retira-se desta análise, os problemas: "Falta de medição e monitorização diária do desempenho e resultados das equipas através de KPI's" e "Falta de controlo diário da operação" comum a todos os departamentos. Este problema pode estar na base de muitos outros, uma vez que não existem objetivos de produção nem medições do número de vezes que ocorre qualquer tipo de erro.

Concluídas as análises consideradas mais relevantes na identificação de problemas, juntamente com aqueles identificados ao longo da construção do BPMN, é agora possível agrupá-los por departamento. Os problemas comuns a todos os departamentos em geral e a todos de produção são separados dos restantes. Para os departamentos ESQUELÉTICAS, ORTODONTIA e ESTRUTURAS não serão identificados problemas separados, estando representados apenas aqueles que são comuns a todos. Isto porque estes departamentos são de reduzida

dimensão em comparação com os restantes e muitos dos seus problemas são comuns a todos os outros departamentos.

- **Problemas RECEÇÃO**

Os problemas relativos à RECEÇÃO estão presentes na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Problemas RECEÇÃO

<b>Problemas RECEÇÃO</b>		
Programação ineficiente de rotas pelas várias clínicas	Meio de comunicação não uniforme para todos os médicos ( <i>Whatsapp, Labprot, E-mail</i> )	Atualização de informação e entrega de Pendentes Resolvidos feita 1 vez por dia
Prazo de entrega (quando médico não diz) irrealista	3/4 etiquetas distintas para colar em elementos diferentes	Muito tempo despendido na procura de prescrições médicas na gaveta
Arquivo Físico com muitos documentos sem facilidade de procura caso necessário	Movimentação e troca de informação desnecessária entre a TRIAGEM e a RECEÇÃO para entregar a folha das peças	Falta de controlo das peças utilizadas em tempo real

- **Problemas GESSO**

Os problemas relativos ao GESSO estão presentes na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Problemas GESSO

<b>Problemas GESSO</b>		
Esperas para correr a gesso uma maior quantidade de modelos ao mesmo tempo	Pouca segurança na utilização das máquinas	Defeitos nos modelos de gesso
Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para articular	Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para fazer a muflagem	

- **Problemas TRIAGEM**

Os problemas relativos à TRIAGEM estão presentes na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Problemas TRIAGEM

<b>Problemas TRIAGEM</b>		
Planeamento e distribuição dos trabalhos por TPD ineficiente	Meio de comunicação não uniforme para todos os médicos ( <i>Whatsapp, Labprot, E-mail</i> )	Análise de conformidade/qualidade dos trabalhos feita por experiência dos técnicos de TRIAGEM
Muitas interrupções com chamadas telefónicas	Picagem de obras por carrinho e não por lote	Distribuição de caixas de trabalhos sem folha de obra pelos técnicos
Movimentação e troca de informação desnecessária entre a TRIAGEM e a RECEÇÃO para entregar a folha das peças	Elevado tempo de espera nos pedidos de peças da TRIAGEM	

- **Problemas CAD/CAM**

Os problemas relativos ao CAD/CAM estão presentes na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Problemas CAD/CAM

<b>Problemas CAD/CAM</b>		
Subutilização de máquinas de fresagem	Etapas de trabalho desnecessárias pós utilização das fresadoras	Ritmo de trabalho lento dos técnicos
Muito tempo despendido na recolha de blocos para fresar	Fresagem deficiente	Deslocações desnecessárias e tempo despendido em pedido para troca de peças

- **Problemas CERÂMICA**

Os problemas identificados na CERÂMICA que não são comuns aos outros departamentos foram apenas "Tempo despendido na alocação dos dentes que saem do forno de

sinterização à respetiva caixa de trabalho (através de confirmação no programa CAD/CAM)" e "Subutilização dos fornos de sinterização".

- **Problemas REMOVÍVEL**

Os problemas identificados na REMOVÍVEL que não são comuns aos outros departamentos, exceto ao GESSO, foram apenas " Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para articular" e " Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para fazer a muflagem".

- **Problemas CQ**

O problema identificado no CQ que não é comum a todos os outros departamentos foi apenas " Movimentação excessiva entre departamentos à procura ou na atualização de informação".

- **Problemas comuns a TODOS OS DEPARTAMENTOS DE PRODUÇÃO**

Os problemas relativos a todos os departamentos de produção estão presentes na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 - Problemas comuns a todos os departamentos de produção

<b>Problemas TODOS OS DEPARTAMENTOS DE PRODUÇÃO</b>	
Falta de controlo no consumo de materiais consumíveis	Interrupção da produção para requisitos de peças à TRIAGEM
Interrupções diárias na produção para recolha de materiais ao armazém juntamente com Gestor de <i>Stocks</i>	Muitas etiquetas para picar no final de cada trabalho

- **Problemas comuns a TODOS OS DEPARTAMENTOS**

Os problemas relativos a todos os departamentos estão presentes na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Problemas comuns a todos os departamentos do laboratório

Problemas comuns a TODOS OS DEPARTAMENTOS		
Falta de controlo diário da operação	<i>Checkpoints</i> de controlo ineficientes	Desperdício de papel
Desorganização e falta de limpeza do espaço de trabalho	Falta de coordenação e gestão de prioridades no transporte dos carrinhos / caixas de trabalhos	Registo de notas técnicas feito na folha de obra e não numa plataforma comum a todos
Fluxo de peças moroso, ineficiente e complexo	Pausas não sincronizadas com cadências produtivas	Falta de comunicação e alinhamento entre departamentos

O número total de problemas identificados foi, então igual a 42. Finalizado o agrupamento destes problemas por departamentos, é agora possível passar à sua análise através do seu desdobramento até à causa-raiz.

### 3.6 Análise de problemas

De forma a chegar à causa-raiz de cada problema, decidiu-se utilizar os 5 *Why's* (5W). Para tal, os problemas de cada departamento apresentados anteriormente foram sujeitos aos 5W, estando agrupados em diagramas (etapa 4).

Para alguns dos problemas não foi necessário passar pelos 5 "Porquês", sendo que para alguns deles foi possível determinar diretamente a causa-raiz. Como exemplo, o diagrama relativo à aplicação dos 5W aos problemas do GESSO, está representado na Figura 3.11. Os problemas correspondem aos retângulos a vermelho e as causas-raiz correspondem aos retângulos a amarelo.

Como é possível observar, dos cinco problemas, quatro necessitaram de 4 "Porquês" para chegar à causa-raiz, enquanto o restante necessitou apenas de 2 "Porquês", ou seja, este problema já estava mais perto da causa-raiz e, portanto, não demonstra tanta importância por não ter tantas causas associadas.

Os diagramas relativos aos problemas dos restantes departamentos (RECEÇÃO, TRIAGEM, CAD/CAM, CERÂMICA, REMOVÍVEL, todos os departamentos de produção e todos os departamentos) estão representados no Anexo D.

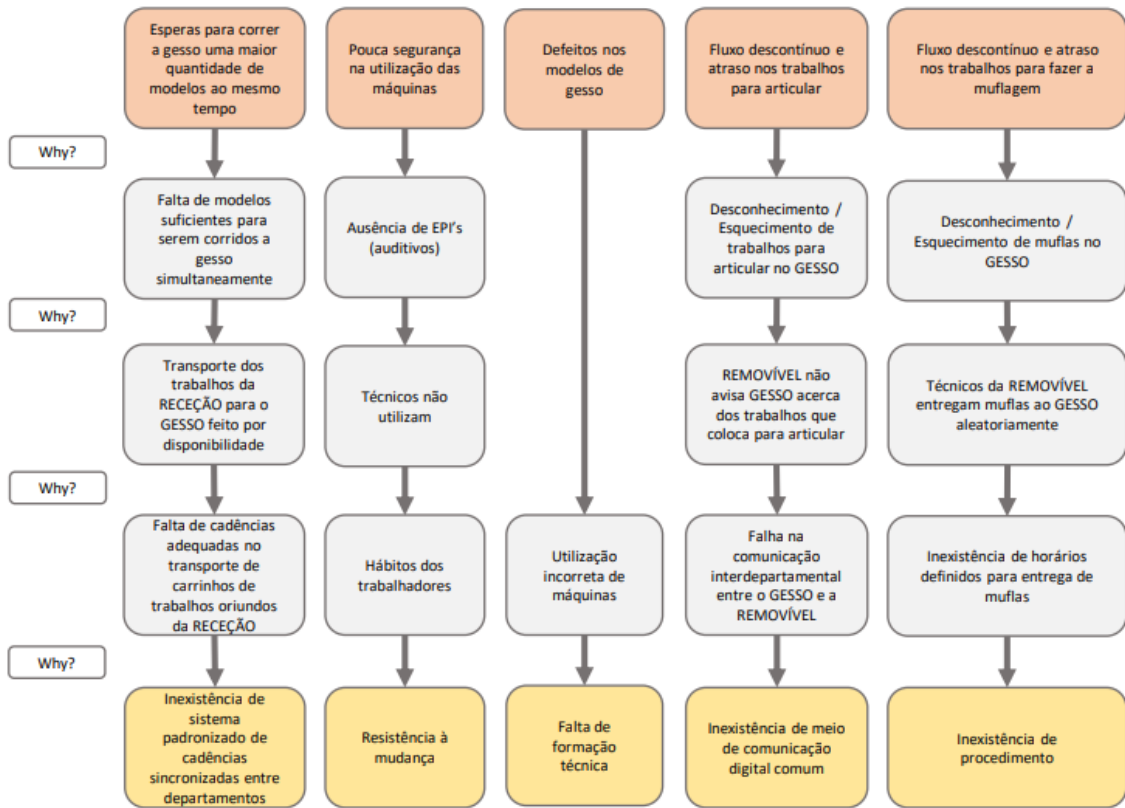


Figura 3.11 - Aplicação da ferramenta 5W - GESSO

É possível verificar que muitos dos problemas identificados têm associados a mesma causa-raiz, sendo a "Inexistência de meio de comunicação digital comum" a mais comum, associada a 8 problemas, como é visível na Figura 3.12.

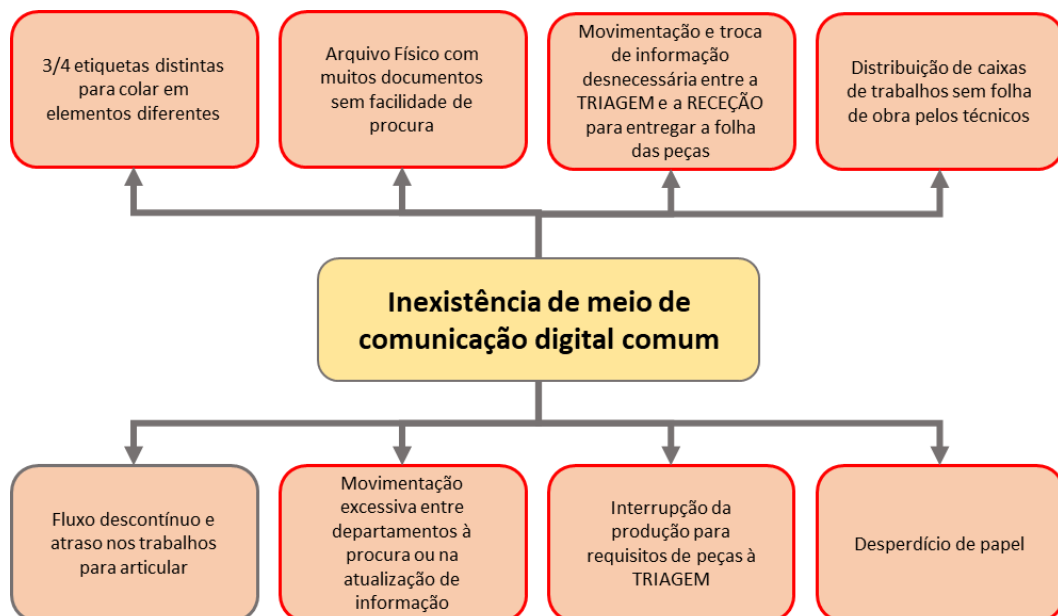


Figura 3.12 - Inexistência de meio de comunicação digital comum

Os retângulos com contorno a vermelho estão relacionados diretamente e podem ser agrupados num único problema que corresponde a "Utilização excessiva de papel". O retângulo com contorno cinzento continua como um problema separado dos restantes.

As causas-raiz "Ausência de sistema de gestão de *stocks*" e "Procedimento ineficaz" são as segundas mais comuns, estando associadas a 5 problemas, representados nas Figuras 3.13 e 3.14, respetivamente.

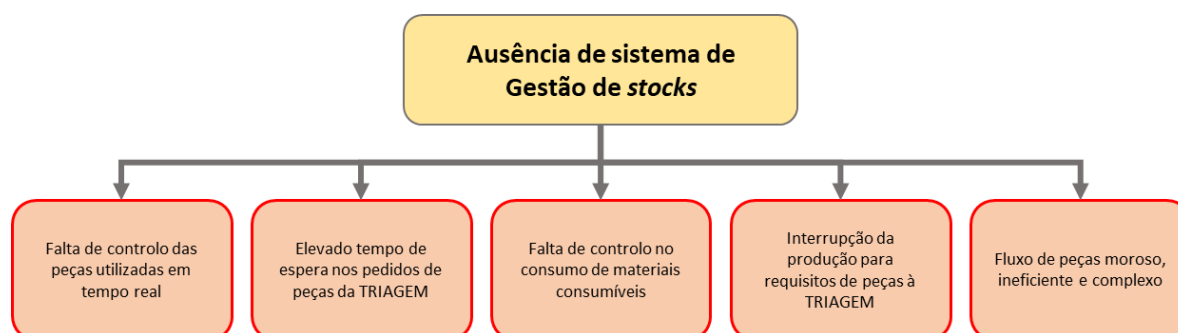


Figura 3.13 - Ausência de sistema de Gestão de *stocks*

Tal como na Figura 3.12, os retângulos da Figura 3.13 com contorno a vermelho podem ser agrupados em apenas 1 problema, uma vez que estão todos relacionados. Desta forma, tem-se "Fluxo de peças e materiais consumíveis moroso, ineficiente e complexo" para o problema final com causa-raiz "Ausência de sistema de Gestão de *stocks*".

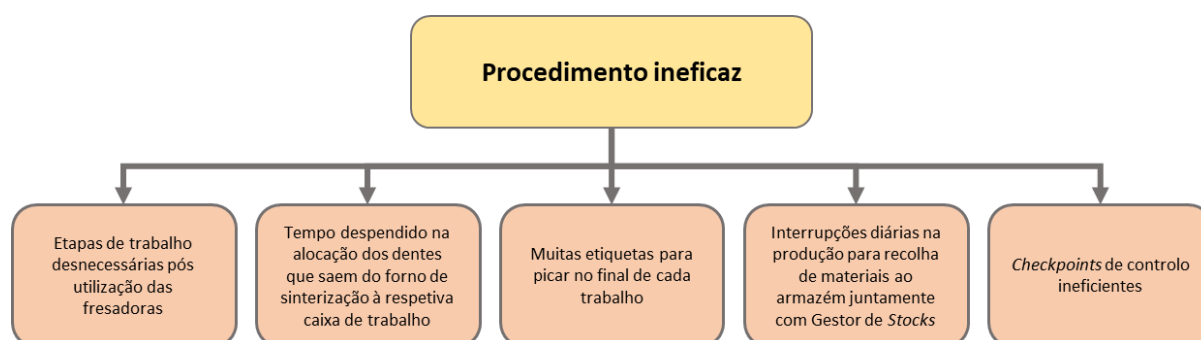


Figura 3.14 - Procedimento ineficaz

Por sua vez, a Figura 3.14 mostra que os problemas cuja causa-raiz corresponde a "Procedimento ineficaz" não têm relação entre eles e, portanto, não podem ser agrupados.

O total dos problemas é agora igual a 33.

A Tabela 3.13 representa um resumo de todas as causas-raiz a que se chegou, através da ferramenta 5W, resultando num total de 19.

Tabela 3.13 - Causas-raiz identificadas através de 5 *Why's*

Nº	Causa-raiz
1	Ausência de sistema de Gestão de <i>stocks</i>
2	Defeitos derivados da atividade da fresadora
3	Defeitos externos (derivados dos médicos)
4	Falta de capacidade do sistema para dar alertas informáticos
5	Falta de formação técnica
6	Inexistência de cadências produtivas para cada tipo de trabalho
7	Inexistência de evidências de reuniões de equipa pré-definidas
8	Inexistência de evidências de reuniões entre departamentos e chefias pré-definidas
9	Inexistência de KPI's para cada departamento
10	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S
11	Inexistência de meio de comunicação digital comum
12	Inexistência de procedimento
13	Inexistência de sistema de comunicação padrão com Médicos
14	Inexistência de sistema padronizado de cadências sincronizadas entre departamentos
15	Inexistência de recursos visuais com instruções de trabalho (ex: OPLs)
16	Computador (PC) da TRIAGEM não permite uma análise profunda do trabalho como no CAD/CAM
17	<i>Infoprotese</i> atual com pouca capacidade para a realização de registos de informação relevante
18	Procedimento ineficaz
19	Resistência à mudança

### 3.7 Priorização de problemas

Após a análise de todos os problemas e respetivas causas-raiz, torna-se fundamental priorizá-los (etapa 5), uma vez que não é possível resolver 33 problemas de uma vez. Desta forma, foi utilizada a metodologia FMEA.

Os 33 problemas identificados correspondem aos modos de falha que estão ligados às suas causas-raiz, representadas aqui como causas de falha e obtidas através dos 5W. A cada modo de falha corresponde também um departamento, uma etapa de serviço e os membros envolvidos (agentes) nesse problema. Como é possível observar nas Tabelas 3.14 e 3.15, os departamentos são aqueles onde foram identificados problemas, sendo que um modo de falha pode envolver mais do que um departamento. O mesmo acontece para as entidades envolvidas (agentes) que podem ser membros de vários departamentos, tais como, Rececionistas, Estafetas Internos, Caixeira de Peças, Membro do CQ, Médicos, Técnicos do GESSO, Técnicos da REMOVÍVEL, Técnicos de TRIAGEM, Técnicos CAD/CAM, Técnicos CERÂMICA, Técnicos de produção, Gestor de *Stocks* e Todos (quando o problema/modo de falha envolve todos os departamentos e os seus membros).

Tabela 3.14 - Aplicação do FMEA para a priorização de problemas

Etapa de Serviço	Departamento(s)	Agente(s)	Modo de Falha	Efeito de Falha	G	Causa de falha	O	Medidas de Controle Atuais	D	NPR	Classificação
Entregas e Recolhas de trabalhos	RECEÇÃO	Rececionistas e Estafetas Internos	Programação ineficiente de rotas dos estafetas pelas várias clínicas	Atrasos nas entregas e deslocações desnecessárias dos estafetas	7	Inexistência de procedimento	8	Verificação de volume elevado de mensagens / chamadas	5	280	18
Atualização de informação dos "Pendentes"		Caixeira de Peças	Atualização de informação e entrega de Pendentes 1 vez por dia	Atraso no processo de produção	5	Falta de capacidade do sistema para dar alertas informáticos	5	Consulta do <i>Labprot</i> 1 vez por dia	5	125	34
Registo de prazo de entrega		Rececionistas	Prazo de entrega (quando médico não diz) irrealista	Alterações de data	4	Inexistência de procedimento	7	Alteração de Data	5	140	31
Procura de prescrições médicas		Rececionistas e Membro do CQ	Muito tempo despendido na procura de prescrições médicas na gaveta	Atraso no processo	6	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	8	Divisão da gaveta por dias	7	336	11
Atualização de informação de trabalhos	RECEÇÃO e TRIAGEM	Rececionistas e Médicos	Meio de comunicação não uniforme para todos os médicos	Confusão no fluxo de informação	3	Inexistência de sistema de comunicação padrão com Médicos	9	Registo de e-mails e mensagens no <i>Whatsapp</i> e <i>Labprot</i>	5	135	33
Correr a gesso	GESSO	Técnicos do GESSO	Esperas para correr a gesso uma maior quantidade de modelos ao mesmo tempo	Atraso no processo de produção	7	Inexistência de sistema padronizado de cadências sincronizadas entre departamentos	4	Nenhuma	9	252	20
Tarefas GESSO			Pouca segurança na utilização das máquinas	Problemas auditivos nos técnicos	4	Resistência à mudança	6	Nenhuma	9	216	23
			Defeitos nos modelos de gesso	Atraso no processo de produção	6	Falta de formação técnica	3	Inspeção Visual - TRIAGEM	4	72	35
Tarefas REMOVÍVEL	GESSO e REMOVÍVEL	Técnicos da REMOVÍVEL e do GESSO	Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para articular		7	Inexistência de meio de comunicação digital comum	5	Alguns trabalhadores utilizam post-its	6	210	25
			Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para fazer a muflagem	7							
Planeamento de trabalhos	TRIAGEM	Técnicos de TRIAGEM	Planeamento e distribuição dos trabalhos por TPD ineficiente	Sobrecarga em certos técnicos e/ou falta de trabalho para outros	7	Inexistência de cadências produtivas para cada tipo de trabalho	5	Nenhuma	9	315	13
Controlo de Qualidade Pré-Produção			Análise de conformidade / qualidade dos trabalhos feita por experiência dos técnicos de TRIAGEM	Defeitos na produção	4	Inexistência de procedimento	9	Nenhuma	9	324	12
Controlo de Qualidade Pré-Produção			Muitas interrupções com chamadas telefónicas	Atraso no processo de produção	7	Defeitos externos (derivados dos médicos)	8	Registo de chamadas	5	280	19
Picagem de Trabalhos			Picagem de obras por carrinho e não por lote	Atraso da entrada de trabalhos no processo de produção	3	Inexistência de sistema padronizado de cadências sincronizadas entre departamentos	5	Nenhuma	9	135	32
Fresagem	CAD/CAM	Técnicos CAD/CAM	Fresagem deficiente	Atraso no processo de produção	8	Defeitos derivados da atividade da fresadora	3	Inspeção visual (fim do processo de fresagem)	6	144	29
						Inexistência de recursos visuais com instruções de trabalho	7	Inspeção visual (fim do processo de fresagem)	6	336	10
Corte do <i>prettau</i>			Subutilização de máquinas de fresagem	Produção de um número de trabalhos inferior ao originalmente previsto	8	Resistência à mudança	8	Nenhuma	9	576	1
			Etapas de trabalho desnecessárias pós utilização das fresadoras	Atraso no processo de produção	2	Procedimento ineficaz	8	Nenhuma	9	144	30

Tabela 3.15 - Aplicação do FMEA para a priorização de problemas (Continuação)

Etapa de Serviço	Departamento(s)	Agente(s)	Modo de Falha	Efeito de Falha	G	Causa de falha	O	Medidas de Controle Atuais	D	NPR	Classificação
Tarefas CAD/CAM	CAD/CAM	Técnicos CAD/CAM	Ritmo de trabalho lento dos técnicos	Produção de um número de trabalhos inferior ao originalmente previsto	8	Inexistência de KPI's para cada departamento	6	Nenhuma	9	432	6
Armazenamento de blocos			Muito tempo despendido na recolha de blocos para fresar	Atraso no processo de produção	6	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	8	Nenhuma	9	432	7
Troca de peças CAD/CAM		Técnicos CAD/CAM e TRIAGEM	Deslocações desnecessárias e tempo despendido em pedido para troca de peças	Atraso no processo de produção	7	Computador (PC) da TRIAGEM não permite uma análise profunda do trabalho como no CAD/CAM	5	Nenhuma	9	315	14
Tarefas CERÂMICA	CERÂMICA	Técnicos CAD/CAM e CERÂMICA	Tempo despendido na alocação dos dentes que saem do forno de sinterização à respetiva caixa de trabalho	Atraso no processo de produção	3	Procedimento ineficaz	7	Nenhuma	9	189	26
		Técnicos CERÂMICA	Subutilização dos fornos de sinterização	Produção de um número de trabalhos inferior ao originalmente previsto	8	Resistência à mudança	8	Nenhuma	9	576	2
Picagem de Trabalhos	Todos os departamentos de Produção	Técnicos de produção	Muitas etiquetas para picar no final de cada trabalho	Atraso no processo de produção	3	Procedimento ineficaz	9	Nenhuma	9	243	22
Recolha de material		Gestor de Stocks e Técnicos de produção	Interrupções diárias na produção para recolha de materiais ao armazém juntamente com Gestor de Stocks	Atraso no processo de produção	7	Procedimento ineficaz	9	Recolha de folhas dos consumíveis dos técnicos	5	315	15
Controlo da operação	Todos	Todos	Falta de controlo diário da operação	Diminuição da produtividade / Ausência de comunicação de problemas ou erros	7	Inexistência de KPI's para cada departamento	7	Nenhuma	9	441	4
					8	Inexistência de evidências de reuniões de equipa pré-definidas	8	Nenhuma	9	504	3
Checkpoints de controlo ineficientes			Falta de controlo eficiente das diferentes fases do projeto	5	Procedimento ineficaz	8	Checkpoints de alguns pontos de controlo da operação	4	160	27	
Tarefas gerais			Utilização excessiva de papel	Atraso no processo de produção	7	Inexistência de meio de comunicação digital comum	7	Nenhuma	9	441	5
			Desorganização e falta de limpeza do espaço de trabalho	Confusão no fluxo de informação / trabalho	7	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	8	Medidas de limpeza e organização superficiais	7	392	9
Movimentação de carrinhos			Falta de coordenação e gestão de prioridades no transporte dos carrinhos / caixas de trabalhos	Atraso no processo	7	Inexistência de sistema padronizado de cadências sincronizadas entre departamentos	5	Alguns técnicos separam os trabalhos mais urgentes dos restantes	6	210	24
Preenchimento da folha de obra / Registo de notas			Registo de notas técnicas feito na folha de obra e não numa plataforma comum a todos	Falta de visibilidade e perda de informação dos trabalhos	6	Infoprotese atual com pouca capacidade para a realização de registos de informação relevante	7	Registo de algumas notas no Labprot e no Infoprotese	6	252	21
Necessidade de peças e/ou materiais			Fluxo de peças e materiais consumíveis moroso, ineficiente e complexo	Atraso no processo de produção	8	Ausência de sistema de Gestão de stocks	7	As baixas dos stocks são dadas através da faturação ou do Sage X3	5	280	17
Pausas dos técnicos			Pausas não sincronizadas com cadências produtivas	Departamentos sem atividade / produção durante as pausas	6	Inexistência de sistema padronizado de cadências sincronizadas entre departamentos	5	Normalmente fica pelo menos um técnico no departamento nas pausas dos restantes	5	150	28
Comunicação			Falta de comunicação e alinhamento entre departamentos	Ausência de comunicação de problemas ou erros / Aumento do risco de repetições	8	Inexistência de evidências de reuniões entre departamentos e chefias pré-definidas	7	Comunicação superficial e com apenas alguns membros sobre assuntos urgentes	7	392	8

A cada modo de falha está associado um efeito de falha que corresponde à consequência que esse problema traz. Avaliando a gravidade do efeito de falha, obtém-se o índice G. O índice O avalia a probabilidade de ocorrência do modo de falha, provocada pela causa-raiz. Por fim, o índice D diz respeito à probabilidade de detecção da causa-raiz ou efeito de falha e é avaliado tendo em conta a existência ou não de medidas de controle e a sua confiabilidade.

Esta avaliação foi feita para cada índice com base nos critérios adaptados de Geum *et al.* (2011), presentes na Tabela 2.4., numa escala com valores entre 1 e 9.

Através dos valores de G, O e D, calculou-se o valor de NPR para cada causa-raiz, através da multiplicação destes três índices. Considerando os resultados obtidos, os problemas são priorizados, sendo que os mais urgentes têm valores de NPR mais elevados relativamente aos restantes. Definiu-se, por convenção, que seriam propostas ações de melhoria apenas para os problemas com NPR igual ou acima de 280 ou com gravidade máxima (G=9). De forma a tornar mais visual a distinção entre os NPR's, foi utilizado um código de cores semáforo, em que os problemas com valor de NPR mais baixos estão a verde, passando a amarelo à medida que o NPR sobe, sendo que os mais prioritários estão a laranja e a vermelho. Para além disso, classificaram-se os NPR's por ordem decrescente. No caso de valores de NPR iguais, foi dada prioridade, em termos de classificação, aos modos de falha com maior índice G e no caso deste ser igual, optou-se pelo que se considera mais prioritário qualitativamente.

Tomando como exemplo o modo de falha "Muito tempo despendido na recolha de blocos para fresar " com classificação 7, presente na Tabela 3.15, tem-se que a etapa de serviço corresponde ao "Armazenamento de blocos" no departamento CAD/CAM, em que os agentes envolvidos são os técnicos CAD/CAM. Este modo de falha tem como efeito um atraso no processo de produção, uma vez que é gasto na procura do bloco que é necessário para fresar. A este efeito de falha está associada uma gravidade (G) igual a 6, ou seja, com um nível significativo, em que o cliente se sente incomodado. A respetiva causa de falha é a "Inexistência de medidas de organização / cultura 5S", à qual está associado um índice de ocorrência (O) igual a 8, o que significa que esta causa faz com que exista uma probabilidade elevada da ocorrência do modo de falha. Considerando que não existe nenhuma medida de controle atualmente, o índice de detecção (D) é igual a 9. Deste modo, o NPR é igual a 432, sendo este um valor elevado, ocupando o 7º lugar em termos de classificação de prioridade.

Analisando os modos de falha que têm NPR igual ou superior a 280, obtêm-se 18 modos de falha (problemas), destacando-se a subutilização de máquinas de fresagem, a subutilização dos fornos de sinterização e a falta de controle diário da operação. Para estes 18 problemas são propostas, de seguida, várias soluções de melhoria.



## PROPOSTAS DE MELHORIA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo são apresentadas propostas de melhoria para os problemas identificados e analisados anteriormente, as quais são priorizadas e sujeitas a planos de implementação. Após a implementação e monitorização das soluções, é feita uma análise dos resultados obtidos, de forma a aferir o sucesso das mesmas no cumprimento dos objetivos do estudo.

### 4.1 Propostas de melhoria

A terceira fase da metodologia corresponde à definição de medidas e inicia-se com a proposta de soluções de melhoria (etapa 6).

Tendo em conta os 18 problemas identificados como prioritários anteriormente, foram definidas ações de melhoria de forma a reduzir ou eliminar os modos de falha. Para tal foi realizado um *brainstorming* entre a equipa TLSSC PT, tendo em conta as ações do projeto de transformação alocado ao laboratório.

Desta forma, obtiveram-se 27 ações de melhoria representadas na Tabela 4.1 e numeradas desde a A1 até à A27. Note-se que a ação de melhoria A5 repete-se duas vezes, uma vez que corresponde à mesma solução para diferentes problemas. A cada modo de falha está associado o NPR calculado anteriormente, mas agora de forma ordenada e decrescente, tendo em conta as classificações atribuídas. Para cada problema estão também representadas as causas-raiz associadas, uma vez que é importante a sua análise para obter soluções de melhoria. A cada modo de falha pode estar associada mais do que uma ação de melhoria.

Tabela 4.1 - Proposta de ações de melhoria

NPR	Classificação	Modo de Falha	Causa de falha	Ação de melhoria	Nº
576	1	Subutilização de máquinas de fresagem	Resistência à mudança	Criação de um sistema de alertas nas fresadoras para quando as fresagens terminam	A1
				Ciclo de Fresagem durante a noite: Colocação dos trabalhos para os Postos Avançados (PA's) a fresar durante a noite	A2
576	2	Subutilização dos fornos de sinterização	Resistência à mudança	Ciclos intermédios durante o dia: Colocação dos <i>prettaus</i> que fresaram durante a noite (PA's) no forno de sinterização durante o dia, com ciclos de 3h ou 5h	A3
504	3	Falta de controlo diário da operação	Inexistência de evidências de reuniões de equipa pré-definidas	Criação de Quadros de Equipa para cada equipa/departamento onde serão realizadas reuniões diárias para controlo da operação ( <i>Stand-Ups</i> )	A4
441	4		Inexistência de KPI's para cada departamento	Criação de KPI's para cada departamento com monitorização e controlo por parte do <i>pivot</i> e da chefia	A5
441	5	Utilização excessiva de papel	Inexistência de meio de comunicação digital comum	Sensibilização dos médicos para a máxima utilização do <i>Labprot</i>	A6
				Realização de um <i>upgrade</i> do <i>Labprot</i> para que seja possível comunicar e tirar toda a informação do trabalho de lá	A7
				Criação de um sistema/programa de comunicação digital comum entre clínicas/médicos e laboratório com todas as informações necessárias para a produção (Folha de obra, prescrição, etc)	A8
432	6	Ritmo de trabalho lento dos técnicos	Inexistência de KPI's para cada departamento	Ajuste do sistema para recolha de dados sobre tempos por trabalho e por técnico para depois se poder ter objetivos de produção reais consoante tempos de execução de tarefas	A9
				Criação de KPI's para cada departamento com monitorização e controlo por parte do <i>pivot</i> e da chefia	A5
432	7	Muito tempo despendido na recolha de blocos para fresar	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	Arrumação, Gestão Visual e Organização dos blocos para fresagem através da aplicação da metodologia 5S	A10
392	8	Falta de comunicação e alinhamento entre departamentos	Inexistência de evidências de reuniões entre departamentos e chefias pré-definidas	Criação de um Quadro <i>Obeya</i> disponível a todos os funcionários do laboratório e onde serão realizadas reuniões semanais entre departamentos e chefias	A11
392	9	Desorganização e falta de limpeza do espaço de trabalho	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	Criação de programa 5S: <i>Workshop</i> + Implementação num departamento	A12
336	10	Fresagem deficiente	Inexistência de recursos visuais com instruções de trabalho	Criação de recursos visuais com instruções de trabalho - OPL's - acerca do modo de colocação dos blocos na fresadora	A13
336	11	Muito tempo despendido na procura de prescrições médicas na gaveta	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	Arrumação, Gestão Visual e Organização das prescrições médicas na gaveta da RECEÇÃO	A14
324	12	Análise de conformidade / qualidade dos trabalhos feita por experiência dos técnicos de TRIAGEM	Inexistência de procedimento	Criação de base de dados para procedimentos do laboratório e começar a sua construção	A15
				Criação de procedimento / instruções de trabalho para a avaliação da conformidade de trabalhos na TRIAGEM	A16
315	13	Planeamento e distribuição dos trabalhos por TPD ineficiente	Inexistência de cadências produtivas para cada tipo de trabalho	Definição de cadências produtivas para cada tipo de trabalho	A17
				Criação de algoritmo que permite a distribuição direta do trabalho pelos técnicos, tendo em conta o seu tempo e dificuldade de execução e a experiência de cada técnico	A18
315	14	Deslocações desnecessárias e tempo despendido em pedido para troca de peças	Computador (PC) da TRIAGEM não permite uma análise profunda do trabalho como no CAD/CAM	Pedido de peças feito pelos técnicos que aciona sistema de alertas ligado a Sistema de Gestão de <i>Stocks</i> em <i>Excel</i>	A19
				Criação de local para colocação das folhas de registo da peça para troca e definição de horário para recolha da folha pelo Técnico da TRIAGEM	A20
315	15	Interrupções diárias na produção para recolha de materiais ao armazém juntamente com Gestor de <i>Stocks</i>	Procedimento ineficaz	Alteração de procedimento (Técnicos deixam de ficar à espera de que o Gestor de <i>Stocks</i> forneça os materiais a todos os departamentos de cada vez)	A21
294	16	Fluxo descontínuo e atraso nos trabalhos para fazer a muflagem	Inexistência de procedimento	Definição de horário para entrega de muflas por parte dos Técnicos da REMOVÍVEL	A22
280	17	Fluxo de peças e materiais consumíveis moroso, ineficiente e complexo	Ausência de sistema de Gestão de <i>stocks</i>	Criação de um sistema de Gestão de <i>Stocks</i> em <i>Excel</i> com alertas de <i>stock</i> mínimo de cada peça ou material	A23
				Centralização de Armazéns do laboratório na sala do CQ	A24
				<i>Upgrade</i> no <i>Infoprotese</i> para que seja possível dar baixa automática de peças ou materiais, através da picagem de um código de barras associado a cada um deles	A25
280	18	Programação ineficiente de rotas dos estafetas pelas várias clínicas	Inexistência de procedimento	Definição de procedimento de recolha e entrega de trabalhos pelos estafetas tanto nas clínicas como no laboratório com definição de horários	A26
280	19	Muitas interrupções com chamadas telefónicas	Defeitos externos (derivados dos médicos)	Criação de documento de sensibilização dos clientes (médicos) do laboratório de forma a evitar erros/falhas de informação que suscitam dúvidas aos Técnicos da TRIAGEM	A27

Uma vez que nem todas as ações de melhoria sugeridas podem ser aplicadas, torna-se essencial realizar uma triagem das mesmas (etapa 7). Para tal, recorreu-se à matriz Esforço-

Impacto e alocaram-se as ações definidas anteriormente ao quadrante mais assertivo da matriz, tal como mostra a Figura 4.1.

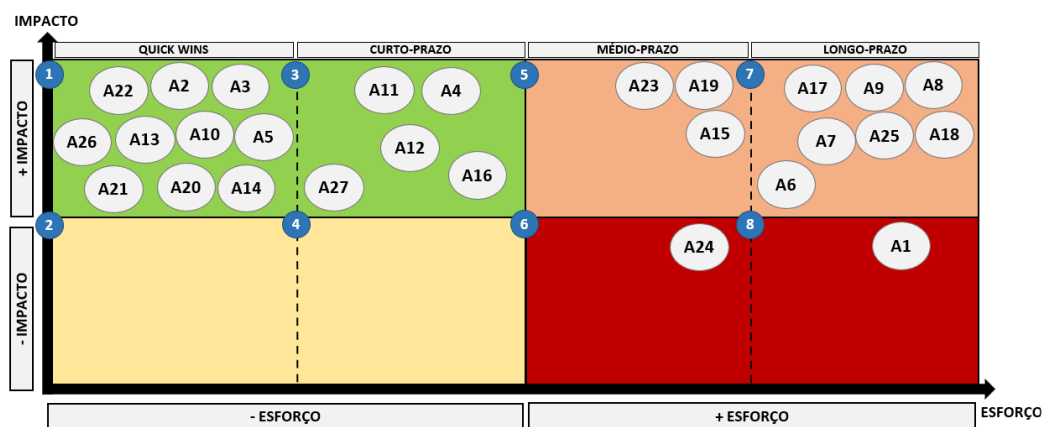


Figura 4.1 - Matriz Esforço-Impacto

Como é possível observar na Figura 4.1, o eixo dos xx representa o Esforço, ou seja, à medida que se vai avançando no eixo, significa que mais esforço será necessário fazer para implementar a solução. Esse esforço está relacionado com o tempo, complexidade ou custo da ação envolvida. Por sua vez, o eixo dos yy representa o Impacto que a ação de melhoria terá se for implementada, sendo que à medida que vai avançando, mais elevado será esse impacto.

A matriz encontra-se dividida em 4 quadrantes, sendo que o Quadrante I (+ Impacto e - Esforço) é o mais prioritário, uma vez que as soluções, se forem implementadas, terão um grande impacto e não será necessário alocar muitos recursos para a sua execução, ou seja, terão um baixo esforço. O Quadrante II (+ Impacto e + Esforço) constitui as ações de elevado impacto, mas elevado esforço e, portanto, devem ser consideradas para projetos a médio ou longo prazo que necessitam de um planeamento profundo e de outros recursos. O Quadrante III (- Impacto e - Esforço) compreende as soluções de baixo impacto e baixo esforço que devem ser implementadas apenas se forem realmente necessárias ou quando todas as prioritárias estiverem terminadas. Por fim, o Quadrante IV (- Impacto e + Esforço) diz respeito às ações que exigem um esforço elevado e não têm um grande impacto para a empresa, o que faz com que possam ser rejeitadas, pelo menos por enquanto.

Deste modo, os quadrantes prioritários são o I e II, pelo que as ações A1 e A24, ou seja, "Criação de um sistema de alertas nas fresadoras para quando as fresagens terminam" e "Centralização de Armazéns do laboratório na sala do CQ" não são consideradas.

De forma a entrar mais ao detalhe na distribuição das ações de melhoria pela matriz, dividiram-se os quadrantes em "Quick Wins", "Curto-Prazo", "Médio-Prazo" e "Longo-Prazo",

associados ao esforço, em termos temporais, necessário para a implementação das soluções. Tendo em conta a limitação de tempo e de outros recursos para a implementação das soluções do Quadrante II, apenas as ações de melhoria presentes no Quadrante I, ou seja, as *Quick Wins* (1) e as ações a desenvolver a curto-prazo (2) e com elevado impacto, vão ser alvo de análise para posterior implementação caso sejam aprovadas.

Das 27 ações de melhoria, foram triadas 15 - A2, A3, A4, A5, A10, A11, A12, A13, A14, A16, A20, A21, A22, A26 e A27 - que foram depois direcionadas para planos de ações através da ferramenta 5W1H, como é possível observar na Tabela 4.2 (etapa 8). Desta forma, a ação é planeada através da resposta às questões "*What?* (O Quê?)", "*Why?* (Porquê?)", "*Where?* (Onde?)", "*When?* (Quando?)", "*Who?* (Quem?)" e "*How?* (Quando?)".

Todas as soluções foram validadas com o Diretor Geral, Diretor de Produção e Diretor Administrativo (Gestão de Topo) e também com os técnicos e funcionários envolvidos. Desta forma, obtiveram-se 14 soluções, em vez de 15, uma vez que a ação A10 faz parte da A12:

1. Ciclo de Fresagem durante a noite: Colocação dos trabalhos para os Postos Avançados (PA's) a fresar durante a noite;
2. Ciclos intermédios durante o dia: Colocação dos *prettaus* que fresaram durante a noite (PA's) no forno de sinterização durante o dia, com ciclos de 3h ou 5h;
3. Criação de Quadros de Equipa para cada equipa/departamento onde serão realizadas reuniões diárias para controlo da operação (*Stand-Ups*);
4. Criação de KPI's para cada departamento com monitorização e controlo por parte de cada *pivot* e da chefia;
5. Criação de um Quadro *Obeya* onde serão realizadas reuniões semanais entre os *pivots* dos departamentos e chefias;
6. Criação de programa 5S: Workshop + Implementação no CAD/CAM
7. Criação de recursos visuais com instruções de trabalho - OPL's - acerca do modo de colocação dos blocos na fresadora;
8. Arrumação, Gestão Visual e Organização das prescrições médicas na gaveta da RECEÇÃO;
9. Criação de procedimento/instruções de trabalho para a avaliação da conformidade de trabalhos na TRIAGEM;
10. Criação de local para colocação das folhas de registo da peça para troca e definição de horário para recolha da folha pelo Técnico da TRIAGEM;
11. Alteração de procedimento da recolha de materiais do armazém;
12. Definição de horário para entrega de muflas por parte dos Técnicos da REMOVÍVEL;

13. Definição de procedimento de recolha e entrega de trabalhos pelos estafetas tanto nas clínicas como no laboratório com definição de horários;

14. Criação de documento de sensibilização dos clientes (médicos) do laboratório de forma a evitar erros/falhas de informação que suscitem dúvidas aos Técnicos da TRIAGEM.

Tabela 4.2 - 5W1H

Solução	Ação	What? (O quê?)	Why? (Porquê?)	Where? (Onde?)	When? (Quando?)	Who? (Quem?)	How? (Como?)
1	A2	Ciclo de Fresagem durante a noite: Colocação dos trabalhos para os Postos Avançados (PA's) a fresar durante a noite	Aumentar a taxa de utilização das fresadoras, utilizando os recursos (máquinas) de forma eficiente e consequentemente, aumentar a produção e a produtividade	CAD/CAM	Fim de Junho	Técnicos CAD/CAM	Colocar os trabalhos que vêm dos Postos Avançados (PA's) a fresar no final do turno, para que as fresadoras fiquem a trabalhar não só durante o dia, mas também durante a noite
2	A3	Ciclos intermédios durante o dia: Colocação dos <i>prettaus</i> que fresaram durante a noite (PA's) no forno de sinterização durante o dia, com ciclos de 3h ou 5h	Aumentar a taxa de utilização dos fornos de sinterização, utilizando os recursos (máquinas) de forma eficiente e consequentemente, aumentar a produção e a produtividade	CERÂMICA	Fim de Junho	Técnicos CERÂMICA	Colocar os <i>prettaus</i> que fresaram durante a noite (dos PA's), no forno de sinterização durante o dia, com ciclos de 3h ou 5h, para que os fornos fiquem a trabalhar não só durante a noite, mas também durante o dia
3	A4	Criação de Quadros de Equipa para cada equipa/departamento onde serão realizadas reuniões diárias para controlo da operação ( <i>Stand-Ups</i> )	Analisar, em equipa, indicadores (KPI's), incumprimentos, problemas e/ou soluções que dependam da própria equipa e/ou de outros departamentos; Controlar diariamente a operação e a distribuição de tarefas	Todos os departamentos	Início de Julho	Equipa TLSSC	Crear Quadros para cada equipa com vários elementos para controlo da operação
4	A5	Criação de KPI's para cada departamento com monitorização e controlo por parte do <i>pivot</i> e da chefia	Controlar o número de erros/repetições e o nível de produção diária para se estabelecer objetivos de produção e aumentar a produtividade dos trabalhadores	Todos os departamentos	Início de Julho	Equipa TLSSC	Analisar com as equipas quais os KPI's que melhor se adequam a cada uma delas, defini-los e criar gráficos para o seu registo diário
5	A11	Criação de um Quadro <i>Obeya</i> disponível a todos os funcionários do laboratório e onde serão realizadas reuniões semanais entre os <i>pivots</i> dos departamentos e chefias	Analisar, em equipa, indicadores, incumprimentos e problemas/soluções que necessitem de aprovação da chefia ou que dependam de outros departamentos	Parede do corredor de passagem	Início de Julho	Equipa TLSSC	Realizar de um <i>Workshop</i> de <i>Daily Management</i> aos <i>pivots</i> de cada departamento e criar um Quadro <i>Obeya</i> com vários elementos para controlo da operação por parte da chefia e definição de ações de melhoria
6	A10	Arrumação, Gestão Visual e Organização dos blocos para fresagem através da aplicação da metodologia 5S	Reduzir o tempo despendido na procura e arrumação de blocos nos armários através de uma organização mais eficiente e visual	CAD/CAM	Segunda semana de Julho	Raquel	Criar um programa 5S: <i>Workshop</i> aos <i>pivots</i> de cada departamento; Implementação da metodologia no CAD/CAM como exemplo para os restantes departamentos; Realização de auditorias semanais
	A12	Criação de programa 5S: <i>Workshop</i> + Implementação num departamento	Formar <i>pivots</i> de cada departamento acerca da metodologia 5S, fomentar a organização, limpeza, brio e disciplina e aumentar a eficiência do trabalho dos técnicos				
7	A13	Criação de recursos visuais com instruções de trabalho - OPL's - acerca do modo de colocação dos blocos na fresadora	Reduzir o número de erros e riscos; Padronizar tarefas	CAD/CAM	Fim de Maio	Raquel	Criar uma OPL com instruções de trabalho do modo de colocação dos blocos na fresadora
8	A14	Arrumação, Gestão Visual e Organização das prescrições médicas na gaveta da RECEÇÃO	Reduzir o tempo despendido na procura e arrumação das prescrições originais dos médicos através de uma organização mais eficiente e visual	RECEÇÃO	Início de Maio	Rececionistas	Organizar e separar com marcadores as prescrições médicas
9	A16	Criação de procedimento / instruções de trabalho para a avaliação da conformidade de trabalhos na TRIAGEM	Padronizar as tarefas da TRIAGEM e reduzir defeitos	TRIAGEM	Início de Julho	Equipa TLSSC	Distribuir documento para registo de inconformidades aos técnicos da TRIAGEM e construir as instruções de trabalho a partir dessas informações
10	A20	Criação de local para colocação das folhas de registo da peça para troca e definição de horário para recolha da folha pelo Técnico da TRIAGEM	Reduzir o tempo perdido em deslocações à TRIAGEM para efetuar troca de peça	CAD/CAM	Início de Julho	Técnicos CAD/CAM e de TRIAGEM	Criar um de local para colocação das folhas de registo da peça para troca e definir um horário fixo para recolha da folha pelo Técnico da TRIAGEM
11	A21	Alteração de procedimento (Técnicos deixam de ficar à espera de que o Gestor de Stocks forneça os materiais a todos os departamentos de cada vez)	Reduzir o tempo de espera de receção dos materiais solicitados	Armazém	Meados de Junho	Gestor de Stocks e Técnicos de produção	Gestor de Stocks passa a colocar os materiais requisitados em caixas para cada departamento e os técnicos vão apenas recolher a caixa
12	A22	Definição de horário para entrega de mufas por parte dos Técnicos da REMOVÍVEL	Evitar atrasos na produção e esquecimentos de trabalhos	GESSO e REMOVÍVEL	Início de Julho	Técnicos do GESSO e da REMOVÍVEL	Definir horário para entrega de mufas por parte dos Técnicos da REMOVÍVEL e criar procedimento
13	A26	Definição de procedimento de recolha e entrega de trabalhos pelos estafetas tanto nas clínicas como no laboratório com definição de horários	Reduzir deslocações desnecessárias dos estafetas e atrasos nas entregas de trabalhos	RECEÇÃO	Meados de Julho	Diretora administrativa e Rececionistas	Definir horários para entrega e recolha de trabalhos pelos estafetas, tanto nas clínicas como no laboratório e criar procedimento
14	A27	Criação de documento de sensibilização dos clientes (médicos) do laboratório de forma a evitar erros/falhas de informação que suscitem dúvidas aos Técnicos da TRIAGEM	Evitar atrasos na produção e reduzir erros e falta de informação dos médicos	TRIAGEM	Meados de Julho	Equipa TLSSC	Crear documento de sensibilização para os clientes (médicos) do laboratório para um correto preenchimento da folha de obra

## 4.2 Implementação e monitorização de soluções

Após a implementação e monitorização das 14 soluções para os 15 modos de falha (etapa 9), foi possível concluir a aplicação da FMEA. Obtiveram-se, então, os novos índices de Ocorrência (O') e Detecção (D'), mantendo-se a Gravidade (G'), e consequentemente, os novos valores de NPR (NPR') para cada modo de falha, como é possível observar na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - FMEA (após implementação de soluções)

#	Solução implementada	Modo de Falha	Efeito de Falha	G'	Causa de falha	O'	Medidas de Controlo Atualizadas	D'	NPR'	Diferença entre NPR e NPR' (NPR - NPR')
1	Ciclo de Fresagem durante a noite: Colocação dos trabalhos para os Postos Avançados (PA's) a fresar durante a noite	Subutilização de máquinas de fresagem	Produção de um número de trabalhos inferior ao originalmente previsto	8	Resistência à mudança	4	Controlo visual das máquinas	5	160	416 ↓
2	Ciclos intermédios durante o dia: Colocação dos <i>pretaus</i> que fresaram durante a noite (PA's) no forno de sinterização durante o dia, com ciclos de 3h ou 5h	Subutilização dos fornos de sinterização	Produção de um número de trabalhos inferior ao originalmente previsto	8		4	Controlo visual das máquinas	5	160	416 ↓
3	Criação de Quadros de Equipa para cada equipa/departamento onde serão realizadas reuniões diárias para controlo da operação ( <i>Stand-Ups</i> )	Falta de controlo diário da operação	Diminuição da produtividade / Ausência de comunicação de problemas ou erros	7	Inexistência de evidências de reuniões de equipa pré-definidas	4	Lista de presenças das reuniões de equipa	2	56	448 ↓
4	Criação de KPI's para cada departamento com monitorização e controlo por parte de cada <i>pivot</i> e da chefia					Ritmo de trabalho lento dos técnicos	8	Inexistência de KPI's para cada departamento	4	Atualização de KPI's
5	Criação de um Quadro <i>Obeya</i> onde serão realizadas reuniões semanais entre os <i>pivots</i> dos departamentos e chefias	Falta de comunicação e alinhamento entre departamentos	Ausência de comunicação de problemas ou erros / Aumento do risco de repetições	8	Inexistência de evidências de reuniões entre departamentos e chefias pré-definidas	3	Lista de presenças das reuniões semanais	2	48	344 ↓
6	Criação de programa 5S: <i>Workshop</i> + Implementação no CAD/CAM	Muito tempo despendido na recolha de blocos para fresar	Atraso no processo de produção	6	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	2	Auditorias semanais, <i>layouts</i> e procedimentos	2	24	408 ↓
		Desorganização e falta de limpeza do espaço de trabalho	Confusão no fluxo de informação / trabalho	7		5	Auditorias semanais	2	70	322 ↓
7	Criação de recursos visuais com instruções de trabalho - OPL's - acerca do modo de colocação dos blocos na fresadora	Fresagem deficiente	Atraso no processo de produção	8	Inexistência de recursos visuais com instruções de trabalho	2	Inspeção visual no início da fresagem (instruções de trabalho)	2	32	304 ↓
8	Arrumação, Gestão Visual e Organização das prescrições médicas na gaveta da RECEÇÃO	Muito tempo despendido na procura de prescrições médicas na gaveta	Atraso no processo	6	Inexistência de medidas de organização / cultura 5S	3	Auditorias semanais	2	36	300 ↓
9	Criação de procedimento / instruções de trabalho para a avaliação da conformidade de trabalhos na TRIAGEM	Análise de conformidade / qualidade dos trabalhos feita por experiência dos técnicos de TRIAGEM	Defeitos na produção	4	Inexistência de procedimento	5	Seguimento do procedimento (Inspeção visual)	4	80	244 ↓
10	Criação de local para colocação das folhas de registo da peça para troca e definição de horário para recolha da folha pelo Técnico da TRIAGEM	Deslocações desnecessárias e tempo despendido em pedido para troca de peças	Atraso no processo de produção	7	Computador (PC) da TRIAGEM não permite uma análise profunda do trabalho como no CAD/CAM	3	Nenhuma	9	189	126 ↓
11	Alteração de procedimento da recolha de materiais do armazém	Interrupções diárias na produção para recolha de materiais ao armazém juntamente com Gestor de Stocks		7	Procedimento ineficaz	3	Recolha de folhas dos consumíveis dos técnicos	5	105	210 ↓
12	Definição de horário para entrega de mufas por parte dos Técnicos da REMOVIVEL	Fluxo descontinuo e atraso nos trabalhos para fazer a mufagem		7	Inexistência de procedimento	3	Registo do nº de vezes de incumprimento do procedimento	2	42	252 ↓
13	Definição de procedimento de recolha e entrega de trabalhos pelos estafetas tanto nas clínicas como no laboratório com definição de horários	Programação ineficiente de rotas dos estafetas pelas várias clínicas	Atrasos nas entregas e deslocações desnecessárias dos estafetas	7	Inexistência de procedimento	3	Verificação de cumprimento do procedimento	2	42	238 ↓
14	Criação de documento de sensibilização dos clientes (médicos) do laboratório de forma a evitar erros/falhas de informação que suscitam dúvidas aos Técnicos da TRIAGEM	Muitas interrupções com chamadas telefónicas	Atraso no processo de produção	7	Defeitos externos (derivados dos médicos)	7	Registo de chamadas	5	245	35 ↓

A última coluna da Tabela 4.3 representa a diferença entre o NPR anterior e o novo NPR' (NPR - NPR') e mostra que todos os novos NPR' diminuíram. Desta forma, verifica-se que todas as soluções foram implementadas com sucesso, uma vez que tiveram um impacto favorável nos problemas a elas associados.

Verifica-se também que as soluções "Criação de Quadros de Equipa para cada equipa/departamento onde serão realizadas reuniões diárias para controlo da operação (*Stand-Ups*)", "Ciclo de Fresagem durante a noite: Colocação dos trabalhos para os Postos Avançados (PA's) a fresar durante a noite" e "Ciclos intermédios durante o dia: Colocação dos *prettaus* que fresaram durante a noite (PA's) no forno de sinterização durante o dia, com ciclos de 3h ou 5h" foram as mais bem-sucedidas na redução do NPR, com valores de NPR' bastante inferiores aos de NPR, como será demonstrado de seguida.

- **Soluções 1 e 2: Ciclos intermédios de fresagem e de forno de sinterização**

Estas soluções foram criadas de forma a rentabilizar ao máximo as fresadoras do CAD/CAM e os fornos de sinterização da CERÂMICA. Como foi explicado anteriormente, as fresadoras apenas funcionavam durante o dia, sendo que a sua taxa de utilização rondava as 10 horas/dia, podendo variar em alturas de menos trabalho. Por sua vez, os fornos de sinterização apenas eram ligados no final de cada turno, por volta das 20h e realizavam ciclos de 8 a 12 horas com todos os *prettaus* fresados no CAD/CAM durante o dia. Ou seja, a taxa de utilização dos fornos de sinterização variava entre as 8 e as 12 horas diárias.

Houve, então, necessidade de combater esta subutilização das máquinas e rentabilizar o seu desempenho. Para isso foram criados ciclos noturnos para as fresadoras (CAD/CAM) e ciclos diários para os fornos de sinterização (CERÂMICA). Estes novos ciclos são efetuados para os trabalhos que vêm dos Postos Avançados. Ou seja, durante o dia são apenas fresados, no CAD/CAM, os trabalhos do laboratório e durante a noite são apenas fresados os trabalhos dos PA's, o que faz com que o tempo disponível para fresar os trabalhos do laboratório e dos PA's seja superior e, portanto, o número de fresagens/trabalhos feitos no CAD/CAM também o seja. As fresadoras passam a ter, então, uma taxa de utilização de aproximadamente 15 horas.

Relativamente aos fornos de sinterização na CERÂMICA, estes passam a ser ligados durante o dia, após a recolha dos *prettaus* das fresadoras no início do turno (7h). São, então, realizados ciclos de 3 ou 5 horas com os *prettaus* dos PA's durante o dia. Desta forma, a sua taxa de utilização passa de uma média de 10 horas para uma média de 15 horas diárias.

Esta solução, permite um aumento significativo na taxa de utilização dos equipamentos e, portanto, os problemas da subutilização das fresadoras e dos fornos de sinterização foram amplamente superados, visto que os valores de NPR associados a cada um deles diminuíram em 416 unidades.

- **Soluções 3 e 4: Quadros de Equipa e KPI's**

Estas soluções têm como objetivo implementar Gestão Diária (*Daily Management*), através da criação de Quadros de Gestão Diária (Quadros de Equipa), os quais servem de apoio para a realização de *stand-up meetings*, ou seja, reuniões diárias de 5 minutos feitas pelos membros de cada equipa, de forma a analisar problemas, chegar a soluções, avaliar a sua performance, controlar a operação diariamente, melhorar a comunicação e, conseqüentemente, criar uma cultura de melhoria contínua na empresa.

Uma vez que o Laboratório X não apresenta líderes em cada departamento, o primeiro passo para a implementação de *Daily Management* (Quadros de Equipa e Quadro *Obeya*) foi a sua identificação para cada equipa, as quais são:

- RECEÇÃO + CQ;
- REMOVÍVEL + GESSO;
- CAD/CAM
- CERÂMICA + ESTRUTURAS;
- ESQUELÉTICAS + ORTODONTIA.

Foi acordado com a gestão de topo que a TRIAGEM não iria ter Quadro de Equipa por não ser um departamento de produção. Neste sentido, um dos técnicos de TRIAGEM participa nas reuniões diárias do CAD/CAM e outro técnico está presente nas reuniões da REMOVÍVEL + GESSO.

Identificados os líderes das diferentes equipas, procedeu-se à realização de um *Workshop* de *Daily Management* administrado aos líderes de cada equipa natural, a um Técnico de Triagem e à gestão de topo. O *Workshop* foi dividido em 7 sessões, de 1 hora cada e teve como objetivo formar os líderes de cada equipa acerca dos conceitos necessários para a gestão diária do seu departamento. Para além dos conceitos teóricos, foram realizadas atividades ao longo das sessões de forma a colocá-los em prática.

A Figura 4.2 representa um momento de uma das sessões do *Workshop*.



Figura 4.2 - *Workshop Daily Management*

Ainda durante o *Workshop* de forma a construir os Quadros de Equipa, foram definidas as missões de cada uma e posteriormente, os seus indicadores de performance. A TLSSC utiliza a nomenclatura TPI - *Team Performance Indicator* - para avaliar a performance das equipas, ao invés de KPI, de forma a distinguir os indicadores de performance *high level* do laboratório dos indicadores de performance das equipas naturais (ao nível operacional). Desta forma, os TPI's definidos para cada equipa e departamento estão representados na Tabela 4.4, juntamente com o motivo da sua definição.

Tabela 4.4 - TPI's representados nos Quadros de Equipa

Equipa	Departamento	TPI's	Motivo
RECEÇÃO + CQ	RECEÇÃO	Nº de Entradas; Nº Trabalhos Expedidos	Comparar a quantidade de trabalhos que chegam diariamente ao laboratório com a quantidade de trabalhos que sai
	CQ	Nº Alterações de data; Nº Repetições (erros, inconformidades, etc)	Analisar a evolução da quantidade de alterações de data e de erros ou inconformidades, de forma a perceber quais os motivos da sua existência e se estão a ser aplicadas as contramedidas corretas para a sua redução
REMOVÍVEL + GESSO	REMOVÍVEL GESSO	Nº Trabalhos Realizados; Nº Repetições (erros, inconformidades, etc)	Analisar a quantidade de trabalhos realizados diariamente em cada departamento de forma a determinar, no futuro, objetivos diários de produção; Analisar a evolução de erros ou inconformidades, de forma a perceber quais os motivos da sua existência e se estão a ser aplicadas as contramedidas corretas para a sua redução
CAD/CAM	CAD/CAM		
CERÂMICA + ESTRUTURAS	CERÂMICA ESTRUTURAS		
	ESQUELÉTICAS + ORTODONTIA		

Definidos os indicadores e as missões de cada equipa, foi possível construir os respetivos quadros utilizados para as reuniões diárias. Todos eles são constituídos pelos seguintes elementos:

- **Missão:** Corresponde a uma frase da missão definida por cada equipa e é exposta no quadro para que todos os dias a equipa se recorde do seu propósito de trabalho naquela área e naquele laboratório;
- **Agenda da reunião diária:** Utilizada como guia para o líder de equipa, que corresponde ao moderador da reunião, de forma a garantir a sua fluidez e para que não escape nenhum ponto importante;
- **Lista de presenças:** Utilizada para avaliar a presença de todos os membros na reunião, bem como a pontualidade dos mesmos, de forma a consciencializar a equipa para a importância de estar presente e a horas da reunião. Este registo de presenças é efetuado pelo moderador da reunião;
- **Plano de Trabalho em Equipa (PTE):** Utilizado para demonstrar visualmente as tarefas diárias de cada membro da equipa. Uma vez que estas tarefas são as mesmas diariamente para cada membro e cada equipa, diferindo apenas em aspetos técnicos, criaram-se PTE's fixos para cada quadro;
- **Team Performance Indicators (TPI's):** Corresponde à área do quadro utilizada para registar os valores diários dos TPI's relativos a cada departamento. Este registo é efetuado pelo moderador da reunião e a sua evolução é obtida graficamente;
- **Plano de ações de melhoria:** Esta parte do quadro divide-se em duas partes: *Backlog* e ciclo PDCA. O *Backlog* contém os problemas e/ou soluções da equipa que ainda não passaram para o ciclo PDCA e irão ser analisados e/ou planeados mais tarde. O ciclo PDCA contém as ações de melhoria que já estão em andamento pela equipa, tendo em conta a fase em que estão (*Plan, Do, Check* ou *Act*). Este plano de ações permite um aumento significativo dos membros das equipas naturais na participação e implementação de ações de melhoria no seu departamento e no laboratório em geral;
- **Dependentes:** Corresponde à área do quadro utilizada para registar todos os problemas e /ou soluções que dependem de outros departamentos ou da validação da chefia. Todos esses problemas/soluções serão analisados na reunião semanal do *Quadro Obeya*, que será falado na solução 5.
- **Alertas:** Corresponde à área do quadro utilizada para registar alertas importantes para toda a equipa e que sejam importantes para o conhecimento de todos.

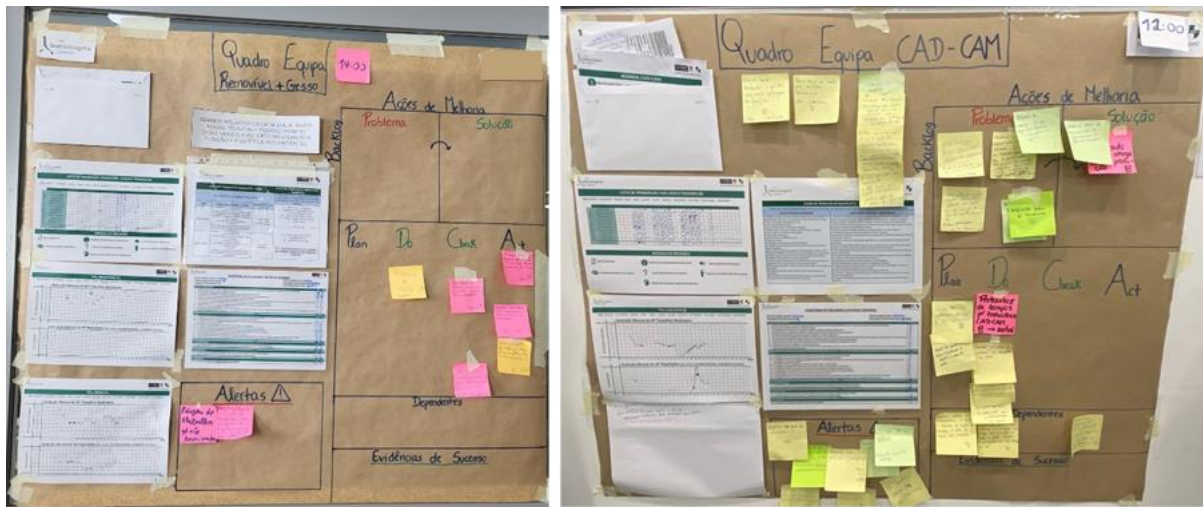
De forma a perceber a evolução da cultura *Lean* e a permitir a monitorização das ações de melhoria em cada departamento, foram implementadas auditorias semanais a cada um, de modo a avaliar itens de *Daily Management*, 5S, Fluxo Contínuo, Protocolos e Auditoria, com base no *template* representado na Figura A.13 do Anexo E. A avaliação a cada item é feita tendo em conta os critérios representados na Figura A.14 do Anexo E, ou seja, é dada a pontuação 1 se a equipa não cumpre o critério descrito ou a taxa de cumprimento é baixa; 3 se a equipa cumpre o critério descrito com taxa de cumprimento média; 5 se a equipa cumpre o critério descrito sempre ou quase sempre. A partir desta pontuação, a TLSSC PT atribui uma determinada maturidade *Lean* a cada departamento e ao laboratório em geral, a qual pode ir de "Sem cultura" até "Perfeita", como mostra a Figura A.14 do Anexo E.

Estas auditorias são realizadas a todos os departamentos (exceto TRIAGEM) pela pessoa escalonada naquela semana e de seguida são afixadas, com os resultados, nos respetivos Quadros de Equipa, como está representado na Figura 4.3, para que, semanalmente, as equipas analisem as pontuações dadas a cada item e sugiram ações para melhorar aqueles que têm avaliações mais baixas (1 ou 3).

Item	Descrição	Nota
<b>[A] DAILY MANAGEMENT</b>		
1.	Reuniões Lean/Kaizen são realizadas regularmente pela equipa no Quadro de Equipa iniciando a horas e cumprindo o tempo (lista de presenças atualizada)	3
2.	Reuniões seguem Agenda presente no Quadro de Equipa	5
3.	Os indicadores de desempenho Lean (TPis) são medidos e relatados/atualizados regularmente	5
4.	O quadro de equipa é utilizado para partilha e tomada de decisão sobre problemas e soluções identificados	5
5.	Os problemas que dependem apenas da equipa são relatados e corrigidos rapidamente	5
6.	Os recursos visuais são utilizados para simplificar o trabalho padrão e para demonstrar conceitos difíceis/boas práticas de execução de alguma tarefa (ex: OPLs - One Point Lessons)	5
7.	As reclamações dos clientes são evitadas visualmente na área de trabalho e as ações corretivas são identificadas	5
8.	Existem elementos que são vistos como evidências mentiras nesta filosofia de mudança e de melhoria contínua	5
9.	Evidências de Sucesso são registadas e exibidas publicamente	5
10.	Os problemas/soluções dependentes de outros departamentos são discutidos na reunião semanal no quadro Obeya e geram ações/iniciativas que são monitorizadas por um dos membros da equipa (responsável pela ação)	5
<b>[B] 5S</b>		
SOMA		
36		
<b>[C] FLUXO CONTÍNUO</b>		
SOMA		
16		
<b>[D] PROTOCOLOS</b>		
SOMA		
3		
<b>[E] AUDITORIA</b>		
SOMA		
2		
<b>TOTAL</b>		
65		

Figura 4.3 - Resultados da auditoria semanal - CAD/CAM

Os Quadros de Equipa têm a mesma estrutura em todos os departamentos, como é possível observar na Figura 4.4, em que a a) diz respeito ao Quadro de Equipa REMOVÍVEL + GESSO e a b) diz respeito ao Quadro de Equipa CAD/CAM.



a) REMOVÍVEL + GESSO

b) CAD/CAM

Figura 4.4 - Quadros de Equipa

De forma a permitir uma melhor visualização dos elementos dos Quadros de Equipa, o Anexo F representa alguns exemplos dos mesmos relativos ao CAD/CAM, tais como a Agenda, Lista de Presenças, TPI's e PTE.

Através da implementação dos Quadros de Equipa, foi possível realizar as reuniões de equipa diárias de 5 minutos (*Stand-up meetings*), as quais seguem a agenda e abordam todos os tópicos mencionados anteriormente.

Desta forma, os problemas "Falta de controlo diário da operação" e "Ritmo de trabalho lento dos técnicos" foram muito bem superados através da implementação dos Quadros de Equipa e das respetivas reuniões, uma vez que todos os NPR's associados a diferentes causas de falha, diminuíram significativamente. Este decréscimo foi de 448 valores para a causa-raiz "Inexistência de evidências de reuniões de equipa pré-definidas" e de 385 valores para a causa-raiz "Inexistência de KPI's para cada departamento" ambas associadas ao modo de falha "Falta de controlo diário da operação". Por sua vez, o decréscimo do NPR anterior para o NPR' foi de 368 valores para o modo de falha "Ritmo de trabalho lento dos técnicos".

- **Solução 5: Quadro *Obeya***

A criação do Quadro *Obeya* surgiu com o objetivo de melhorar a comunicação interdepartamental e entre os departamentos e a chefia (gestão de topo), bem como mostrar de uma forma visual e a todos os funcionários do laboratório, os projetos de melhoria em desenvolvimento, alguns indicadores de equipa, os resultados das auditorias semanais, as evidências de sucesso do laboratório e outras informações relevantes.

Tal como para a construção dos Quadros de Equipa, o *Workshop* de *Daily Management* foi essencial para a compreensão dos conceitos e áreas do Quadro *Obeya*.

Foram, então, criadas reuniões semanais de 30 a 45 minutos, com base no Quadro *Obeya*, constituída pelos líderes de cada equipa, um Técnico de TRIAGEM e a gestão de topo (Diretor geral, Diretor de produção e Diretor administrativo), tal como se pode observar na Figura 4.5.



Figura 4.5 - Reunião semanal no Quadro *Obeya*

É importante mencionar que este quadro está posicionado num local estratégico, ou seja, no corredor de passagem, para que todas as pessoas possam observá-lo.

O Quadro *Obeya* está dividido em várias áreas: *Standards*, *Reporting*, *Estratégia*, *Missão*, *Valores* e *Evidências de Sucesso*. Cada uma dessas áreas pode constituir vários elementos/secções distintos, ou seja:

### *Standards*

A área dos *Standards*, representada na Figura 4.6, contém os seguintes elementos:

- **Folheto informativo sobre o Espaço *Obeya***. Corresponde a um documento informativo acerca do propósito, benefícios, comportamento de liderança e fatores de sucesso do *Obeya*. Desta forma, qualquer pessoa que passe pelo quadro, consegue informar-se acerca do mesmo;
- **Visão do Laboratório**: Corresponde ao que o laboratório espera atingir no futuro;
- **Agenda da reunião semanal**: Utilizada como guia para o moderador da reunião, que poderá ser qualquer membro da gestão de topo, de forma a garantir a fluidez da reunião e para que não escape nenhum ponto importante;

- **Lista de presenças:** Tal como nos Quadros de Equipa, é utilizada para avaliar a presença de todos os membros na reunião, bem como a pontualidade dos mesmos, de forma a consciencializar a equipa para a importância de estar presente e a horas da reunião. Este registo de presenças é efetuado pelo moderador da reunião;
- **Organograma do laboratório:**
- **Horários das reuniões diárias e semanais.**



Figura 4.6 - Quadro *Obeya*. Standards

### **Reporting**

A área do *Reporting*, representada na Figura 4.7, contém as seguintes secções:

- **Indicadores (TPI's):** Corresponde à área do quadro utilizada para registar os valores semanais (soma dos valores diários dos TPI's dos Quadros de Equipa) de alguns TPI's (Nº Repetições) relativos a cada departamento. Este registo é efetuado pelos líderes de cada equipa que estão presentes na reunião;
- **Auditoria:**  
Nesta secção estão presentes:
  - O plano de auditorias semanais, com o escalonamento por semana dos auditores, a legenda e o procedimento a realizar pelo auditor responsável;
  - A tabela para registo das pontuações das auditorias semanais de cada departamento, presentes nos Quadros de Equipa;
  - O *layout* do laboratório onde são feitas bolinhas nos departamentos com a cor correspondente tendo em conta a pontuação obtida na auditoria, ou seja, se a

pontuação do departamento for entre 0 e 63 pontos, a cor do departamento é vermelha, se for entre 63 e 113, a cor é azul e se for entre 113 e 125, a cor é verde. Esta representação por cores é utilizada para demonstrar de forma mais atrativa o nível de cada departamento em termos de maturidade *Lean*;

- A pontuação média do laboratório naquela semana obtida através da média das pontuações das auditorias dos departamentos e a maturidade *Lean* do laboratório naquela semana, tendo em conta essa pontuação.

Esta área é muito importante, no sentido em que permite comparar os resultados das auditorias semanais de cada departamento e mostrar a avaliação geral do laboratório relativamente à melhoria contínua. Neste sentido, motiva os colaboradores a melhorar semanalmente.

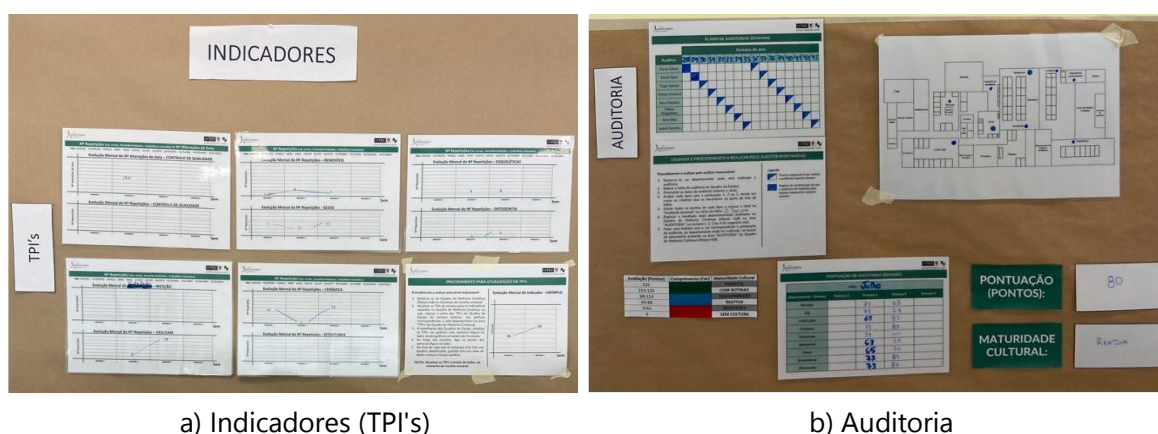


Figura 4.7 - Quadro *Obeya: Reporting*

## Estratégia

A área da Estratégia, representada na Figura 4.8, contém as seguintes secções:

- **Balanced Scorecard**. Corresponde ao BSC definido inicialmente pelo laboratório, dividido nas áreas Finanças, Cliente, Processos Internos e Aprendizagem e Conhecimento, com os correspondentes objetivos estratégicos interligados (Mapa Estratégico). Neste caso, os KPI's não estão presentes, uma vez que interessam mais apenas à gestão de topo. A exposição do Mapa Estratégico é interessante para que todos os colaboradores saibam quais são os objetivos estratégicos da empresa;
- **Backlog**. Esta secção do quadro é utilizada para os líderes de cada equipa colocarem os *post-its* com os problemas e/ou soluções que estavam na área dos "Dependentes" dos Quadros de Equipa, ou seja, todos aqueles que estão dependentes de outros departamentos ou de validação da chefia. Estes problemas/soluções são então discutidos na reunião semanal;

- **Plano de ações:** Corresponde à secção utilizada para o planeamento de ações de melhoria, estando dividida em Departamento, Ação, Responsável e Prazo. Estas ações correspondem normalmente a soluções que surgem do *Backlog*;
- **Outras ações:** Esta secção é utilizada para colocar ações que tenham a ver com questões informáticas, de manutenção ou de formações internas e que dependam de entidades externas ao laboratório.



Figura 4.8 - Quadro *Obeya*: Estratégia

### Missão

Esta área do quadro, corresponde à missão do laboratório, definida no *Workshop de Daily Management*. Tal como nos Quadros de Equipa, a missão é exposta no Quadro *Obeya* para que os funcionários do laboratório se recordem do que os faz trabalhar ali e do seu compromisso para com a empresa.

### Valores

Esta área do quadro representa os valores da empresa, os quais são: Ambição, Qualidade, Inovação e Formação. Mais uma vez, a sua representação no quadro tem o objetivo de mostrar a todas as pessoas do laboratório quais são os valores da empresa onde trabalham.

### Evidências de Sucesso

Esta área do quadro, representada na Figura 4.9, é utilizada para colocar e registar todas as evidências de sucesso do laboratório, como por exemplo, fotografias, ações terminadas com

sucesso, evolução positiva de indicadores, etc. É importante para representar visualmente as conquistas da empresa e motivar os colaboradores a melhorar continuamente.

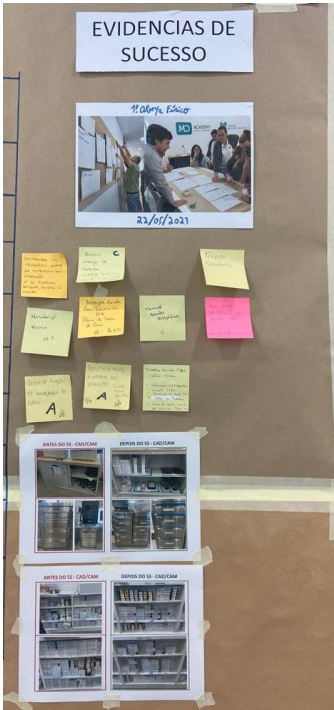


Figura 4.9 - Quadro *Obeya*: Evidências de Sucesso

O Quadro *Obeya* completo está representado na Figura 4.10.



Figura 4.10 - Quadro *Obeya* completo

Com a implementação do Quadro *Obeya* e das reuniões semanais, a falta de comunicação e alinhamento entre departamentos tornou-se quase inexistente, uma vez que o novo NPR' tem um valor bastante reduzido, igual a 48 valores, em comparação com o NPR anterior cujo valor era de 392 valores. Ou seja, o decréscimo entre o NPR e o NPR' foi igual a 344 valores.

- **Solução 6: Programa 5S**

Esta solução tem como finalidade formar os *pivots* de cada departamento acerca da metodologia 5S, fomentar a organização, limpeza, brio e disciplina dos trabalhadores e aumentar a eficiência do trabalho dos técnicos.

Desta forma, foi realizado um *Workshop* 5S constituído por uma formação inicial acerca da metodologia 5S e dos seus benefícios, com exemplos práticos da sua aplicação em laboratórios e com um jogo no final. Esta formação foi dada, tal como no *Workshop* de *Daily Management*, aos líderes de cada equipa, a um técnico da TRIAGEM e à gestão de topo e teve como objetivo incentivar à prática do 5S. Após a formação, passou-se à aplicação prática do 5S no departamento CAD/CAM. Isto porque após as auditorias 5S realizadas na fase de identificação de problemas, o CAD/CAM revelou ser o departamento com nível de maturidade 5S mais reduzido, para além de que se visa combater também o problema do elevado tempo despendido na recolha de blocos para fresar identificado também no departamento.

A implementação de 5S no CAD/CAM seguiu exatamente os 5S's: Triagem, Organização, Limpeza, Padronização e Disciplina.

### **1º S (Triagem)**

O primeiro S corresponde à triagem de tudo o que não é necessário. Deste modo, retirou-se todo o material, ferramentas, objetos e documentos não necessários dos armários, prateleiras e bancadas, à exceção de equipamentos pesados que não podiam ser removidos diretamente.

De forma a identificar todos os itens removidos, utilizaram-se *Red Tags* 5S, as quais são constituídas por: Nome do item, Data, Localização, Marcado por, Ação a tomar e Motivo, tal como mostra a Figura 4.11. Estas ações podem ser reciclar, deitar fora, mover para outro local, devolver a outro departamento/laboratório ou outro. Por sua vez, os motivos dessa remoção podem ser por falta de utilidade, por estar estragado, com defeito, obsoleto/velho, em excesso, por não ser necessário ou outro.

RED TAG 5S	
Nome do item: _____	
Data: _____	
Localização: _____	
Marcado por: _____	
AÇÃO A TOMAR	
<input type="checkbox"/> Reciclar	<input type="checkbox"/> Deitar fora
<input type="checkbox"/> Mover para: _____	
<input type="checkbox"/> Devolver a: _____	
<input type="checkbox"/> Outro: _____	
MOTIVO	
<input type="checkbox"/> Sem utilidade	<input type="checkbox"/> Obsoleto/Velho
<input type="checkbox"/> Estragado	<input type="checkbox"/> Não necessário
<input type="checkbox"/> Com defeito	<input type="checkbox"/> Em excesso
<input type="checkbox"/> Outro: _____	

Figura 4.11 - Red Tag 5S

Após a marcação de todos os itens a remover com as etiquetas vermelhas, estes foram transferidos para uma zona específica, que passou a ser chamada de "Zona Red Tag", tal como mostra a Figura 4.12.



Figura 4.12 - Zona Red Tag

É possível observar que a maior parte dos itens marcados correspondem a blocos para fresagem (caixas brancas) e também as brocas das fresadoras. No total foram retirados do departamento 182 itens + brocas, cuja contagem não foi feita, uma vez que são ferramentas de reduzida dimensão e em grande quantidade.

Posteriormente, definiu-se como função do Diretor geral a remoção de todos estes itens marcados com *Red Tag* desta zona, através da sua transferência para os locais identificados nas etiquetas.

## 2ºS (Organização)

O 2ºS, correspondente a organização, foi iniciado através da organização dos blocos para fresar nos respectivos armários, uma vez que o tempo despendido na sua recolha dos armários foi um dos principais problemas identificados.

Após a remoção de todos os blocos não necessários, os armários ficaram com muito mais espaço livre e permitiu que se organizassem os blocos de uma forma mais eficiente.

Existem 3 armários que contêm blocos para fresar, logo, dividiram-se entre o ARMÁRIO 1, onde estão os blocos já utilizados, mas que ainda têm espaço para realizar mais fresagens; o ARMÁRIO 2, que contém os blocos novos (nunca utilizados); e o ARMÁRIO 3 que é constituído por blocos que são pouco utilizados e por materiais para as impressoras 3D.

No armário 1, os blocos foram organizados por PC onde foi feito o cálculo/*nesting* dos *prettaus* (PC 1, PC 2, PC 5, PC 7 e PC 8), por material (*prettau* e outros), por cor (A1, A2, A3, A3.5, B-D e *Zircónia*) e blocos menos utilizados. Todas as prateleiras foram devidamente etiquetadas de forma a facilitar a colocação e recolha dos blocos, tal como está representado na Figura 4.13.



Figura 4.13 - Aplicação dos 2 primeiros S's no ARMÁRIO 1

No ARMÁRIO 2, os blocos foram organizados por diâmetro (95 ou 98 mm), cores (A1, A2, A3 e A3.5) e materiais (*Pretttau* e Outros materiais), tal como mostra a Figura 4.14.



a) Antes

b) Depois

Figura 4.14 - Aplicação dos 2 primeiros S's no ARMÁRIO 2

No ARMÁRIO 3, os blocos pouco utilizados foram colocados num espaço demarcado com fita azul e etiquetado, separados dos materiais para as impressoras também demarcados e etiquetados, tal como mostra a Figura 4.15.



a) Antes

b) Depois

Figura 4.15 - Aplicação dos 2 primeiros S's no ARMÁRIO 3

Todas as gavetas também foram organizadas e identificadas com etiquetas com número e com descrição do conteúdo da gaveta e cores, sendo que o azul corresponde a tudo o que são materiais, ferramentas, equipamentos, peças, etc., o branco corresponde aos materiais de limpeza e o vermelho corresponde aos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's). Na Figura 4.16 é possível observar o Antes e o Depois de algumas gavetas do CAD/CAM.

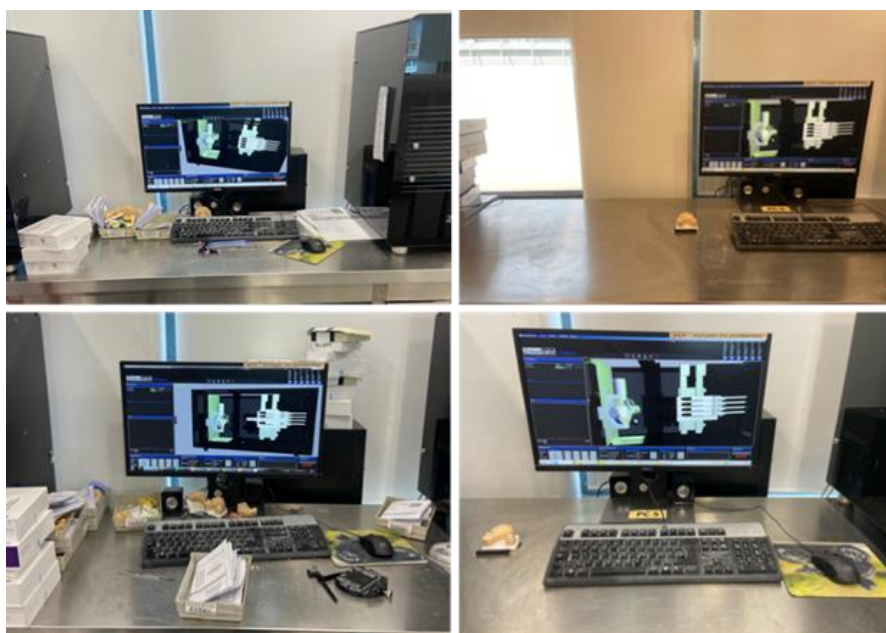


a) Antes

b) Depois

Figura 4.16 - Aplicação dos 2 primeiros S's nas gavetas

As bancadas também foram todas organizadas e os PC's foram identificados com o número corresponde, tal como mostra a Figura 4.17.



a) Antes

b) Depois

Figura 4.17 - Aplicação dos 2 primeiros S's nas bancadas de trabalho

Tal como os PC's, as fresadoras também foram todas identificadas, desde a letra A até à G, como se pode observar na Figura 4.18.



Figura 4.18 - Identificação das fresadoras

### 3ºS (Limpeza)

O 3ºS, correspondente à limpeza, foi executado através da limpeza de todos os armários, blocos, gavetas e bancadas com a utilização de panos, lenços de papel, álcool e *spray* de limpeza específico, tal como é possível observar na Figura 4.19.



Figura 4.19 - Aplicação do 3ºS

Tudo o que não corresponde ao interior de gavetas e armários é limpo diariamente por uma empresa externa, responsável pela limpeza do laboratório completo.

Relativamente aos equipamentos, como impressoras e fresadoras, estes são limpos pelos técnicos quando há necessidade, pelo que já faz parte das suas rotinas de trabalho.

### 4ºS (Padronização)

O 4ºS diz respeito à padronização, sendo fundamental para que os 3 primeiros S's se mantenham.

Para tal, foram criados procedimentos para o armazenamento de blocos para fresagens e para os materiais para as impressoras e um documento informativo para as gavetas e armários. Todos estes documentos encontram-se na gaveta número 6, a qual está identificada e podem ser observados no Anexo G. Para além disso, construíram-se *layouts* dos armários, representados na Figura 4.20, que foram afixados por cima de cada um para que não haja engano no armazenamento de blocos e materiais para as impressoras.

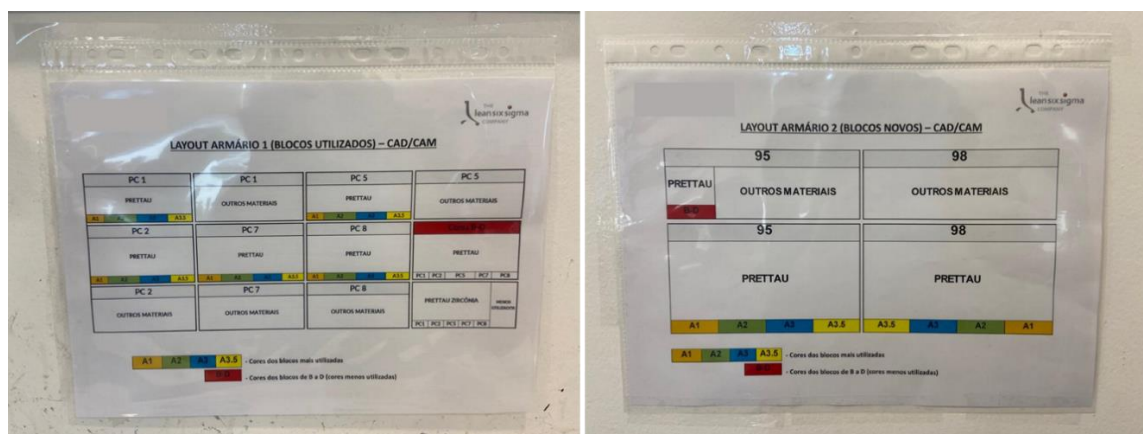


Figura 4.20 - 4ºS: *Layout* armários de blocos

Foi também criado um Quadro *Seiketsu*, representado na Tabela 4.5, com tarefas que devem ser cumpridas com determinada frequência (sempre, diariamente ou semanalmente) para que existam rotinas 5S.

Tabela 4.5 - Quadro *Seiketsu*

4º S (Seiketsu – Padronizar)				
	Tarefa	Sempre	Diariamente	Semanalmente
1º S	Remoção de tudo o que estiver em excesso no posto de trabalho para a execução das atividades de produção	X		
	Colocação e preenchimento de "RED TAG's" em tudo o que for para remover do departamento	X		
	Colocação do que foi identificado com "RED TAG" na "RED TAG ZONE" (prateleira de cima ARMÁRIO 1)	X		
2º S	Cumprimento dos procedimentos de "Armazenamento de blocos para fresagens e material para impressoras" nos armários 1, 2 e 3	X		
	Organização e arrumação dos materiais nas respetivas gavetas, tendo em conta a identificação das mesmas e o documento "Conteúdo gavetas e armários CAD/CAM"	X		
	Organização do posto de trabalho individual no final do turno		X	
3º S	Limpeza dos espaços partilhados, depois da execução de alguma atividade (armários, bancadas, gavetas, etc)	X		
	Limpeza do posto de trabalho individual sempre que se termina alguma atividade e no final do turno		X	
5º S	Análise e implementação de ações corretivas dos itens auditados com pontuação mais baixa (Auditoria de melhoria contínua – parte do 5S)			X

Este quadro foi afixado ao lado do Quadro de Equipa do CAD/CAM, de forma a ficar visível para todos os técnicos, tal como é possível observar na Figura 4.21.

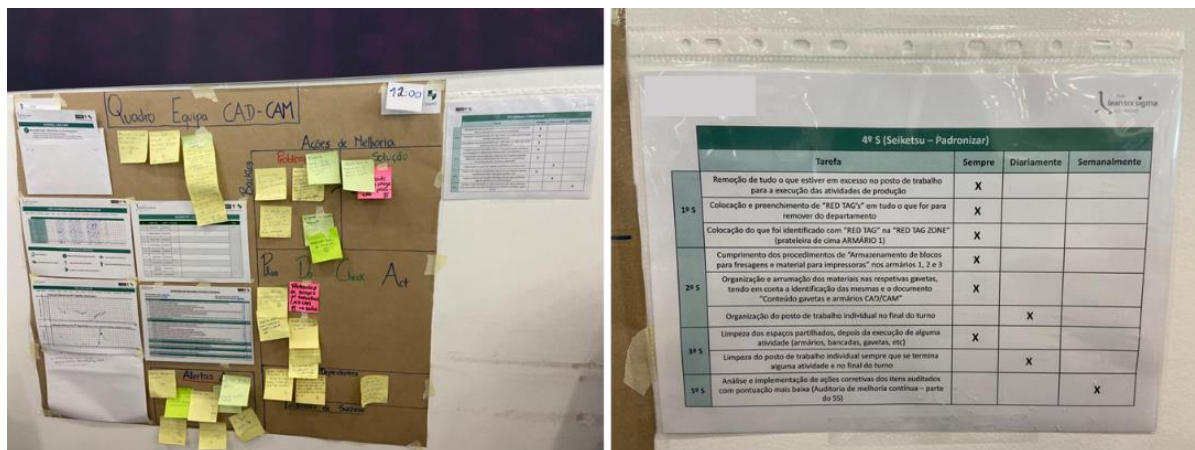


Figura 4.21 - Localização do Quadro *Seiketsu*

## 5ºS (Disciplina)

O 5ºS corresponde à disciplina que é necessária para manter os 4S's anteriores. Desta forma, tal como descrito anteriormente, foram criadas auditorias semanais aquando da implementação dos Quadros de Equipa e do Quadro *Obeya*, sendo que uma parte da auditoria corresponde ao 5S, tal como está representado no Anexo E.

Desta forma, é possível analisar a evolução semanal de cada departamento em termos de 5S e fazer desta metodologia parte da cultura do laboratório.

Após a implementação de 5S no CAD/CAM, juntamente com a formação dada aos líderes de cada equipa foi possível reduzir os NPR's para os modos de falha "Muito tempo despendido na recolha de blocos para fresar" e "Desorganização e falta de limpeza do espaço de trabalho", em 408 e 322 valores, respetivamente.

- **Solução 7: Criação de recursos visuais com instruções de trabalho - OPL's**

Esta solução visa combater os defeitos nas fresagens que são originados por uma colocação incorreta dos blocos nas fresadoras, por parte dos Técnicos do CAD/CAM. Para tal, foi criada uma *One Point Lesson* (OPL), cujo *template* está presente no Anexo H.

Como é possível observar na Figura 4.22, a OPL é constituída por:

- **Departamento:** CAD/CAM;
- **Local:** Fresadora E;
- **Tema:** Ordem das órbitas: Fresadora E

- **Objetivo:** Compreender a ordem correta das órbitas da fresadora E
- **Pessoas responsáveis pela sua preparação, aprovação, administração e entendimento;**
- **Datas;**
- **Local para registo das instruções de trabalho/procedimento com imagens.**

No local das instruções de trabalho está presente o procedimento da ordem das órbitas da fresadora, acompanhado com fotografias identificadas para melhor compreensão.

A OPL foi, então, afixada na fresadora E, como mostra a Figura 4.22, para que esteja bem visível no momento de colocação dos blocos a fresar.

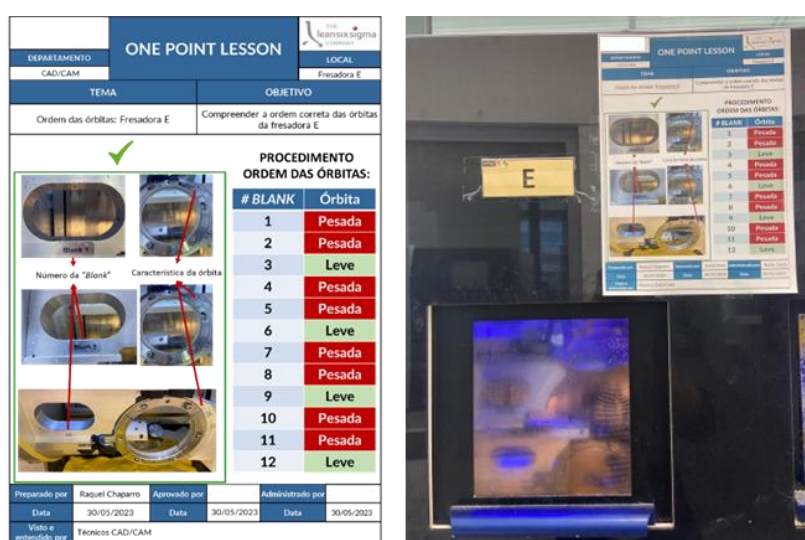


Figura 4.22 - OPL "Ordem das órbitas: Fresadora E"

Através da representação visual das instruções para proceder à colocação dos blocos na fresadora, o número de defeitos nas fresagens diminuiu, o que é comprovado com a descida acentuada do NPR anterior para o atual (304 unidades). Óbvio que os defeitos causados por problemas/avarias nas fresadoras apenas podem ser solucionados através de manutenção ou na aquisição de equipamentos novos. No entanto, nota-se uma grande melhoria do problema.

- **Solução 8: Arrumação, Gestão Visual e Organização das prescrições médicas na gaveta da RECEÇÃO**

Esta solução visa reduzir o tempo despendido na procura de prescrições médicas na gaveta da RECEÇÃO quando é necessário realizar alterações de data ou quando ocorre a expedição de trabalhos. Os rececionistas e o técnico do CQ chegavam a perder cerca de 10

minutos na procura de uma prescrição. Desta forma, houve necessidade de proceder a uma organização destes documentos na gaveta de uma forma visual.

As prescrições já se encontravam divididas pelos dias do mês através de separadores, como se pode observar na Figura 4.23. No entanto, cada dia tinha um número elevado de prescrições, o que dificultava a sua procura.



Figura 4.23 - Disposição inicial da gaveta das prescrições médicas na RECEÇÃO

Desta forma, através de um *brainstorming* com os rececionistas, considerou-se que uma forma de melhorar a organização das prescrições seria separá-las também pelas clínicas clientes do laboratório. Numa primeira fase utilizaram-se umas placas de várias cores e etiquetadas, cada uma correspondente a cada clínica. Estas placas foram colocadas entre os separadores de cada dia do mês, como mostra a Figura 4.24.



Figura 4.24 - Colocação de placas na gaveta da RECEÇÃO

No entanto, esta opção não se mostrou viável, uma vez que as placas ocupavam muito espaço e fazia com que as prescrições ficassem demasiado apertadas, tornando difícil a sua recolha.

Neste sentido, as placas foram substituídas por separadores com uma espessura insignificante, identificados com o cliente do laboratório (cada um com a sua cor) e dia do mês. A disposição final da gaveta está representada na Figura 4.25.



Figura 4.25 - Disposição final da gaveta das prescrições médicas na RECEÇÃO

Desta forma, a recolha das prescrições médicas da gaveta passou a ser quase instantânea e permitiu aumentar o espaço da gaveta para a colocação de outros objetos. Neste sentido, esta solução permitiu um decréscimo de 300 valores do NPR anterior para o novo NPR'.

- **Solução 9: Criação de instruções de trabalho para avaliação da conformidade de trabalhos na TRIAGEM**

De forma a padronizar as tarefas da TRIAGEM e reduzir defeitos na produção consequentes de uma triagem incorreta, surgiu a necessidade de criar instruções de trabalho para a avaliação da conformidade dos trabalhos.

Começou-se pela distribuição de um documento com duas páginas, presente no Anexo I, para registo pelos técnicos de TRIAGEM de vários parâmetros, tais como inconformidades, percentagem de ocorrência dessas inconformidades, lista dos passos a realizar para executar a triagem de trabalhos, os parâmetros que têm de estar obrigatoriamente preenchidos pelo médico numa prescrição médica e os critérios para a escolha de peça para os trabalhos.

Após o registo destas informações pelos técnicos da TRIAGEM, relativamente a um número suficiente de trabalhos, foi possível construir as instruções de trabalho pretendidas, as quais estão representadas na Figura 4.26.

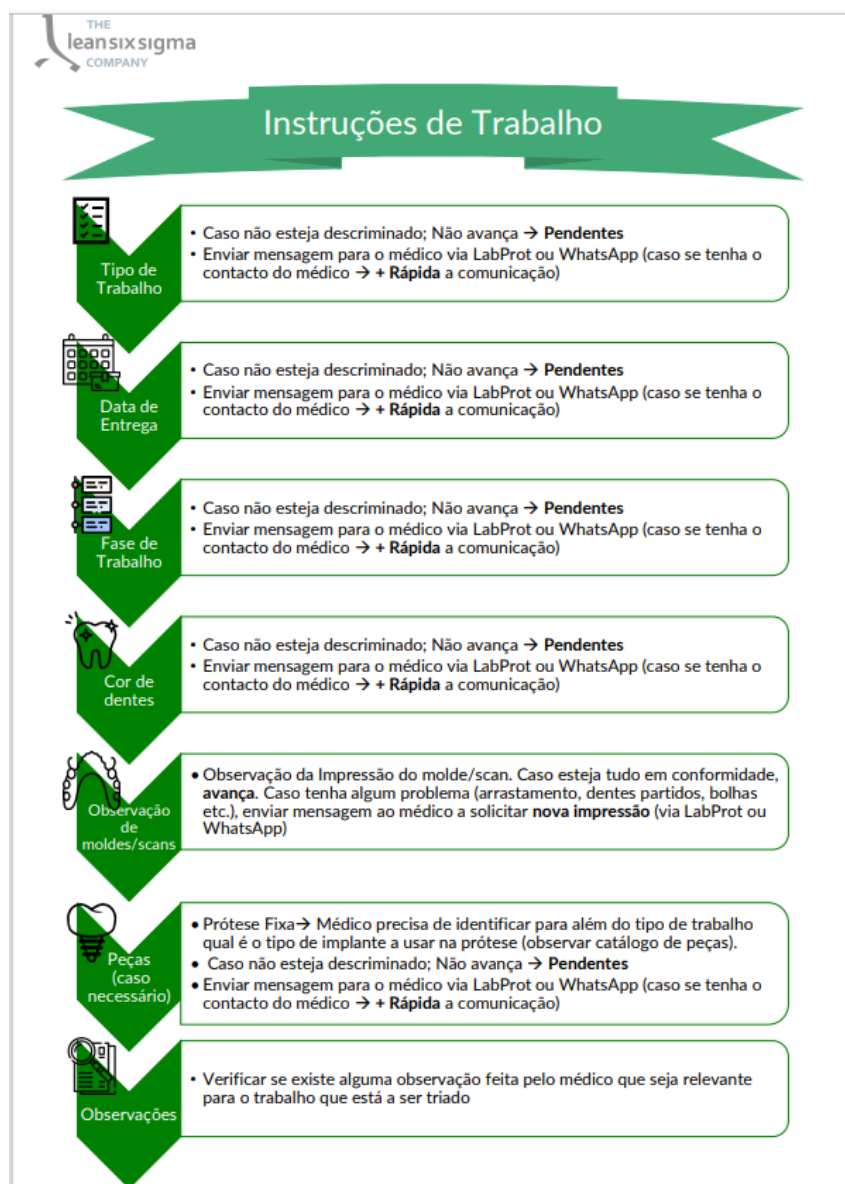


Figura 4.26 - Instruções de trabalho TRIAGEM

Estas instruções de trabalho foram colocadas no departamento da TRIAGEM de forma visível para os técnicos. Tudo o que está descrito no procedimento é feito de forma natural pelos técnicos e por experiência. No entanto, a sua representação visual faz com que não haja esquecimentos de alguns passos na análise de conformidade dos trabalhos, reduzindo o número de trabalhos que avançam para a produção erradamente, bem como permite que qualquer pessoa perceba como se deve proceder nesta avaliação inicial de trabalhos.

Esta solução permitiu combater o problema "Análise de conformidade/qualidade dos trabalhos feita por experiência dos técnicos de TRIAGEM" que podia provocar erros na produção. Desta forma, o NPR diminuiu 244 valores.

- **Solução 10: Criação de local para colocação das folhas de registo da peça para troca e definição de horário para recolha da folha pelo Técnico da TRIAGEM**

O objetivo desta solução é reduzir o tempo perdido pelos técnicos do CAD/CAM em deslocações à TRIAGEM para efetuar trocas de peças. Neste sentido, foi criado um local onde os técnicos colocam as folhas de troca de peças, quando é necessário, tal como está representado na Figura 4.27.

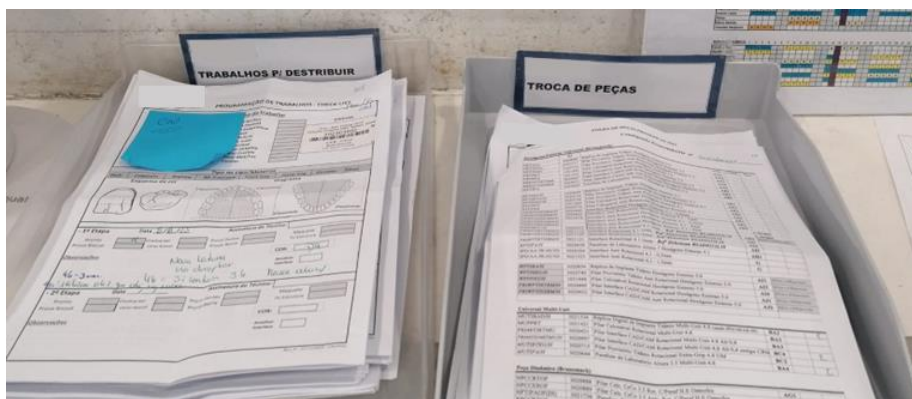


Figura 4.27 - Local para colocação das folhas para troca de peças CAD/CAM

Por sua vez, um dos técnicos da TRIAGEM é responsável pela recolha destas folhas num horário definido (15:00 horas) e realiza a troca de peça solicitada, caso seja aceite.

Desta forma, os técnicos do CAD/CAM deixaram de se deslocar à TRIAGEM cada vez que necessitavam de trocar uma peça, reduzindo o tempo perdido em deslocações, o que se traduz numa redução de 126 valores do NPR anterior para o atual.

- **Solução 11: Alteração de procedimento da recolha de materiais do armazém**

A solução 11 visa reduzir o tempo de espera dos técnicos de produção na receção dos materiais solicitados do armazém. Diariamente, os técnicos de produção deslocavam-se ao armazém de materiais consumíveis às 11 horas para recolher os materiais solicitados juntamente com o Gestor de *Stocks* e chegavam a despender 30 minutos de produção nesse processo. Deste modo, surgiu a necessidade de alterar o procedimento de recolha de materiais e, por isso, identificaram-se caixas de cartão com o nome de cada departamento, como se pode observar na Figura 4.28. No final do dia, diariamente, os técnicos de produção entregam a

folha com a requisição de materiais ao Gestor de *Stocks* e, no dia seguinte, o Gestor de *Stocks* coloca os respetivos materiais em cada caixa de cada departamento e os técnicos apenas têm de se deslocar ao armazém e recolher a caixa. Desta forma, o tempo despendido à espera da entrega de materiais reduz significativamente, no sentido em que se perde tempo apenas na deslocação do departamento ao armazém (cerca de 1 minuto).



Figura 4.28 - Caixas de cada departamento para colocação de materiais


Com a implementação desta solução, o tempo despendido nas na recolha de materiais ao armazém reduziu significativamente, o que se reflete no decréscimo de 210 valores do NPR anterior para o atual.

- **Solução 12: Definição de horário para entrega de muflas**

Com esta solução pretende-se evitar atrasos na produção e esquecimentos de trabalhos que eram muito frequentes uma vez que não existia um procedimento ou horário para a entrega de muflas dos técnicos da REMOVÍVEL ao GESSO. Estes atrasos, por sua vez, originavam muitas vezes alterações de data.

Deste modo, criou-se um horário para a entrega de muflas, ou seja, de trabalhos que necessitam de muflagem (procedimento executado no GESSO), sendo este às 12:00 horas. Todos os técnicos da REMOVÍVEL têm de o cumprir, caso contrário, a mufla fica apenas para o dia seguinte, levando novamente a atrasos na produção.

Para que não haja esquecimentos dos técnicos da REMOVÍVEL e para que todos cumpram este horário, este foi adicionado ao PTE do Quadro de Equipa GESSO + REMOVÍVEL, tal como mostra a Figura 4.29 (círculo a vermelho).



PLANO DE TRABALHO DE EQUIPA (PTE) – GESSO			PLANO DE TRABALHO DE EQUIPA (PTE) – REMOVÍVEL
Tipo	Tarefas manhã (07:00H – 16:00H)	Tarefas tarde (11:00H – 20:00H)	
REMOVÍVEL	1. Ligar Equipamentos; 2. Trocar a água das panelas e acender o fogo; 3. Execução de todos os trabalhos de prótese removível – articulação, muflagem, acrilização e desmuflagem; 4. Colocar Muflas do Dia Seguinte; 5. Urgências; 6. Limpeza dos equipamentos (vibrador, gesso box, recortadora de gesso, bancadas, gaveta e articuladores).	1. Cozer Muflas; 2. Sacar Muflas; 3. Correr Alginatos.	1) LER FICHA DE TRABALHO; 2) ORGANIZAR TRABALHOS DO DIA – SEPARAR PRONTO/PROVA; 3) ENVIAR PARA ARTICULAÇÃO; 4) ENVIAR TRABALHO PARA MUFLA; 5) CAIXA VERDE.  -----ATÉ ÀS 12H-----  1) CAIXAS CINZENTAS DO DIA; 2) URGÊNCIA DO DIA; 3) LIMPEZA DA BANCADA.
FIXA + ORTO	1. Ligar Equipamentos; 2. Trocar a água das panelas e acender o fogo; 3. Cortar Orto; 4. Articular / Duplicar; 5. Carrinho: execução de modelos zeizer e modelos master; 6. Urgências; 7. Limpeza dos equipamentos (vibrador, gesso box, recortadora de gesso, bancadas, gaveta e articuladores).	1. Articular; 2. Alginatos.	<b>NOTA: INDEPENDENTEMENTE DO HORÁRIO QUE CHEGAR O TRABALHO RECECIONAR DE IMEDIATO</b>

Figura 4.29 - PTE GESSO + REMOVÍVEL

A implementação desta solução permitiu que o atraso nos trabalhos para fazer a muflagem reduzisse significativamente, refletindo-se no decréscimo de 252 valores do NPR anterior para o atual.

- **Solução 13: Definição de procedimento e horário de recolha e entrega de trabalhos pelos estafetas**

Esta solução foi criada para reduzir deslocações desnecessárias dos estafetas do laboratório e atrasos nas entregas de trabalhos, tornando as suas rotas mais eficientes.

Deste modo, foram definidas rotas específicas e horários de recolha dos trabalhos nas clínicas divididos pelos estafetas. A Figura 4.30 representa um *e-mail* enviado do Diretor Administrativo para os estafetas e rececionistas com as rotas e horários a executar por cada estafeta.

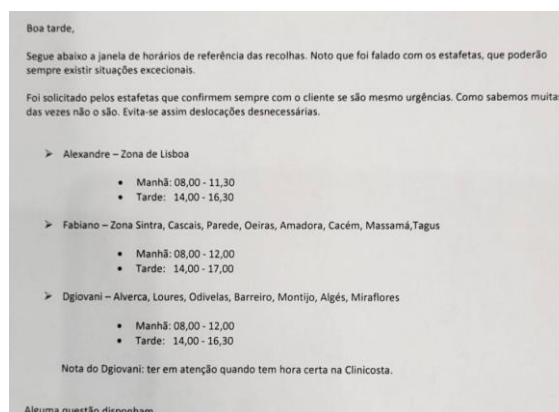


Figura 4.30 - Rotas e horários definidos para cada estafeta

A criação desta solução permitiu tornar as rotas dos estafetas pelas várias clínicas mais eficiente, tendo sido este, um problema bem ultrapassado. O NPR reduziu, então, 238 valores.

- **Solução 14: Criação de documento de sensibilização dos clientes (médicos)**

Com a criação de um documento de sensibilização para os médicos dentistas clientes pretende-se evitar atrasos na produção e reduzir erros e falta de informação nas prescrições médicas. Desta forma, procedeu-se à criação deste documento, representado na Figura 4.31, e partilha do mesmo com os médicos dentistas clientes do laboratório, no sentido de os sensibilizar para o preenchimento correto da prescrição médica, bem como ter em conta outras informações relevantes.

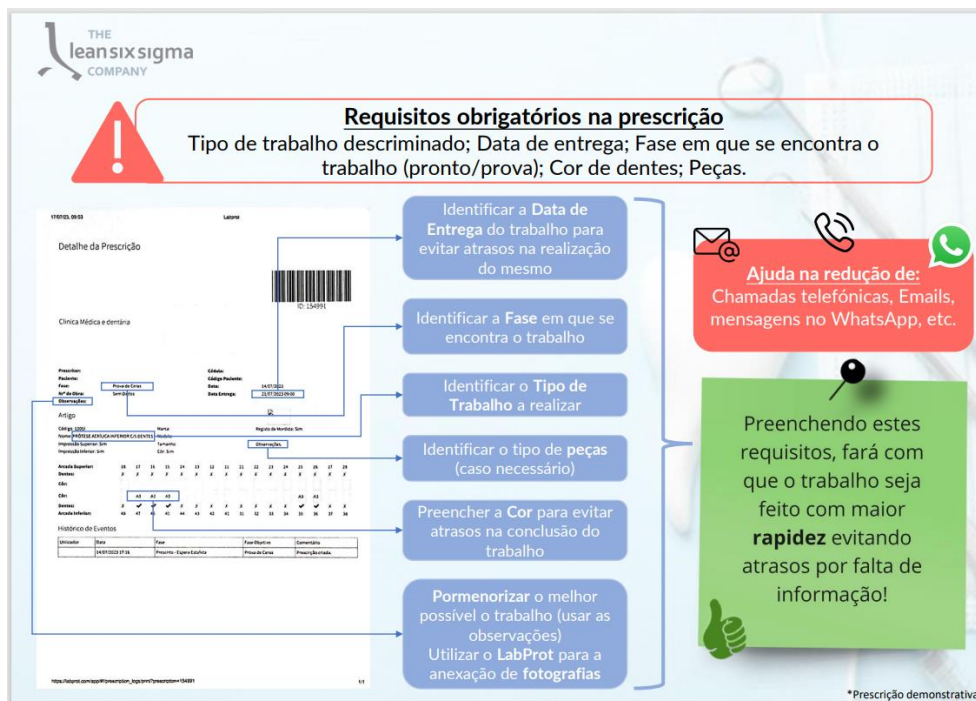


Figura 4.31 - Documento de sensibilização para os médicos dentistas

A criação desta solução permitiu uma redução do número de chamadas telefónicas efetuadas na TRIAGEM para os médicos, levando a uma redução do NPR de 35 valores. Este valor foi o mais reduzido, uma vez que o cumprimento destes requisitos tem de partir dos médicos e, sendo estes externos ao laboratório, torna-se mais difícil obter melhores resultados.

### 4.3 Análise dos resultados obtidos

A última etapa (10) corresponde à análise dos resultados obtidos com a implementação e monitorização das soluções propostas. Para além dos resultados concedidos pelos novos NPR', são representados e analisados: a evolução do KPI associado ao objetivo estratégico do estudo e os resultados, tanto das auditorias semanais de cada departamento entre 13 de julho e 17 de agosto, como de um questionário final.

Em relação aos NPR's, verificou-se uma descida significativa dos NPR antes da implementação de soluções para os NPR' calculados após esta implementação. Como referido anteriormente, as soluções "Criação de Quadros de Equipa para cada equipa/departamento onde serão realizadas reuniões diárias para controlo da operação (*Stand-Ups*)", "Ciclo de Fresagem durante a noite: Colocação dos trabalhos para os Postos Avançados (PA's) a fresar durante a noite" e "Ciclos intermédios durante o dia: Colocação dos *prettaus* que fresaram durante a noite (PA's) no forno de sinterização durante o dia, com ciclos de 3h ou 5h" foram as mais bem-sucedidas na redução do NPR. É de notar que estas soluções têm impacto em todos os departamentos e todos os colaboradores do laboratório, o que se torna fundamental para a mudança de cultura desta organização no seu todo. Por sua vez, a "Criação de documento de sensibilização dos clientes (médicos) do laboratório de forma a evitar erros/falhas de informação que suscitem dúvidas aos Técnicos da TRIAGEM" revelou ser a solução com impacto mais reduzido (a diferença entre o NPR inicial e o NPR' foi apenas igual a 70).

Em média, a diferença entre todos os NPR iniciais e os novos NPR' (última coluna da FMEA final, representada na Tabela 4.3) tem um valor de 301, o que mostra que não só todos estes indicadores tiveram uma evolução positiva, como também apresentaram uma evolução notável. No geral os índices O e D baixaram após a implementação das soluções, no entanto, a redução índice de deteção destaca-se do de ocorrência, uma vez que ocorreu uma melhoria significativa das medidas de controlo das falhas. Por sua vez, o índice de gravidade nunca se altera, uma vez que a falha é a mesma e a gravidade do seu efeito também. Além disso, foram abordadas mais de metade das causas-raiz (10 de 19) identificadas na etapa da análise de problemas: "Resistência à mudança", "Inexistência de evidências de reuniões de equipa pré-definidas", "Inexistência de KPI's para cada departamento", "Inexistência de evidências de reuniões entre departamentos e chefias pré-definidas", "Inexistência de medidas de organização / cultura 5S", "Inexistência de recursos visuais com instruções de trabalho", "Inexistência de procedimento", "Computador (PC) da TRIAGEM não permite uma análise profunda do trabalho como no CAD/CAM", "Procedimento ineficaz" e "Defeitos externos (derivados dos médicos)".

Para além deste indicador e como forma de aferir o sucesso do objetivo estratégico deste estudo, identificado com o número [10], ou seja, "Coordenação, autonomia e responsabilização individual e departamental", foi analisada a evolução do KPI associado ao mesmo, ou seja, o número de repetições de trabalhos por mês, desde o período inicial (março) e o período final (julho/agosto). Esta evolução encontra-se representada na Figura 4.32.

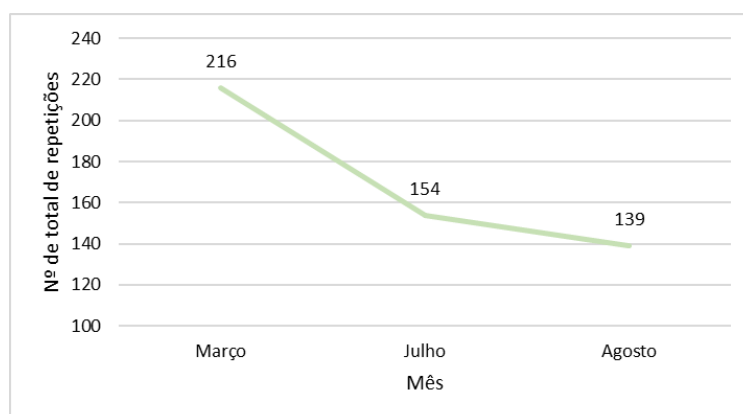


Figura 4.32 - Evolução do Nº total de repetições

Como é possível observar na Figura 4.32, esta evolução foi bastante positiva, uma vez que se verificou um decréscimo significativo do valor deste KPI desde março até julho e também de julho até agosto. Verifica-se, então, o alcance positivo do objetivo estratégico [10], com a redução de 77 repetições de trabalhos (ou seja, de defeitos) de março para agosto. Os resultados de agosto refletem melhor o impacto das soluções implementadas em relação aos resultados de julho, uma vez que algumas das soluções foram aplicadas e monitorizadas apenas durante este mês. O decréscimo deste KPI, ou seja, do número de repetições de trabalhos, é claramente uma prova de que os problemas para os quais foram propostas soluções de melhoria e que na maior parte dos casos têm efeito direto ou indireto no aumento deste KPI, foram bem ultrapassados.

As classificações obtidas nas auditorias semanais em cada departamento também mostraram uma evolução positiva, tal como mostra a Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Pontuações das auditorias de 6 semanas por departamento

Departamento	Pontuação					
	13/jul	20/jul	27/jul	03/ago	10/ago	17/ago
RECEÇÃO	71	65	69	75	105	105
CQ	73	79	85	89	113	113
CAD/CAM	65	87	101	109	111	119
CERÂMICA	73	85	91	95	101	105
ESTRUTURAS	59	73	73	75	79	85
REMOVÍVEL	63	75	85	91	117	117
GESSO	65	75	79	87	119	117
ESQUELÉTICAS	73	89	105	117	121	121
ORTODONTIA	73	87	109	117	121	121

A Figura 4.33 por sua vez representa estes resultados em percentagem e em forma de gráfico de forma a permitir uma melhor comparação entre cada semana e cada departamento. Esta percentagem foi obtida através do quociente entre a pontuação resultante e a pontuação total que seria possível obter, ou seja, 125 pontos.

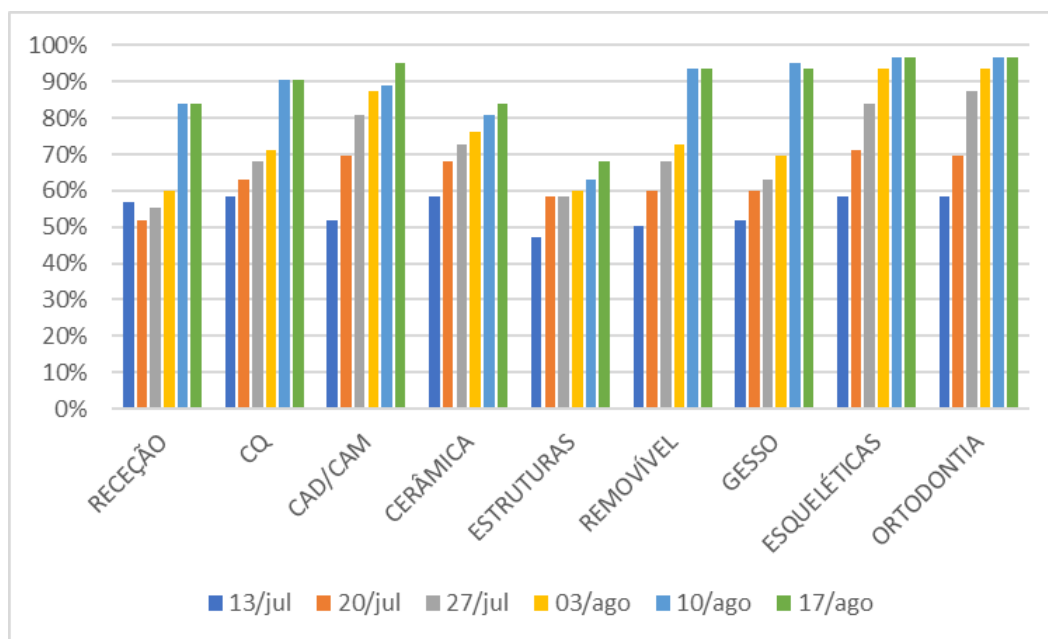


Figura 4.33 - Resultados das auditorias semanais por departamento

Verifica-se a partir da Tabela 4.6 e da Figura 4.33 que o departamento das ESTRUTURAS foi aquele onde se verificou uma evolução menos significativa, mas de qualquer das formas melhorou desde 13 de julho até 17 de agosto.

O CAD/CAM teve uma subida significativa entre 13 e 27 de julho, a qual resultou da implementação de 5S no departamento, sendo este um dos tópicos avaliados nas auditorias. A partir daí verificou-se semanalmente uma evolução positiva, mas menos significativa.

A RECEÇÃO teve uma evolução negativa entre 13 e 20 de julho, mas conseguiu evoluir positivamente a partir daí. De 3 a 10 de agosto verifica-se um aumento acentuado desta pontuação, o que acontece também no CQ.

Por sua vez, a ORTODONTIA e as ESQUELÉTICAS demonstraram ser os departamentos mais bem-sucedidos em termos de classificação nestas 6 semanas.

Em relação ao departamento da CERÂMICA, este manteve-se com uma evolução mais constante, mas sempre positiva.

Os departamentos da REMOVÍVEL e do GESSO tiveram em todas as semanas pontuações semelhantes entre eles, tendo-se verificado em ambos um aumento significativo desta classificação de 3 para 10 de agosto.

Em média, a pontuação do laboratório (no geral) foi igual a 68 na semana de 13 de julho, passando para uma pontuação de 111 na semana de 17 de agosto. Ou seja, a maturidade *Lean* do laboratório passou de "Reativa" para "Transparente" em 6 semanas (tendo em conta os critérios da auditoria representados na Figura A.14 do Anexo E e utilizados pela TLSSC PT). Nota-se também que o resultado geral da semana de 17 de agosto (111 pontos) está bastante próximo da pontuação mínima necessária para atingir a maturidade cultural "Com rotinas". Por sua vez, verifica-se que os departamentos CQ, CAD/CAM, REMOVÍVEL, GESSO, ESQUELÉTICAS e ORTODONTIA já atingiram esta maturidade.

Estes resultados mostram que a prática frequente de auditorias desenvolve um espírito de mudança e competição saudável entre departamentos e promove a criação de uma cultura de melhoria contínua em todo o laboratório. Tal acentua o sucesso da implementação dos Quadros de Equipa, do Quadro *Obeya* e do 5S, o que trouxe grandes benefícios no que diz respeito ao controlo diário da operação, à comunicação dentro da equipa e entre departamentos e chefias (gestão de topo), à organização e limpeza do espaço de trabalho e à disciplina dos colaboradores.

Adicionalmente, foi realizado um questionário final aos líderes de cada equipa e ao técnico de TRIAGEM que estiveram presentes no *Workshop de Daily Management*, de forma a avaliar o efeito das soluções implementadas. Para além de avaliar o nível de satisfação destes colaboradores, este questionário teve como objetivo analisar o efeito que o *Workshop* teve na aquisição de conhecimento acerca do *Lean* e a sua influência na implementação das reuniões diárias, Quadros de Equipa e Quadro *Obeya*. Desta forma, o questionário incidiu em mais pormenor na avaliação das soluções dos Quadros de Equipa e Quadro *Obeya* e de forma mais generalizada nas restantes soluções.

Todas as pessoas a quem era destinado o questionário, responderam ao mesmo. Destas pessoas, 57,1% delas já tinha ouvido falar em melhoria contínua antes da presença da equipa TLSSC PT no laboratório e 85,7% mudou de opinião (de forma positiva) em relação a esta filosofia com a realização do projeto.

Os restantes itens do questionário foram avaliados numa escala de 1 a 10, sendo que 1 corresponde ao pior cenário e 10 corresponde ao melhor cenário. Os resultados das respostas a estes itens estão ilustrados na Figura 4.33.

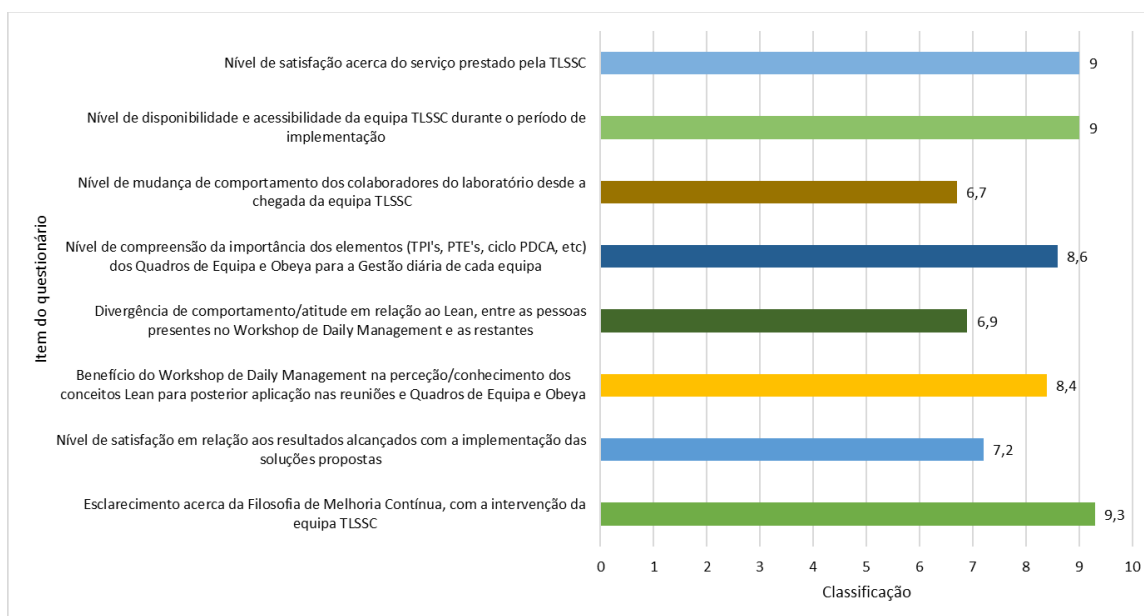


Figura 4.34 - Resultados do questionário final aos líderes de cada equipa

Verifica-se, então, que os resultados foram satisfatórios. Estes colaboradores demonstraram um nível bastante elevado de esclarecimento acerca da filosofia de melhoria contínua com a intervenção da equipa TLSSC (pontuação igual a 9,3) e de satisfação relativamente ao serviço prestado (pontuação igual a 9). Consideraram também um elevado nível de disponibilidade e acessibilidade da equipa TLSSC durante o período de implementação de soluções (pontuação igual a 9) e de satisfação em relação aos resultados alcançados com a implementação das soluções propostas (pontuação igual a 7,2).

Por sua vez, verificou-se a importância do *Workshop de Daily Management* na percepção e conhecimento dos conceitos *Lean* para posterior aplicação nas reuniões e Quadros de Equipa e *Obeya* (pontuação igual a 8,4) e também um elevado nível de compreensão da importância dos elementos (TPI's, PTE's, ciclo PDCA, etc.) dos Quadros de Equipa e *Obeya* para a Gestão diária de cada equipa. Nota-se ainda alguma divergência de comportamento e/ou atitude em relação ao *Lean*, entre as pessoas que estiveram presentes no *Workshop* e as restantes (pontuação igual a 6,9), o que comprova a importância da formação e partilha de conhecimento e conceitos do *Lean* na criação de uma cultura de melhoria contínua numa organização.

Por último, o nível de mudança de comportamento dos colaboradores do laboratório desde a chegada da equipa TLSSC revelou-se, na opinião dos líderes das equipas, médio-alto (pontuação igual a 6,7).

Em suma, verifica-se que as soluções de melhoria propostas foram bem-sucedidas tanto na sua implementação como na incorporação nas mentalidades e rotinas dos colaboradores

de todos os departamentos do Laboratório X, proporcionando uma cultura de mudança e de melhoria contínua.

A partir deste momento, todas estas soluções devem ser mantidas e monitorizadas continuamente, o que é conseguido através da realização de auditorias, com frequência ajustável tendo em conta os níveis de maturidade dos departamentos, ou seja, poderão continuar a ser semanais ou podem passar a ser quinzenais ou mensais. Para além destas soluções, a realização de reuniões, tanto nos Quadros de Equipa como no Quadro *Obeya* permitem o desenvolvimento contínuo de ações de melhoria, as quais devem ser planeadas, analisadas e mantidas, caso tenham um bom resultado (através do ciclo PDCA presente em cada Quadro de Equipa).



## CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente estudo foi realizado num laboratório de próteses dentárias português, identificado como Laboratório X, através da The Lean Six Sigma Company Portugal. O seu principal objetivo assentou na criação de soluções que permitissem melhorar e simplificar os processos do laboratório, melhorar a comunicação, autonomia, responsabilidade, capacidade de resolução de problemas e acima de tudo, promover uma cultura de melhoria contínua no Laboratório X.

Para tal, foi utilizada a metodologia aplicada pela TLSSC PT na implementação de projetos em empresas clientes, a qual é constituída por 5 fases (*Kick-Off*, *Business Case Discovery*, Definição de medidas, Implementação e Controlo). Por sua vez, estas fases compreenderam 10 etapas, sendo que em cada uma delas foram utilizadas várias ferramentas *Lean* e outras metodologias de forma a alcançar os objetivos específicos a elas associados.

Através das ferramentas CTQ e BSC, foi possível definir as necessidades dos clientes e objetivos estratégicos, sendo que a coordenação, autonomia e responsabilização individual e departamental foi definido como sendo o objetivo estratégico deste estudo, cujo sucesso geral foi aferido através do KPI correspondente ao número de repetições mensal.

A utilização de ferramentas como o BPMN, o diagrama de esparguete e auditorias 5S permitiu a identificação de 42 problemas. Estes problemas foram associados a 19 causas-raiz, através da técnica *5 Why's*, destacando-se a inexistência de meio de comunicação digital comum, a ausência de um sistema de gestão de *stocks* e um procedimento ineficaz.

A metodologia FMEA, por sua vez, permitiu a priorização destes problemas, sendo que os mais prioritários revelaram ser a subutilização de máquinas de fresagem, a subutilização dos fornos de sinterização e a falta de controlo diário da operação.

Para os 18 problemas triados foram propostas 27 ações de melhoria. Estas ações foram priorizadas, através do diagrama de Esforço-Impacto, resultando 14 soluções, tais como, a criação de Quadros de Equipa, de um Quadro *Obeya*, de um programa 5S, de recursos visuais (OPL's), alteração e criação de procedimentos, entre outras. Estas ações foram, de seguida, atribuídas a planos de ação, através da ferramenta 5W1H.

Após a implementação e monitorização destas soluções, concluiu-se que todas elas permitiram uma redução do risco associado aos problemas, ou seja, todos os valores de NPR iniciais (antes da implementação das soluções propostas) diminuíram e a maior parte significativamente. A criação de Quadros de Equipa com reuniões diárias para controlo da operação e os ciclos intermédios de fresagem e de forno de sinterização foram as soluções que mais se destacaram na redução do NPR, com valores de 448 e 416 de diferença entre o NPR inicial e o NPR', respetivamente.

Para além disso, verificou-se que o objetivo estratégico associado a este estudo foi cumprido com sucesso, uma vez que o KPI correspondente ao número de repetições mensal e a ele associado teve uma evolução positiva, ou seja, este valor passou de 216 para 139 repetições, desde março até agosto.

Os resultados das auditorias semanais mostraram também um aumento significativo da maturidade *Lean* de cada departamento e do laboratório. A pontuação geral do laboratório, correspondente à média das pontuações dos departamentos, passou de 68 na semana de 13 de julho para 111 na semana de 17 de agosto, o que resultou numa alteração da maturidade *Lean* do laboratório, de "Reativa" para "Transparente" (tendo em conta a classificação utilizada pela TLSSC PT). Tal resultado demonstra o sucesso da implementação das soluções no envolvimento, participação, autonomia, comunicação e motivação dos trabalhadores na definição de ações de melhoria e mudança de cultura. Um exemplo disto é que, no final do projeto de transformação, os colaboradores já estavam habituados a participar nas reuniões diárias de equipa e a registar e acompanhar os indicadores, compreendendo os benefícios da gestão diária. Paralelamente, foram também identificadas diversas ações de melhoria definidas e implementadas internamente, tal como o 5S nos restantes departamentos.

Por fim, o sucesso da implementação das soluções também foi evidenciado através dos resultados obtidos no questionário, o qual revelou um elevado nível de esclarecimento dos colaboradores acerca da filosofia *Lean* com a intervenção da equipa TLSSC, de satisfação acerca do serviço prestado e em relação aos resultados alcançados com a implementação das soluções propostas. Por sua vez, verificou-se a importância do *Workshop* de *Daily*

*Management* na percepção dos conceitos *Lean* para posterior aplicação nas reuniões, Quadros de Equipa e *Obeya*, o que vem reforçar os benefícios da formação na mudança de cultura.

Tendo em consideração os resultados alcançados e os problemas identificados ao longo deste estudo e dado algumas restrições de tempo, há ainda algumas recomendações que podem ser exploradas no futuro.

Recomenda-se o acompanhamento, por parte da gestão de topo, das reuniões diárias e semanais e registo de TPI's e dos elementos dos quadros de equipa. Considerando a natureza operacional das lideranças das equipas e apesar de já se notar uma evolução muito positiva, é evidente que ainda precisam de aprimorar as suas habilidades para desenvolver atividades de melhoria de forma autónoma. Neste sentido, é fundamental, pelo menos numa fase inicial, um apoio e acompanhamento da gestão de topo ao longo das reuniões realizadas tanto nos Quadros de Equipa como no *Obeya*.

A atualização ou adição de itens nas auditorias de melhoria contínua, no sentido de promover sempre uma evolução e monitorização das novas ações de melhoria implementadas, deve também ter-se em consideração.

Sugere-se a implementação de 5S em todos os departamentos do laboratório, seguindo as práticas apresentadas no *workshop* 5S e utilizadas na sua aplicação no CAD/CAM.

Seria bastante útil a criação de um sistema/programa de comunicação digital comum entre as clínicas e/ou médicos e o laboratório com todas as informações necessárias para a produção (folha de obra, prescrição, etc.), através da distribuição de *tablets* a cada técnico ou da colocação de ecrãs em cada departamento para possível consulta por todos. Tal pode ser possível através de um *upgrade* do *labprot*.

Por outro lado, recomenda-se o estudo das cadências produtivas para cada tipo de trabalho, desde a sua entrada no laboratório até à sua saída, de forma a permitir um planeamento e distribuição dos trabalhos pelos técnicos de forma mais rigorosa, justa e realista.

Por fim, de forma a tornar o fluxo de peças e materiais mais fluído e eficiente e menos complexo, sugere-se a criação de um sistema de gestão de *stocks*, no *Excel* ou no *Infoprotese*, para que seja possível dar baixa automática de peças ou materiais, através da picagem de um código de barras associado a cada um deles.



## BIBLIOGRAFIA

- Afonso, H., & Cabrita, M. do R. (2015). Developing a Lean Supply Chain Performance Framework in a SME: A Perspective Based on the Balanced Scorecard. *Procedia Engineering*, 131, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.389>
- Al-Aomar, R. (2011). Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Applying-5S-Lean-Technology%3A-An-Infrastructure-for-Al-Aomar/2f7755b9a2701f639c90d67888fd9625a47112b6>
- Alsaadi, M., Lisitsa, A., & Qasaimeh, M. (2019). Minimizing the ambiguities in medical devices regulations based on software requirement engineering techniques. *Proceedings of the Second International Conference on Data Science, E-Learning and Information Systems*, 1–5. <https://doi.org/10.1145/3368691.3368709>
- Al-Samarraie, H., & Hurmuzan, S. (2018). A review of brainstorming techniques in higher education. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 78–91. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.002>
- Antony, J., Sunder, M. V., Laux, C., Cudney, E., Antony, J., Sunder, M. V., Laux, C., & Cudney, E. (2019). Lean Six Sigma Project Selection and Prioritisation. Em *The Ten Commandments of Lean Six Sigma* (pp. 17–27). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-78973-687-820191004>
- Arromba, A., Teixeira, L., & Xambre, A. (2019). *Information Flows Improvement in Production Planning Using Lean Concepts and BPMN an Exploratory Study in Industrial Context*. 206–211. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760699>
- Bayo-Moriones, A., Bello Pintado, A., & Merino, J. (2010). 5S use in manufacturing plants: Contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27, 217–230. <https://doi.org/10.1108/02656711011014320>
- Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Murugaiah, U. (2015). The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 419–435. <https://doi.org/10.1108/JQME-09-2013-0062>

- Bhat, S., Bhat, S., Raju, R., D'Souza, R., & K.g., B. (2020). Collaborative Learning for Outcome Based Engineering Education: A Lean Thinking Approach. *Procedia Computer Science*, 172, 927–936. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.134>
- Biskupska, D., & Ratnayake, R. M. (2019). *On the Need for Effective Lean Daily Management in Engineering Design Projects: Development of a Framework*. 789–794. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978660>
- Bjerke, M. B., & Renger, R. (2017). Being smart about writing SMART objectives. *Evaluation and Program Planning*, 61, 125–127. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2016.12.009>
- Chaple, A. P., Narkhede, B. E., Akarte, M. M., & Raut, R. (2018). Modeling the lean barriers for successful lean implementation: TISM approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(1), 98–119. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2016-0063>
- Chia, A., Goh, M., & Hum, S. (2009). Performance measurement in supply chain entities: Balanced scorecard perspective. *Benchmarking: An International Journal*, 16(5), 605–620. <https://doi.org/10.1108/14635770910987832>
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Dalton, J. (2019). Gemba Walks. Em J. Dalton (Ed.), *Great Big Agile: An OS for Agile Leaders* (pp. 173–174). Apress. [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4206-3\\_31](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4206-3_31)
- Daneshjo, N., Rudy, V., Malega, P., & Krnáčová, P. (2021). Application of Spaghetti Diagram in Layout Evaluation Process: A Case Study. *TEM Journal*, 10, 573–582. <https://doi.org/10.18421/TEM102-12>
- Dekier, Ł. (2012). The Origins and Evolution of Lean Management System. *JOURNAL OF INTERNATIONAL STUDIES*, 5, 46–51. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2012/5-1/6>
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2, Part 2), 7668–7677. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- ELlithy, M. H., Alsamani, O., Salah, H., Opinion, F. B., & Abdelghani, L. S. (2023). Challenges experienced during pharmacy automation and robotics implementation in JCI

- accredited hospital in the Arabian Gulf area: FMEA analysis-qualitative approach. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 31(9), 101725. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2023.101725>
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Geum, Y., Cho, Y., & Park, Y. (2011). A systematic approach for diagnosing service failure: Service-specific FMEA and grey relational analysis approach. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(11), 3126–3142. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.07.042>
- Gil Vilda, F., Yagüe-Fabra, J. A., & Sunyer Torrents, A. (2020). An in-plant milk-run design method for improving surface occupation and optimizing mizusumashi work time. *CIRP Annals*, 69(1), 405–408. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.03.012>
- Gil-Vilda, F., Sune, A., Yagüe-Fabra, J. A., Crespo, C., & Serrano, H. (2017). Integration of a collaborative robot in a U-shaped production line: A real case study. *Procedia Manufacturing*, 13, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.015>
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Huang, J., You, J.-X., Liu, H.-C., & Song, M.-S. (2020). Failure mode and effect analysis improvement: A systematic literature review and future research agenda. *Reliability Engineering & System Safety*, 199, 106885. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106885>
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Saniuk, A. (2018). How to Make Maintenance Processes More Efficient Using Lean Tools? Em R. H. M. Goossens (Ed.), *Advances in Social & Occupational Ergonomics* (pp. 9–20). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0_2)
- Jayaram, J., Vickery, S., & Droge, C. (2008). Relationship Building, Lean Strategy and Firm Performance: An Exploratory Study in the Automotive Supplier Industry. *International Journal of Production Research - INT J PROD RES*, 46, 5633–5649. <https://doi.org/10.1080/00207540701429942>
- Jolayemi, J. K. (2008). Hoshin kanri and hoshin process: A review and literature survey. *Total Quality Management & Business Excellence*, 19(3), 295–320. <https://doi.org/10.1080/14783360701601868>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2001). *The Strategy-focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment*. Harvard Business Press.

- 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>
- Kennedy, R. K. (2018). *Understanding, Measuring, and Improving Daily Management: How to Use Effective Daily Management to Drive Significant Process Improvement*. Productivity Press. <https://doi.org/10.4324/9780429491672>
- Kumar, M., Antony, J., & Rae Cho, B. (2009). Project selection and its impact on the successful deployment of Six Sigma. *Business Process Management Journal*, 15(5), 669–686. <https://doi.org/10.1108/14637150910987900>
- Kurganov, V., Sai, V., Gryaznov, M., & Dorofeev, A. (2021). The Emergence and Development of Lean Thinking in Transport Services. *Transportation Research Procedia*, 54, 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.077>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *The Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Lisbôa, M. G. P., & Godoy, L. (2012). Aplicação do Método 5W2H no Processo Produtivo do Produto: A Joia. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 4, 32–47. <https://doi.org/10.13084/2175-8018.v04n07a03>
- Liu, H.-C., Zhang, L.-J., Ping, Y.-J., & Wang, L. (2020). Failure mode and effects analysis for proactive healthcare risk evaluation: A systematic literature review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 26(4), 1320–1337. <https://doi.org/10.1111/jep.13317>
- Lopes Silva, D. A., Delai, I., Soares de Castro, M. A., & Ometto, A. R. (2013). Quality tools applied to Cleaner Production programs: A first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*, 47, 174–187. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.026>
- Mann, D. (2010). *Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversions, Second Edition* (2nd edition). Productivity Press.
- Maruta, R. (2012). Maximizing Knowledge Work Productivity: A Time Constrained and Activity Visualized PDCA Cycle. *Knowledge and Process Management*, 19. <https://doi.org/10.1002/kpm.1396>
- Masai, P., Parrend, P., & Zanni-Merk, C. (2015). Towards a Formal Model of the Lean Enterprise. *Procedia Computer Science*, 60, 226–235. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.122>

- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Meran, R., John, A., Roenpage, O., & Staudter, C. (2013). *Six Sigma+Lean Toolset: Mindset for Successful Implementation of Improvement Projects* (S. Lunau, Ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-35882-1>
- 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>
- Muotka, S., Togiani, A., & Varis, J. (2023). A Design Thinking Approach: Applying 5S Methodology Effectively in an Industrial Work Environment. *Procedia CIRP*, 119, 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.103>
- Murugaiah, U., Jebaraj Benjamin, S., Srikamaladevi Marathamuthu, M., & Muthaiyah, S. (2010). Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(5), 527–540. <https://doi.org/10.1108/02656711011043517>
- Netland, T. H. (2016). Critical success factors for implementing lean production: The effect of contingencies. *International Journal of Production Research*, 54(8), 2433–2448. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1096976>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. CRC Press.
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (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>
- Osborn, A. F. (1957). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking*. Scribner.
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Pietrzak, M., & Paliszkievicz, J. (2015). Framework of Strategic Learning: PDCA Cycle. *Management*, 10.
- Putman, V. L., & Paulus, P. B. (2009). Brainstorming, Brainstorming Rules and Decision Making. *The Journal of Creative Behavior*, 43(1), 29–40. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2009.tb01304.x>
- Ramdass, K. (2015). Integrating 5S principles with process improvement: A case study. *2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 1908–1917. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273045>

- Recker, J., Rosemann, M., Indulska, M., & Green, P. (2009). Business Process Modeling- A Comparative Analysis. *Journal of the Association of Information Systems*, 10. <https://doi.org/10.17705/1jais.00193>
- Rother, M., Shook, J., Womack, J., & Jones, D. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA* (1st edition). Lean Enterprise Institute.
- Safari, H., Faraji, Z., & Majidian, S. (2016). Identifying and evaluating enterprise architecture risks using FMEA and fuzzy VIKOR. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 27(2), 475–486. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-0880-0>
- Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(3), 358–366. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.04.001>
- Sawhney, R., Subburaman, K., Sonntag, C., Rao Venkateswara Rao, P., & Capizzi, C. (2010). A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(7), 832–855. <https://doi.org/10.1108/02656711011062417>
- Senderská, K., Mareš, A., & Václav, Š. (2017). *Spaghetti diagram application for workers' movement analysis*. 79, 139–150.
- Seyedhosseini, S. M., Taleghani, A. E., Bakhsha, A., & Partovi, S. (2011). Extracting leanness criteria by employing the concept of Balanced Scorecard. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10454–10461. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.02.095>
- Sharma, A., Chouhan, A., Pavithran, L., Chadha, U., & Selvaraj, S. K. (2021). Implementation of LSS framework in automotive component manufacturing: A review, current scenario and future directions. *Materials Today: Proceedings*, 46, 7815–7824. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.374>
- Sly, D. (2018). Integrating 3D Product Models with Assembly Line Balancing Via Process Consumption. *Procedia Manufacturing*, 17, 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.034>
- Smith, H., & Fingar, P. (2007). *Business Process Management: The Third Wave*. Meghan-Kiffer Press.
- Sohal, A. S., & Egglestone, A. (1994). Lean Production: Experience among Australian Organizations. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(11), 35–51. <https://doi.org/10.1108/01443579410068639>
- Szwedzka, K., & Kaczmarek, J. (2018). One Point Lesson as a Tool for Work Standardization and Optimization—Case Study. Em R. H. M. Goossens (Ed.), *Advances in Social &*

- Occupational Ergonomics* (pp. 21–31). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0_3)
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Thangarajoo, Y. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 04. <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159~>
- The Lean Six Sigma Company (2023), <https://www.theleansixsigmacompany.pt/en/about-us/>,  
 acedido a 05/06/2023
- Ventura, K. S., & Suquisaqui, A. B. V. (2019). Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. *Ambiente Construído*, 20, 333–349. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000100378>
- Victor B. de Souza, R., & Cesar R. Carpinetti, L. (2014). A FMEA-based approach to prioritize waste reduction in lean implementation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(4), 346–366. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2012-0058>
- Vinarcik, E. J. (2009). *Applying Lean Manufacturing Principles & Tools to Laboratory Operations*. 2009-01–1191. <https://doi.org/10.4271/2009-01-1191>
- Wahjoedi, T. (2023). *Daily Management System as Corporate Culture for Organizational Sustainability*. 4, 3978–3985.
- White, S. (2004). *Business Process Modeling Notation (BPMN), Version 1.0*. [https://www.semanticscholar.org/paper/Business-Process-Modeling-Notation-\(BPMN\)%2C-Version-White/9b31fc9053f8e49e91474d691b94f515f08ecf](https://www.semanticscholar.org/paper/Business-Process-Modeling-Notation-(BPMN)%2C-Version-White/9b31fc9053f8e49e91474d691b94f515f08ecf)
- Witcher, B., & Butterworth, R. (1999). Hoshin Kanri: How Xerox manages. *Long Range Planning*, 32(3), 323–332. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00036-9](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00036-9)
- Womack, J. P. (2015). *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together* (Reprint edition). Free Press.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking, 1st Ed.* Taylor & Francis.
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D., & Technology, M. I. of. (1990). *Machine that Changed the World*. Simon and Schuster.



Anexo A. BPMN construído para o Laboratório X

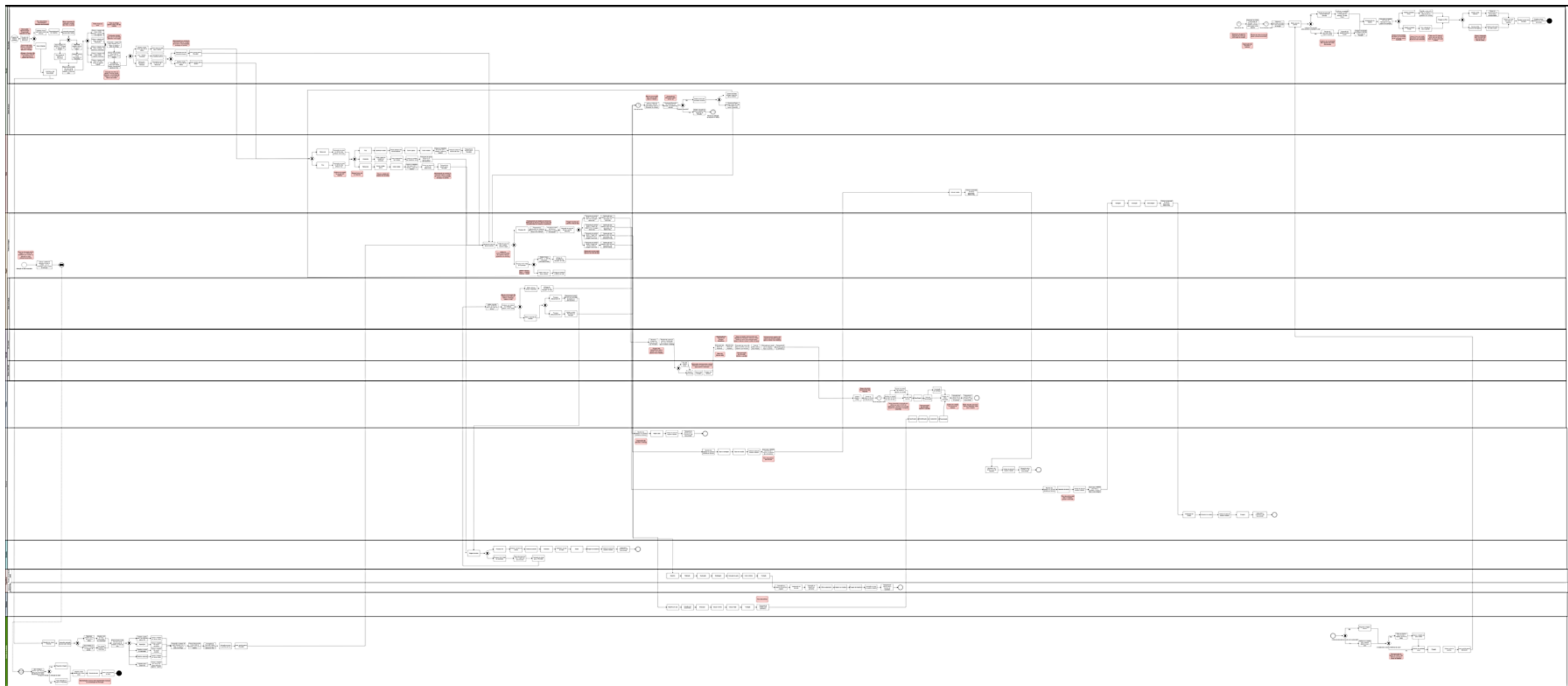


Figura A.1 - BPMN do Laboratório X

## Anexo B. Auditorias iniciais 5S



Data:

Departamento:

Auditor:

Avaliação (pontos):

<b>1º S (SEIRI - TRIAGEM)</b>	Pontos (0-5)
1. Não existem materiais de referência irrelevantes, documentos, desenhos, entre outros, na bancada	
2. Não são utilizados, em excesso, materiais de referência, documentos, folhas de obra, entre outros.	
3. Não existe excesso de equipamento, documentos, materiais, entre outros, no departamento.	
4. A área de armazenamento é definida para guardar apenas materiais e artigos necessários à produção atual.	
5. As bancadas e os armários estão livres de acumulação de papéis e outros objetos desnecessários.	
6. Existem e estão a ser seguidas normas para a eliminação de itens desnecessários.	
<b>SOMA</b>	
<b>2º S (SEITON - ORGANIZAÇÃO)</b>	Pontos (0-5)
7. Todas as ferramentas, equipamentos, materiais, peças e trabalhos são guardados num local fixo.	
8. As ferramentas, equipamentos, materiais, peças e trabalhos estão bem organizados de modo a facilitar a sua recolha e devolução.	
9. A etiquetagem/arrumação dos armários, prateleiras e ficheiros permite uma identificação imediata.	
10. As prateleiras/armários estão arrumados, sem desordem, etiquetados e atualizados.	
11. O equipamento de segurança está facilmente acessível e em bom estado.	
<b>SOMA</b>	
<b>3º S (SEISO - LIMPEZA)</b>	Pontos (0-5)
12. O pavimento é mantido limpo e sem sinais de danos.	
13. As paredes e os tetos estão em bom estado e isentos de sujidade e pó.	
14. As estantes e os armários são mantidos limpos e em boas condições.	
15. O equipamento e as ferramentas são mantidos limpos e em boas condições.	
16. As bancadas, mesas e outro mobiliário são mantidos limpos.	
17. A iluminação é suficiente e o ângulo e a intensidade da iluminação são adequados.	
18. Existe uma boa circulação de ar na divisão.	
19. Os contentores do lixo são esvaziados regularmente.	
<b>SOMA</b>	
<b>4º S (SEIKETSU - PADRONIZAÇÃO)</b>	Pontos (0-5)
20. São utilizados controlos visuais e painéis de exposição, que são regularmente atualizados.	
21. Existem procedimentos para manter os três primeiros S's.	
22. As listas de controlo, os horários e as rotinas dos 5S estão definidos e a ser utilizados.	
23. Todos conhecem as suas responsabilidades, quando e como.	
24. Estão a ser realizadas auditorias regulares utilizando listas de controlo e medidas.	
<b>SOMA</b>	
<b>5º S (SHITSUKE - DISCIPLINA)</b>	Pontos (0-5)
25. O 5S parece ser um modo de vida e não apenas uma rotina.	
26. Estão a ser apresentadas evidências de sucesso (ou seja, fotografias do antes e do depois).	
27. As recompensas e o reconhecimento fazem parte do Sistema 5S.	

Legenda pontuação de itens: De 0 a 5, sendo que 0 corresponde ao incumprimento do critério e 5 corresponde ao cumprimento total do critério.

Figura A.2 - Template Auditoria 5S

Data: 3/04/2023  
 Departamento: CAD/CAM

Auditor: Raquel Chaparro  
 Avaliação (pontos): 25 (18%)

1° S (SEIRI – TRIAGEM)		Pontos (0-5)
1.	Não existem materiais de referência irrelevantes, documentos, desenhos, entre outros, na bancada	0
2.	Não são utilizados, em Sistem, materiais de referência, documentos, folhas de obra, entre outros.	3
3.	Não existe Sistem de equipamentos, documentos, materiais, entre outros, no departamento.	0
4.	A área de armazenamento é definida para guardar apenas materiais e artigos necessários à produção atual.	0
5.	As bancadas e os armários estão livres de acumulação de papéis e outros objetos desnecessários.	0
6.	Existem e estão a ser seguidas normas para a eliminação de itens desnecessários.	0
<b>SOMA</b>		<b>3</b>
2° S (SEITON – ORGANIZAÇÃO)		Pontos (0-5)
7.	Todas as ferramentas, equipamentos, materiais, peças e trabalhos são guardados num local fixo.	3
8.	As ferramentas, equipamentos, materiais, peças e trabalhos estão bem organizados de modo a facilitar a sua recolha e devolução.	0
9.	A etiquetagem/armarção dos armários, prateleiras e ficheiros permite uma identificação imediata.	0
10.	As prateleiras/armários estão arrumados, sem desordem, etiquetados e atualizados.	0
11.	O equipamento de segurança está facilmente acessível e em bom estado.	5
<b>SOMA</b>		<b>8</b>
3° S (SEISO – LIMPEZA)		Pontos (0-5)
12.	O pavimento é mantido limpo e sem sinais de danos.	0
13.	As paredes e os tetos estão em bom estado e isentos de sujidade e pó.	3
14.	As estantes e os armários são mantidos limpos e em boas condições.	0
15.	O equipamento e as ferramentas são mantidos limpos e em boas condições.	0
16.	As bancadas, mesas e outro mobiliário são mantidos limpos.	0
17.	A iluminação é suficiente e o ângulo e a intensidade da iluminação são adequados.	3
18.	Existe uma boa circulação de ar na divisão.	3
19.	Os contentores do lixo são esvaziados regularmente.	5
<b>SOMA</b>		<b>14</b>
4° S (SEIKETSU – PADRONIZAÇÃO)		Pontos (0-5)
20.	São utilizados controlos visuais e painéis de exposição, que são regularmente atualizados.	0
21.	Existem procedimentos para manter os três primeiros S's.	0
22.	As listas de Sistema, os horários e as rotinas dos 5S estão definidos e a ser utilizados.	0
23.	Todos conhecem as suas responsabilidades, quando e como.	0
24.	Estão a ser realizadas auditorias regulares utilizando listas de Sistema e medidas.	0
<b>SOMA</b>		<b>0</b>
5° S (SHITSUKE – DISCIPLINA)		Pontos (0-5)
25.	O 5S parece ser um modo de vida e não apenas uma rotina.	0
26.	Estão a ser apresentadas evidências de sucesso (ou seja, fotografias do antes e do depois).	0
27.	As recompensas e o reconhecimento fazem parte do Sistema 5S.	0
<b>SOMA</b>		<b>0</b>

Legenda pontuação de itens: De 0 a 5, sendo que 0 corresponde ao incumprimento do critério e 5 corresponde ao cumprimento total do critério.

Figura A.3 - Auditoria 5S - CAD/CAM

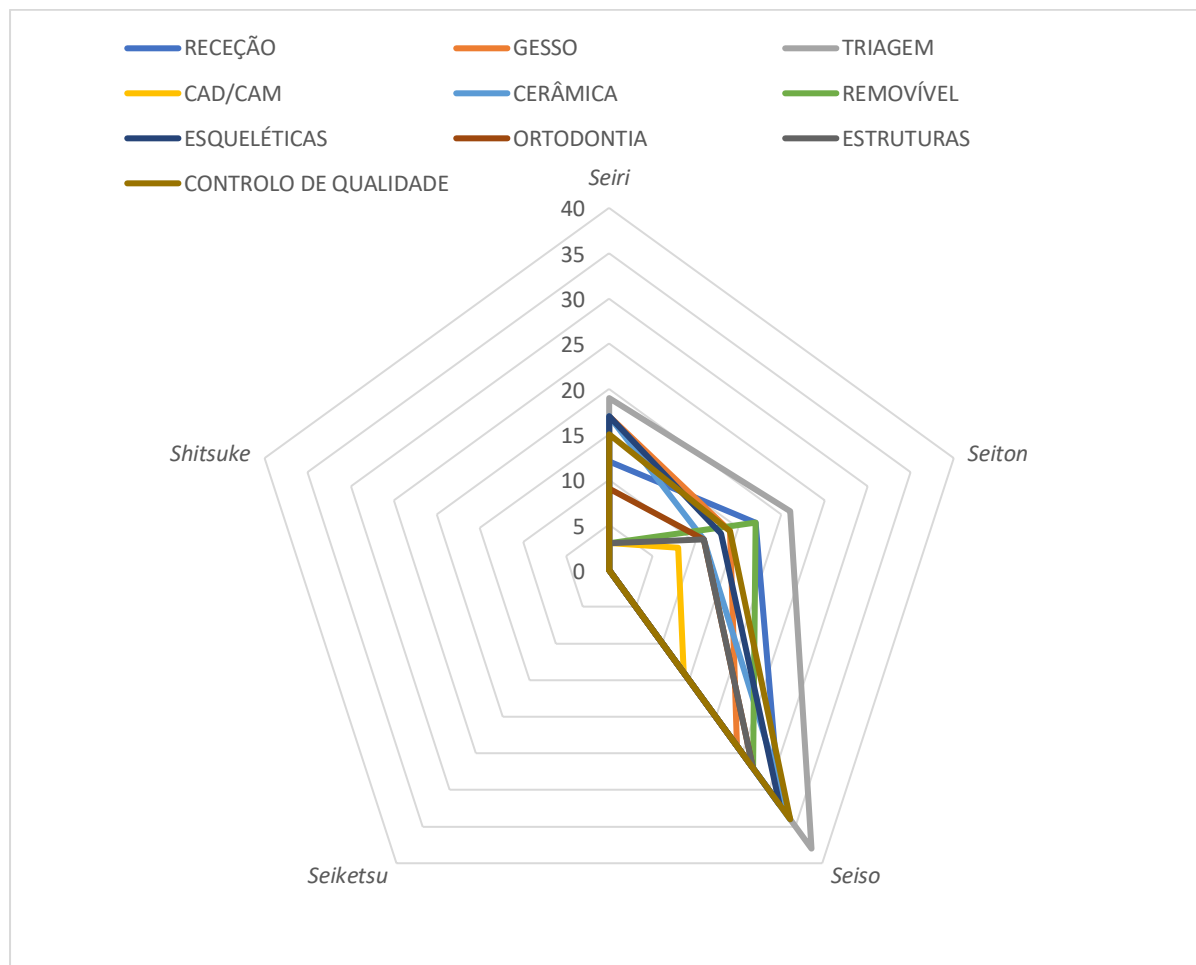


Figura A.4 - Maturidade 5S por departamento

## Anexo C. Análise do Diagrama de Esparguete

Tabela A.1 - Análise do Diagrama de Esparguete

#	Departamentos	Metros	Motivo da deslocação
1	TRIAGEM + CAD/CAM + REMOVÍVEL	67,9	Repetição + Folha de obra mal preenchida pela TRIAGEM + Folhas para faturar
2	RECEÇÃO	28	Correção de faturação
3	CERÂMICA + RECEÇÃO	63,7	Alteração de data + Folha para faturar e Expedição de caixa verde
4	RECEÇÃO + REMOVÍVEL	42,7	Requisição de folhas de obra para faturar; Correção de folhas de obra
5	RECEÇÃO + REMOVÍVEL + ESQUELÉTICAS	63,7	Procura de caixas verdes
6	RECEÇÃO	28	Procura de Diretor de Produção
7	RECEÇÃO	12,6	Alteração de data e transporte de caixa para expedição
8	RECEÇÃO	23,1	Transporte de caixa das Fixas
9	REMOVÍVEL	6,3	Procura de trabalhos para faturar
10	REMOVÍVEL	7	Procura de trabalhos para faturar
11	RECEÇÃO	12,6	Alteração de data
12	RECEÇÃO	20,3	Transporte de caixa para expedição + Alteração de data
13	RECEÇÃO + REMOVÍVEL + RECEÇÃO + CERÂMICA	68,6	Erro no Polimento + Trabalhos para faturar + Caixas para expedição
14	REMOVÍVEL + RECEÇÃO	35,7	Alteração de data
15	RECEÇÃO + REMOVÍVEL	18,9	Procura de caixa verde
16	REMOVÍVEL + RECEÇÃO	35	Ajuda a Rececionista
17	REMOVÍVEL + CERÂMICA + ESQUELÉTICAS + TRIAGEM + CAD/CAM + RECEÇÃO	40,6	Distribuição de etiquetas de correção de datas (Alteração de data) + Recolha de folhas para faturação
18	REMOVÍVEL + CERÂMICA	16,8	Dúvida / Erro na CERÂMICA
19	RECEÇÃO	27,3	Faturação para dia seguinte
20	REMOVÍVEL + RECEÇÃO	16,8	Procura de trabalhos que faltam faturar - junto dos técnicos
21	RECEÇÃO	35	Alteração de data
22	TRIAGEM + RECEÇÃO	38,5	Dúvidas sobre informação
23	REMOVÍVEL + TRIAGEM	42	Alteração de data
	TOTAL	<b>751,1</b>	

## Anexo D. Aplicação de 5 Why's

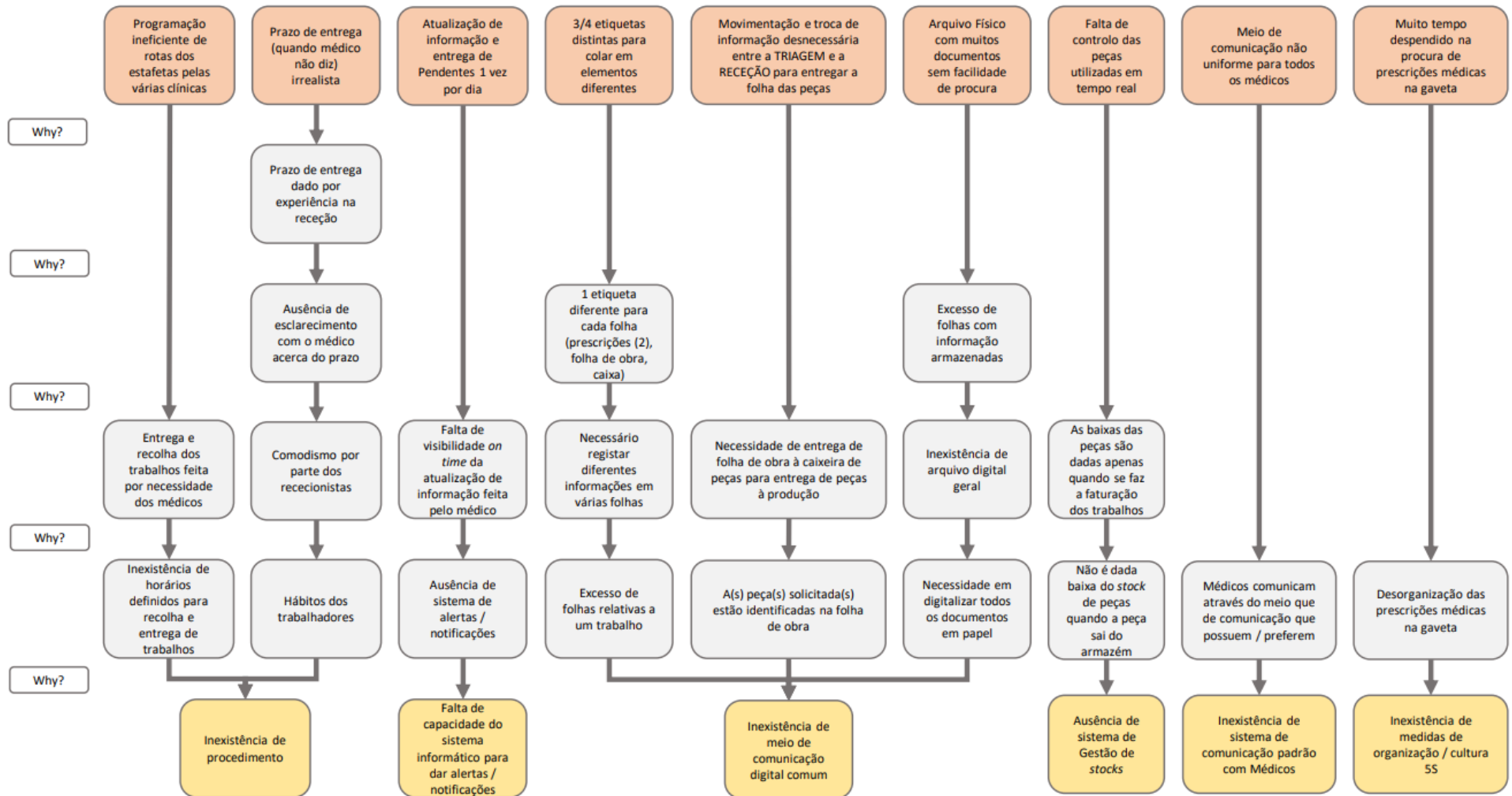


Figura A.5 - Aplicação da ferramenta 5W - RECEÇÃO

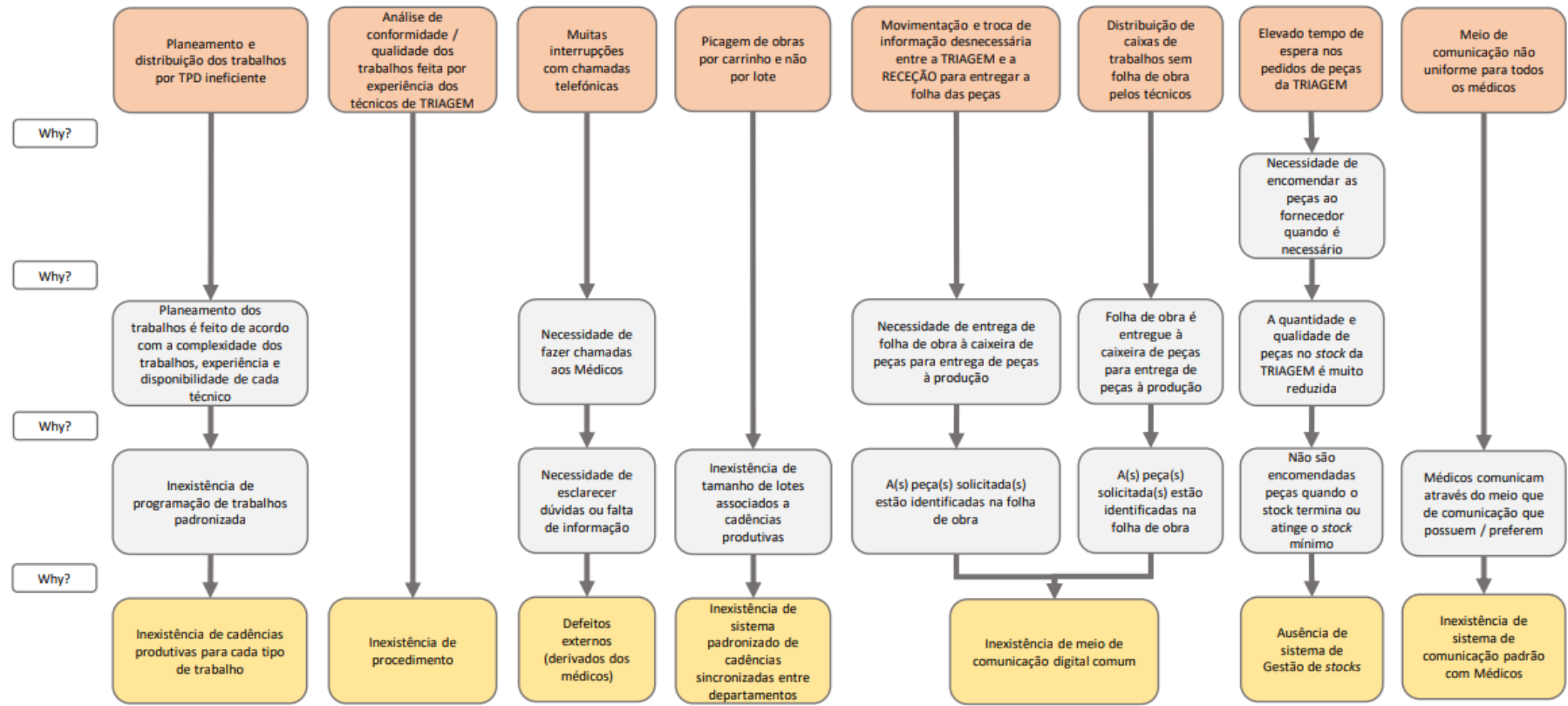


Figura A.6 - Aplicação da ferramenta 5W - TRIAGEM

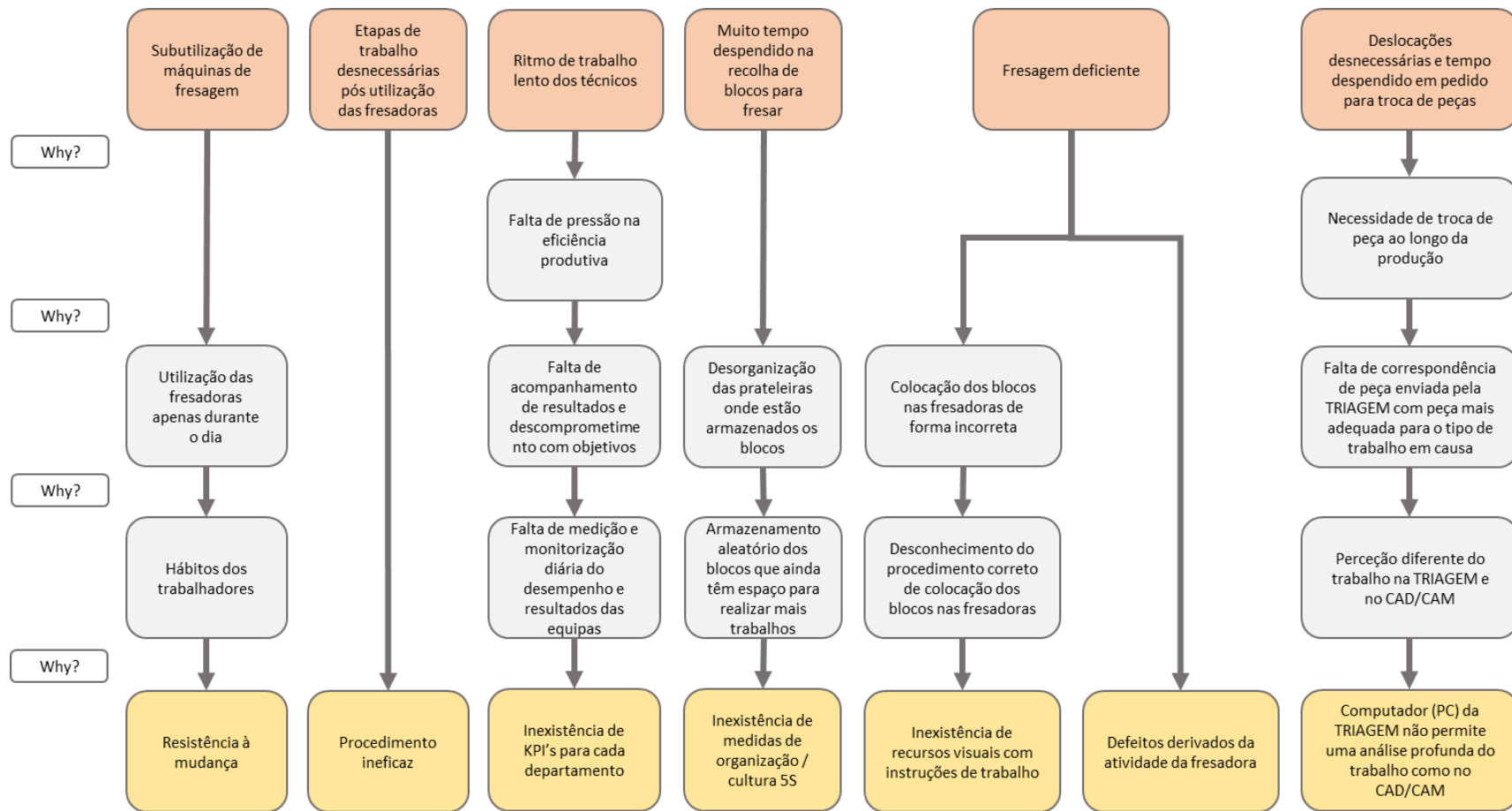


Figura A.7 - Aplicação da ferramenta 5W - CAD/CAM

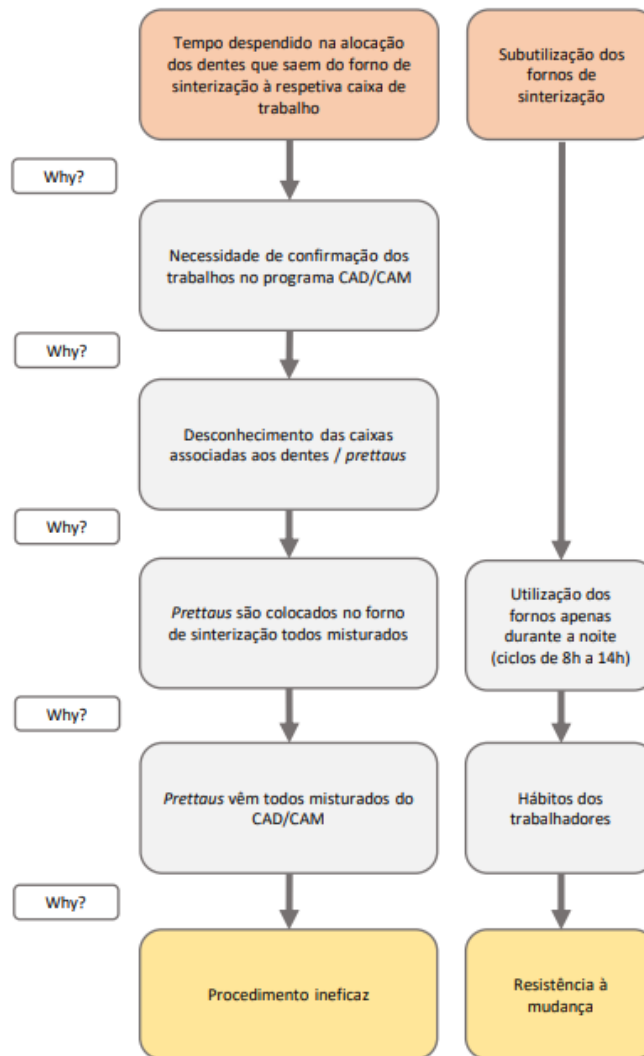


Figura A.8 - Aplicação da ferramenta 5W - CERÂMICA

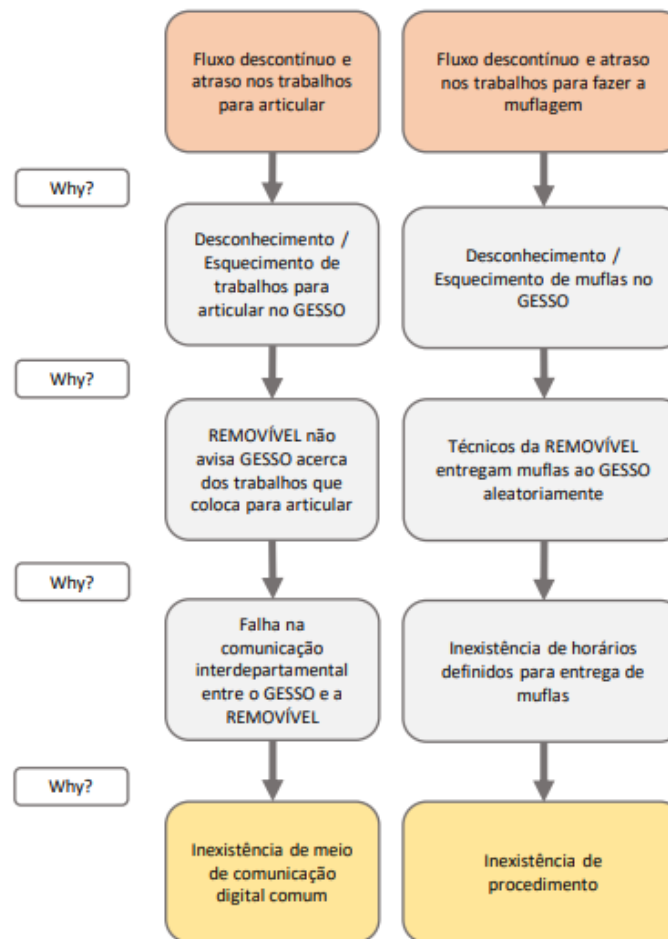


Figura A.9 - Aplicação da ferramenta 5W - REMOVÍVEL

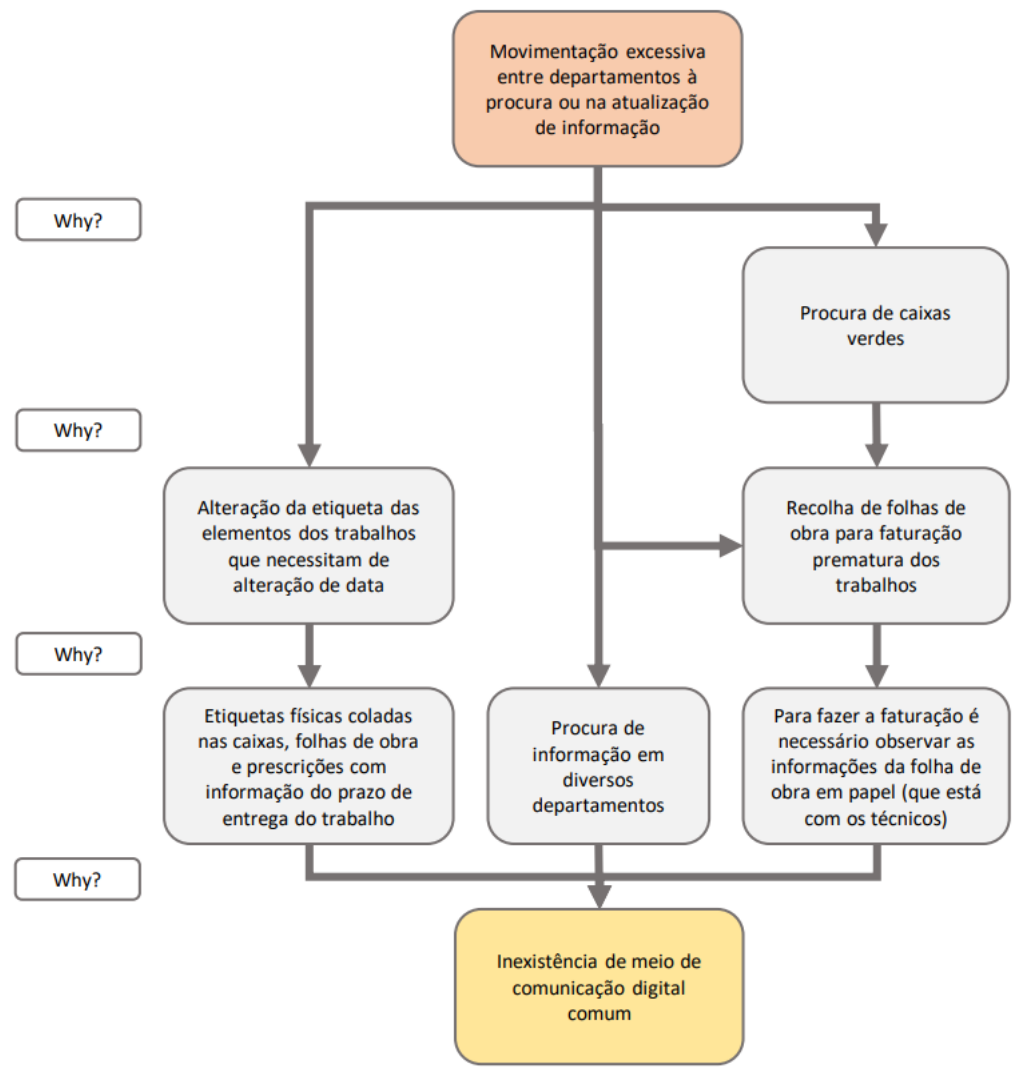


Figura A.10 - Aplicação da ferramenta 5W - CQ

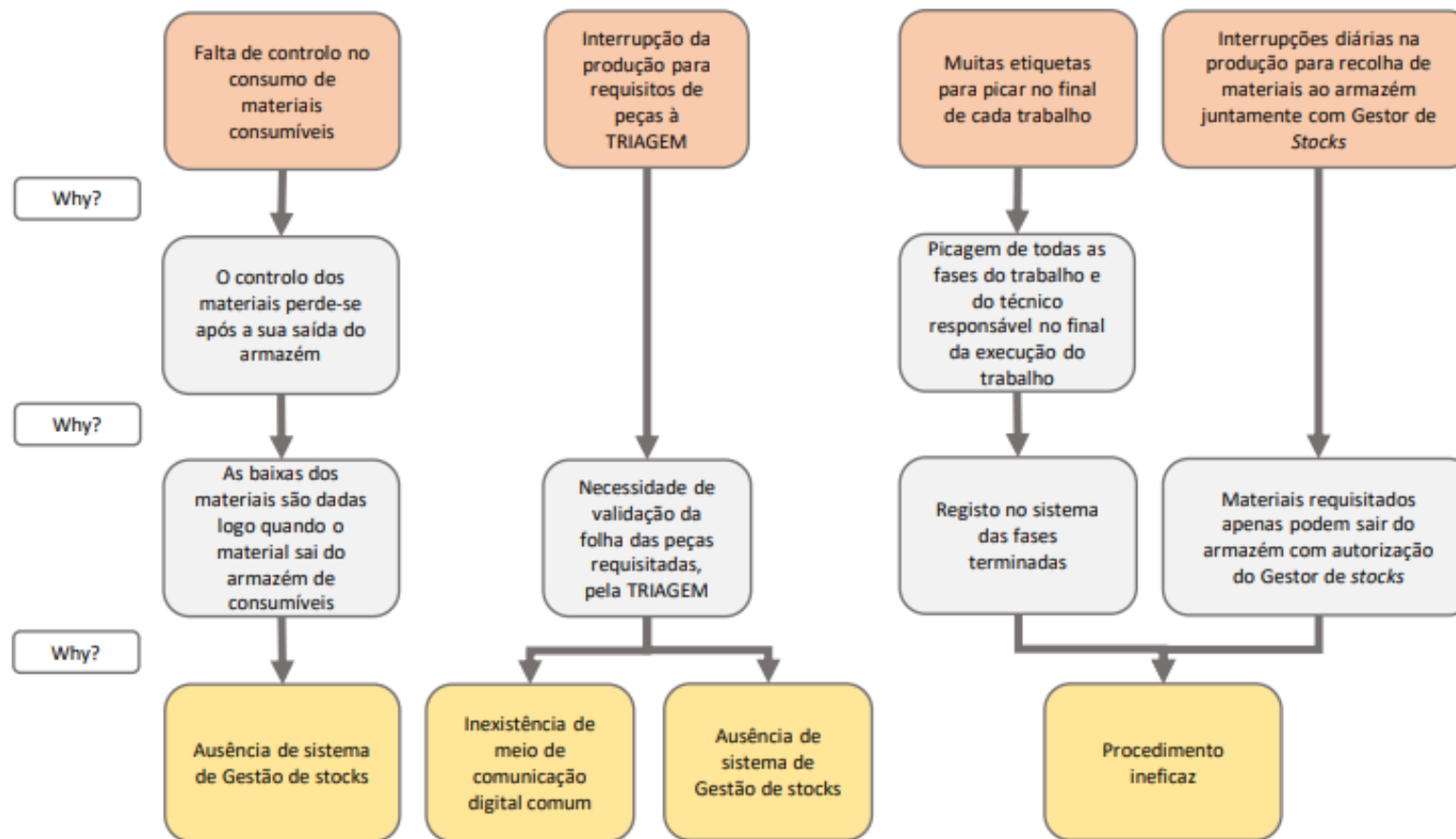


Figura A.11 - Aplicação da ferramenta 5W - Todos os departamentos de produção

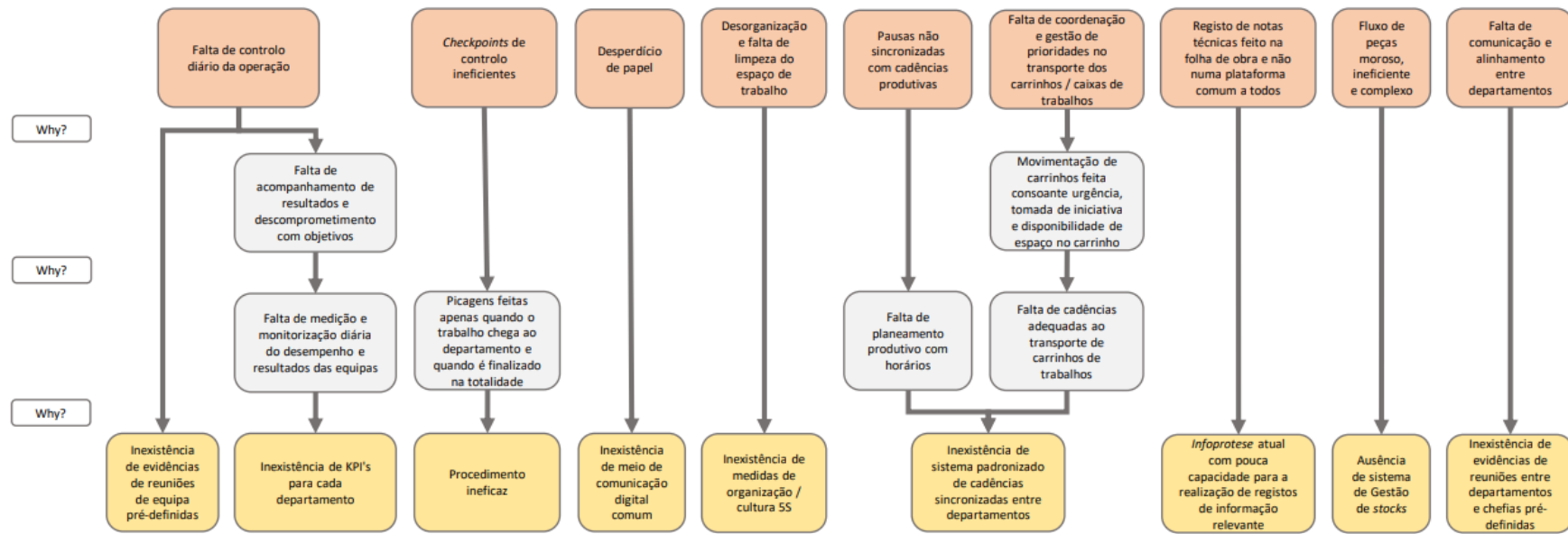


Figura A.12 - Aplicação da ferramenta 5W - Todos os departamentos

## Anexo E. Auditoria de Melhoria Contínua Semanal



### AUDITORIA DE MELHORIA CONTÍNUA SEMANAL

Data da auditoria anterior:

Avaliação (Pontos):

Data da auditoria atual:

Maturidade Cultural:

<b>[A] DAILY MANAGEMENT</b>		Pontos
1.	Reuniões <i>Lean/Kaizen</i> são realizadas regularmente pela equipa no Quadro de Equipa iniciando a horas e cumprindo o tempo (lista de presenças atualizada)	
2.	Reuniões seguem Agenda presente no Quadro de Equipa	
3.	Os indicadores de desempenho <i>Lean</i> (TPIs) são medidos e relatados/atualizados regularmente	
4.	O quadro de equipa é utilizado para partilha e tomada de decisão sobre problemas e soluções identificados	
5.	Os problemas que dependem apenas da equipa são relatados e corrigidos rapidamente	
6.	Os recursos visuais são utilizados para simplificar o trabalho padrão e para demonstrar conceitos difíceis/boas práticas de execução de alguma tarefa (ex: OPLs - <i>One Point Lessons</i> )	
7.	As reclamações dos clientes são exibidas visualmente na área de trabalho e as ações corretivas são identificadas	
8.	Existem elementos que são vistos como entidades mentoras nesta filosofia de mudança e de melhoria contínua	
9.	Evidências de Sucesso são registadas e exibidas publicamente	
10.	Os problemas/soluções dependentes de outros departamentos são discutidos na reunião semanal no quadro <i>Obeya</i> e geram ações/iniciativas que são monitorizadas por um dos membros da equipa (responsável pela ação)	
SOMA		
<b>[B] 5S</b>		Pontos
11.	1º S (SEIRI): Sem materiais de referência irrelevantes, documentos, desenhos, entre outros, na bancada	
12.	1º S (SEIRI): Sem excesso de materiais, documentos, entre outros, nas bancadas de trabalho	
13.	2º S (SEITON): Existem locais ( <u>individuais e coletivos</u> ) definidos e identificados para colocar/arrumar todos os materiais/ferramentas/equipamentos utilizados frequentemente que facilitem a sua tomada e retorno	
14.	3º S (SEISO): O chão, as prateleiras e armários são mantidos limpos e em bom estado	
15.	3º S (SEISO): Os equipamentos e ferramentas são mantidos limpos e em bom estado de conservação	
16.	4º S (SEIKETSU): Existem procedimentos para manter os três primeiros S's (triagem, arrumação e limpeza)	
17.	4º S (SEIKETSU): São definidos horários e rotinas e todos os intervenientes sabem as suas responsabilidades	
18.	5º S (SHITSUKE): O 5S parece ser um modo de vida e não apenas uma rotina	
19.	5º S (SHITSUKE): Existem evidências de realização de auditorias periódicas com utilização de <i>checklists</i> e definição de medidas corretivas no Plano de Ações	
20.	6º S (SAFETY): Os funcionários usam equipamentos de proteção individual (EPI), como protetor auricular, óculos de segurança, máscaras e luvas	
SOMA		
<b>[C] FLUXO CONTÍNUO</b>		Pontos
21.	Os trabalhos são sistematicamente transferidos para a próxima fase de trabalho sem estarem muito tempo parados	
22.	Existe um plano (atualizado regularmente) para funcionários que inclua substituição em caso de faltas por absentismo	
SOMA		
<b>[D] PROTOCOLOS</b>		Pontos
23.	O trabalho padrão é documentado, atualizado, revisto regularmente e localizado em bases de dados acessíveis	
24.	Os técnicos seguem/cumprem cada passo envolvido nas instruções de trabalho definidas	
SOMA		
<b>[E] AUDITORIA</b>		Pontos
25.	Os problemas encontrados na auditoria anterior foram corrigidos?	

Figura A.13 - *Template* da Auditoria Melhoria Contínua Semanal

## AUDITORIA DE MELHORIA CONTÍNUA SEMANAL

#	Modo de avaliação	Regra	
<b>[A] DAILY MANAGEMENT</b>			
1	Visual + Entrevista	1 se não cumprem o critério descrito ou a taxa de cumprimento é baixa; 3 se cumprem o critério descrito com taxa de cumprimento média; 5 se cumprem o critério descrito sempre ou quase sempre;	
2	Visual + Entrevista		
3	Visual + Entrevista		
4	Visual + Entrevista		
5	Entrevista		
6	Visual + Entrevista		
7	Visual + Entrevista		
8	Entrevista		
9	Visual + Entrevista		
10	Visual + Entrevista		
<b>[B] 5S</b>			
11	Visual		
12	Visual		
13	Visual + Entrevista		
14	Visual		
15	Visual		
16	Visual + Entrevista		
17	Visual + Entrevista		
18	Visual + Entrevista		
19	Visual		
20	Visual + Entrevista		
<b>[C] FLUXO CONTÍNUO</b>			
21	Visual + Entrevista		
22	Entrevista		
<b>[D] PROTOCOLOS</b>			
23	Entrevista		
24	Entrevista		
<b>[E] AUDITORIA</b>			
25	Entrevista	1 se não existe plano para esses problemas; 3 se existe plano para esses problemas, mas estes se mantêm sem evolução; 5 se existe plano para esses problemas e soluções em progresso para resolver os mesmos	


### OBJETIVOS DA AUDITORIA

- 1 Identificar oportunidades
- 2 Promover sucessos
- 3 Ver nível de departamento / estabilidade
- 4 Melhorar a Gestão e Controlo
- 5 Formação/sensibilização/coaching por parte do auditor

Avaliação (Pontos)	Cumprimento (Cor)	Maturidade Cultural
125		PERFEITA
113-125		COM ROTINAS
88-113		TRANSPARENTE
63-88		REATIVA
0-63		RESISTENTE
0		SEM CULTURA

Figura A.14 - Critérios de avaliação da Auditoria Semanal

## Anexo F. Elementos Quadros de Equipa



### AGENDA: CAD-CAM

- 1 BOM DIA/BOA TARDE + PREENCHIMENTO DE LISTA DE PRESENCAS**
  - Colocar ✓ se a pessoa estiver presente na reunião;
  - Colocar "A" se a pessoa estiver presente na reunião, mas chegou atrasada;
  - Colocar "F" se a pessoa não estiver presente na reunião por motivo de férias;
  - Colocar "X" se a pessoa simplesmente não estiver presente na reunião, sem motivo;
  - Colocar "O" se a pessoa não estiver presente por indicação da chefia ou outros motivos.
  
- 2 REVISÃO DOS TPI'S**
  - Atualizar TPI's do dia atual/dia anterior;
  - Analisar evolução e verificar/discutir existência de problemas ou evidências de algo importante.
  
- 3 PLANO DE ATIVIDADES PARA O DIA (PTE):**
  - Informações importantes para o dia;
  - Imprevistos;
  - Verificar se ficou alguma coisa por fazer do dia/turno anterior;
  - Alinhar tarefas/atividades de cada um;
  - Comunicar necessidades ou suporte em alguma atividade, caso necessário.
  
- 4 CICLO PDCA, BACKLOG E DEPENDENTES:**
  - Partilhar problemas e/ou soluções identificados na área "BACKLOG" do quadro;
  - Se essas soluções/ações dependerem apenas do departamento em questão, colocar no ciclo PDCA, tendo em conta a fase em que está (Planear, Fazer, Verificar ou Agir);  
**Nota:** Colocar nome de responsável e prazo da ação no post-it do PDCA.
  - Se essas soluções/ações dependerem de mais departamentos ou de aprovação da chefia, colocar na área "DEPENDENTES" do quadro de equipa e levar para a reunião semanal para discutir no Quadro de Melhoria Contínua (Obeya Hall).
  
- 5 ALERTAS:**
  - Comunicar e escrever no quadro alertas que sejam importantes e que toda a equipa deve ter conhecimento (**Exemplo:** Não colocar objetos ao pé das fresadoras!).
  
- 6 AUDITORIA (1x POR SEMANA):**
  - Após atualização da auditoria pelo auditor responsável, verificar quais os itens que têm pontuação inferior ou igual a 3, especialmente os que têm pontuação igual a 1;
  - Propor soluções/ações para melhorar esses itens, de forma a que o resultado/pontuação da auditoria da semana seguinte seja mais elevado. Os problemas/soluções identificadas devem seguir os passos da fase 4 da agenda.
  
- 7 RONDA FINAL:**

Perguntar:

  - Houve alguma avaria ou manutenção de máquinas?
  - Alguém tem mais alguma coisa a acrescentar?


 **Duração da reunião: 5 minutos**

Figura A.15 - Agenda da reunião de equipa CAD/CAM

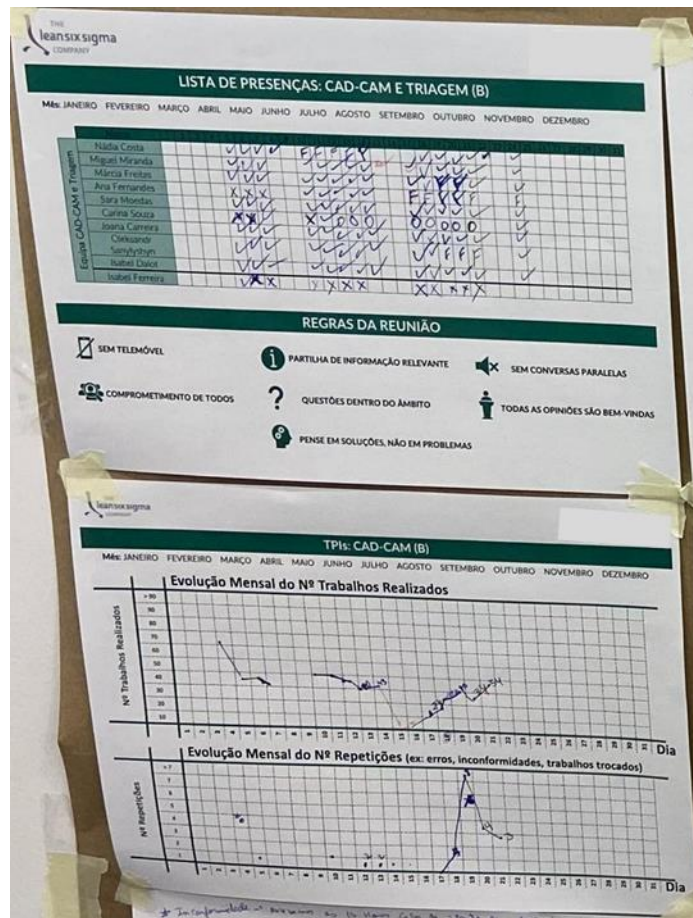



Figura A.16 - Quadro de Equipa CAD/CAM: Lista de Presenças e Gráficos de TPI's

The figure shows a document titled 'PLANO DE TRABALHO DE EQUIPA (PTE) - CAD/CAM' from 'The Lean Six Sigma Company'. It lists tasks for two roles: 'Tarefas (Técnicos CAD/CAM)' and 'Tarefas (CAD Controller - Isabel Dalot)'. The tasks are numbered 1 through 17.

Tarefas (Técnicos CAD/CAM)	Tarefas (CAD Controller - Isabel Dalot)
1. Verificar se tudo o que ficou a fresar à noite fresou corretamente: Se algum trabalho não fresou corretamente, colocar novamente a fresar;	1. Verificar se as todas as fresadoras de metal e prettau fresaram corretamente: Se sim, limpar as fresadoras e mudar a água (apenas se necessário). Caso contrário, repetir os cálculos e colocar a fresar (prettau); ou limpar e colocar a fresar novamente (metal);
2. Iniciar o trabalho planeado para o dia;	2. Fazer a correspondência das brocas que vêm do armazém com a folha das referências e escrever nas caixas das brocas a respetiva referência correspondente;
3. Ler e analisar folha de obra;	3. Fazer os cálculos dos PA's para colocar a fresar à noite ou colocar logo a fresar, caso não haja muitos trabalhos do laboratório central;
4. Scan intraoral: fazer o desenho no ExoCad;	4. Executar todos os trabalhos pedidos via e-mail, seja PA's ou outro médico;
5. Modelo físico: Scanear modelo e fazer desenho no ExoCad;	5. Dar baixa do stock de material na tabela em Excel - Dropbox;
6. Fazer ajustes no modelo, se necessário;	6. Preencher a folha para o armazém com as quantidades de material necessárias, tendo em conta o stock mínimo;
7. Fazer cálculo/nesting;	7. Recolher a caixa com os materiais requisitados no armazém (depois de folha assinada pela Sónia);
8. Retirar bloco do ARMÁRIO 1 ou 2;	8. Fazer a correspondência das brocas que vêm do armazém com a folha das referências e escrever nas caixas das brocas a respetiva referência correspondente;
9. Colocar a fresar;	9. Fazer digitalizações de modelos em gesso para a clínica que solicita este serviço (apenas quando necessário);
10. Recolher da fresadora (quando finalizado);	10. Executar impressões 3D de modelos para dar à produção (apenas quando necessário);
11. Verificar se a fresagem correu bem; Se não fresou corretamente, repetir fresagem;	11. Verificar o nível de stock dos restantes materiais;
12. Se o bloco ainda tiver espaço para mais fresagens, arrumar bloco fresado no ARMÁRIO 1, tendo em conta o procedimento e layout; Caso contrário, colocar o bloco em fim de vida na prateleira em cima do ARMÁRIO 1 para posterior remoção pela chefia;	12. Rececionar os trabalhos quando chegam ao CAD (picagem);
13. Fazer barras de titânio para a REMOVÍVEL, se necessário (seguir as etapas de 3. ao 9., mas os blocos a fresar são de titânio);	13. Fazer cálculos de trabalhos e trocar brocas quando necessário;
14. Executar impressões 3D (ter em conta a OPL sobre a impressora), se necessário;	14. Retirar o bloco da fresadora quando se verifica o fim de uma fresagem e colocar no carrinho dos prettaus juntamente com a caixa;
15. Limpar fresadoras, trocar brocas e verificar nível da água, se necessário;	15. Sacar os prettaus do bloco fresado na bancada da removível;
16. Armazenar todos os materiais tendo em conta o procedimento;	16. Arrumar e organizar os blocos novos no armário dos blocos novos, tendo em conta o layout e procedimento;
17. Picar fases de trabalho no final de cada obra.	17. Seguir o procedimento de organização, arrumação e limpeza do armário dos blocos utilizados;

Figura A.17 - Quadro de Equipa CAD/CAM: PTE

## Anexo G. Procedimentos 5S CAD/CAM



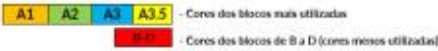
### Armazenamento de blocos para fresagens e material para impressoras

O armazenamento de blocos para fresagens deve obedecer às regras que são descritas abaixo.

**Blocos Novos:**


- Os blocos novos devem ser armazenados no **ARMÁRIO 2** de acordo com o layout visualmente exposto:

95				98			
PRETTAU	OUTROS MATERIAIS			OUTROS MATERIAIS			
B-D							
95				98			
PRETTAU				PRETTAU			
A1	A2	A3	A3.5	A3.5	A3	A2	A1



- Todos os blocos com 95 mm de diâmetro (D95) devem ser armazenados no lado esquerdo do armário. Todos os blocos com 98 mm de diâmetro (D98) devem ser armazenados no lado direito do armário;
- Os blocos são organizados por cores e por materiais. As cores B, C e D dos blocos de prettau estão na parte de cima do armário no lado esquerdo, enquanto as cores A1, A2, A3 e A3.5 estão na parte de baixo do armário. Os blocos de outros materiais (PMMA, etc) são armazenados na parte de cima do armário, divididos em diâmetro de 95 e 98 mm.

**Blocos de outros materiais**



**Cores blocos de prettau**

**Diâmetros dos blocos**

Figura A.18 - Procedimento de armazenamento de blocos novos

### Blocos Utilizados:

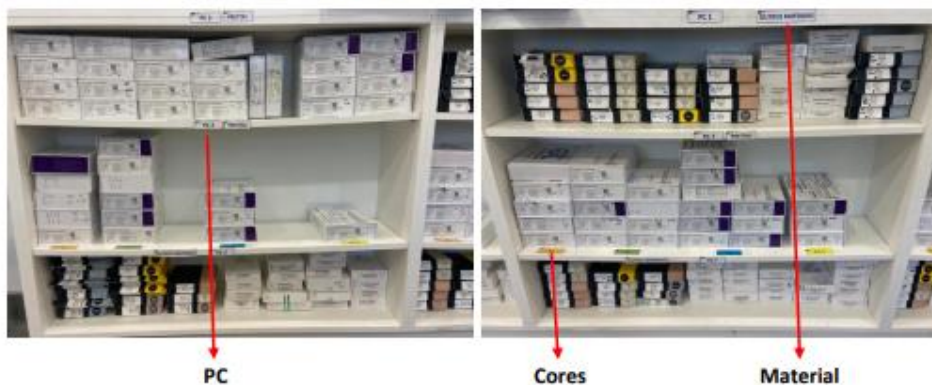
- Os blocos utilizados devem ser armazenados no **ARMÁRIO 1** de blocos utilizados de acordo com o layout visualmente exposto:

PC 1 PRETTAU A1 A2 A3 A3.5	PC 1 OUTROS MATERIAIS	PC 5 PRETTAU A1 A2 A3 A3.5	PC 5 OUTROS MATERIAIS
PC 2 PRETTAU A1 A2 A3 A3.5	PC 7 PRETTAU A1 A2 A3 A3.5	PC 8 PRETTAU A1 A2 A3 A3.5	<b>Cores B-D</b> PRETTAU
PC 2 OUTROS MATERIAIS	PC 7 OUTROS MATERIAIS	PC 8 OUTROS MATERIAIS	PC1   PC2   PC5   PC7   PC8 PRETTAU ZIRCÓNIA MENOS UTILIZADOS PC1   PC2   PC5   PC7   PC8

A1 A2 A3 A3.5 - Cores dos blocos mais utilizadas

B-D - Cores dos blocos de B a D (cores menos utilizadas)

- Os blocos são organizados por PC onde foi feito o cálculo/*nesting* dos prettaus (PC 1, PC 2, PC 5, PC 7 e PC 8), por material (prettau e outros), por cor (A1, A2, A3, A3.5, B-D e Zircónia) e blocos menos utilizados;
- Todos os blocos de prettau das cores mais utilizadas, ou seja, A1, A2, A3 e A3.5, bem como os blocos de outros materiais, como o PMMA, são armazenados por PC. Os blocos das cores menos utilizadas, ou seja, B, C e D são organizados numa prateleira à parte divididos por PC onde foi o *nesting*. Os blocos de zircónia são também organizados por PC e os blocos menos utilizados são armazenados à parte.



**Nota:** Todos os blocos que já não tenham utilidade, ou seja, que não tenham capacidade para mais fresagens, devem ser **removidos** do armário.

Figura A.19 - Procedimento de armazenamento de blocos utilizados

### **Blocos pouco utilizados e materiais impressoras:**

- Os blocos pouco utilizados devem ser armazenados no **ARMÁRIO 3**, tendo em conta o layout visualmente exposto:

BLOCOS POUCO UTILIZADOS		VAT	
ARTICULADORES	MATERIAIS IMPRESSORAS	RESINA CINZENTA	RESINA BRANCA

 - Materiais, equipamentos, ferramentas, etc.

- No **ARMÁRIO 3** são também armazenados os materiais para impressoras: VAT, Resina Cinzenta, Resina Branca e outros materiais, bem como os articuladores;



- Os espaços estão demarcados a azul, uma vez que corresponde à cor utilizada para tudo o que sejam materiais, ferramentas, equipamentos, etc.

Figura A.20 - Procedimento de armazenamento de blocos pouco utilizados

## Conteúdo gavetas e armários CAD/CAM

No departamento CAD/CAM todas as gavetas e armários estão identificados com números, etiquetas com o conteúdo e cor correspondente, sendo que as gavetas vão do número 1 ao 45 e os armários vão do 1 ao 3. Desta forma, torna-se mais fácil identificar o local onde estão armazenados materiais, ferramentas, equipamentos, documentos e manuais. As tabelas seguintes mostram o conteúdo de cada gaveta e armário.

### Gavetas:

Gaveta nº	Conteúdo	Cor
1	Suportes para scanner	Blue
2	Suportes para scanner	Blue
3	Materiais de bancada coletivos	Blue
4	Materiais impressoras	Blue
5	-	-
6	Documentos gerais e manuais de procedimentos	Blue
7	EPI's - Luvas	Red
8	Materiais de limpeza	Blue
9	-	-
10	-	-
11	Materiais de bancada pessoais	Blue
12	Materiais de bancada pessoais	Blue
13	Calibradores scanner	Blue
14	Objetos pessoais	-
15	Materiais de bancada pessoais	Blue
16	Materiais de bancada pessoais	Blue
17	Calibradores scanner	Blue
18	Objetos pessoais	-
19	Materiais de bancada pessoais	Blue
20	Calibradores scanner	Blue
21	-	-
22	-	-
23	-	-
24	-	-
25	-	-
26	-	-
27	Materiais de bancada	Blue
28	Documentos e manuais	Blue
29	-	-
30	-	-
31	Materiais de bancada pessoais	Blue
32	Calibradores scanner e materiais de bancada	Blue
33	-	-
34	Ferramentas máquinas	Blue
35	Materiais de bancada pessoais	Blue
36	Objetos pessoais	-
37	Materiais de bancada pessoais	Blue
38	Objetos pessoais	-
39	Materiais de bancada pessoais	Blue
40	Objetos pessoais	-
41	Peças/materiais ZIRKONZAHN	Blue
42	Peças/materiais ZIRKONZAHN	Blue
43	Peças/materiais ZIRKONZAHN	Blue
44	Ferramentas para manutenção ZIRKONZAHN	Blue
45	Ferramentas para manutenção ZIRKONZAHN	Blue

Figura A.21 - Conteúdo das gavetas CAD/CAM

**Armários:**

Armário nº	Conteúdo
1	Blocos para fresagens <b>utilizados</b>
2	Blocos para fresagens <b>novos</b>
3	Blocos para fresagens pouco utilizados, VAT, materiais para impressoras, resina branca e resina cinzenta e articuladores

**Legenda de cores:**

Cor	Aplicação
	Uso geral (materiais, equipamentos, ferramentas, etc)
	Equipamentos de Proteção Individual (EPI's)
	Materiais de limpeza

Figura A.22 - Conteúdo dos armários CAD/CAM

## Anexo H. *Template* OPL utilizado



	<b>ONE POINT LESSON</b>					
DEPARTAMENTO					LOCAL	
	TEMA		OBJETIVO			
Preparado por		Aprovado por		Administrado por		
Data		Data		Data		
Visto e entendido por						

Figura A.23 - *Template* da OPL utilizado

## Anexo I. *Checklist* para preenchimento pela TRIAGEM



- Tipos de inconformidades que ocorrem (ir escrevendo as inconformidades que vão encontrando nas prescrições);
- Percentagem de ocorrência dessa mesma inconformidade (na generalidade das inconformidades, a inconformidade "A" representa 20% do nº total de inconformidades);
- Mesmo tendo essa inconformidade seguiu para a frente? Sim ou Não e porquê?

	Inconformidade	%	Sim ou Não	Porquê?
Exemplo	Médico não identificou o tipo de peça a utilizar	20%	Sim	Existe uma alternativa de peça viável

1

Figura A.24 - *Checklist* a preencher pelos técnicos de TRIAGEM (página 1)

- Fazer uma lista dos passos feitos a fazer a Triagem (Protocolo/Procedimento)

- Que parâmetros têm de **obrigatoriamente** estar preenchidos (por exemplo o nº de dentes que têm de ser trabalhados) numa prescrição? (Para ser uma triagem "perfeita" sem risco de voltar para trás)

- Quais os critérios utilizados na escolha de peças? (Quando não é referenciado pelo médico ou não há stock dessa mesma peça)
- É possível haver uma lista de "Backups" de peças (Quando não há a Peça "A" haver uma alternativa previamente definida? Se sim, quais?

Figura A.25 - *Checklist* a preencher pelos técnicos de TRIAGEM (página 2)



2023 RAQUEL MARIA PARENTE CHAPARRO

IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN NUM LABORATÓRIO DE PRÓTESES  
DENTÁRIAS