



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Jessica Afonso Cerqueira

**Implementação de uma metodologia de
formação para a melhoria da qualidade de
atividades operacionais manuais numa
empresa da indústria automóvel**

Dezembro de 2021



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Jessica Afonso Cerqueira

**Implementação de uma metodologia de
formação para a melhoria da qualidade de
atividades operacionais manuais numa
empresa da indústria automóvel**

Dissertação de Mestrado

Engenharia Industrial

Avaliação e Gestão de Projetos e da Inovação

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor José Pedro Teixeira Domingues

Dezembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



**Atribuição
CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Antes de mais, agradecer ao Senhor Vieira que permitiu o início desta história, dando-me a oportunidade de integrar uma fantástica equipa, da qual, hoje em dia faço parte.

Ao meu orientador da Universidade do Minho, Professor Doutor Pedro Domingues, pela orientação, disponibilidade e auxílio ao longo de todo o projeto.

À minha orientadora na Bosch Car Multimedia, Ana Campos, pela incrível receção, amabilidade, oportunidade, ajuda, motivação e confiança.

A toda a equipa QMM-MQ-QE, os incríveis “batas verde”, por toda a simpatia, hospitalidade, disponibilidade e partilha de conhecimento que me fez crescer diariamente a nível pessoal e profissional.

Aos meus pais, minha Nonô, minha Clarinha, meus cunhados e minhas irmãs, em especial ao meu porto seguro, a Cátia, por toda a paciência, apoio, motivação, preocupação e por serem o verdadeiro significado de lar!

Às minhas fantásticas amigas, por todo o apoio e por compreenderem todas as minhas ausências.

Ao meu companheiro e amigo de todas as fases, o Álvaro. Agradecer por todas as vezes que ouviu os meus desabafos e aflições, por me ajudar a voltar à calma e ponderação sempre que delas me afastei, por toda a paciência, por todo o amor!

Muito obrigada a todos vocês!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

Implementação de uma metodologia de formação para a melhoria da qualidade de atividades operacionais manuais numa empresa da indústria automóvel

RESUMO

A presente dissertação, enquadrada no Mestrado de Engenharia Industrial da Universidade do Minho, surgiu do contínuo incumprimento de *standards* de duas atividades operacionais manuais, por parte de colaboradores da Bosch Car Multimedia, e consequente aumento de defeitos e custos de não-qualidade internos e externos relacionados com as mesmas.

Tendo em consideração o impacto desta situação para a qualidade organizacional da empresa, e a perspetiva existente de que estaria relacionada com a falta de conhecimentos dos colaboradores, a investigação teve como objetivo geral “desenvolver e implementar uma metodologia de formação robusta para a melhoria da qualidade da montagem de *foils* e do manuseamento de PCBAs dos colaboradores do chão de fábrica”.

Através de uma investigação baseada na metodologia Investigação-ação, foi possível identificar necessidades formativas evidentes para ambas as atividades, verificar a precariedade da metodologia de formação aplicada até então, tendo em consideração as características do sistema produtivo, e reconhecer lacunas ao nível do *standard* de montagem de *foils*. Foram apresentadas e implementadas duas propostas de melhoria, uma relacionada com a redefinição desse *standard* e a outra relacionada com a reestruturação da metodologia de formação, que se dividiu em várias melhorias ao nível da sua estrutura. A primeira veio permitir a existência de um *standard* realista e passível de ser cumprido pelos colaboradores. Relativamente à segunda, entre outras, ressaltam-se resultados positivos relacionados com a satisfação dos colaboradores formados, melhorias significativas ao nível dos seus conhecimentos (teóricos e práticos) comparativamente com os anteriormente existentes e uma redução da taxa de inaptidão dos colaboradores para a concretização de ambas as tarefas no posto de trabalho de aproximadamente 40%, que culminou numa redução dos defeitos internos associados às linhas produtivas às quais são afetos

Tendo em consideração as restrições temporais existentes, sugere-se como trabalho futuro a avaliação mais detalhada da transferência da aprendizagem para o local de trabalho e do impacto das melhorias ao nível dos resultados organizacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Formação profissional, Qualidade organizacional, *Standard Work*

Implementation of a training methodology for the improvement of the quality of manual operational activities in an automobile industry firm

ABSTRACT

This dissertation was developed under the Master's Degree in Industrial Engineering of University of Minho. Bosch Car Multimedia was facing a continuous non-compliance with the standard rules for manual operational activities by its employees, leading to the increase of internal and external quality defects and associated costs.

This investigation is therefore required considering its impacts on the organizational quality of the firm and the expectation that it was related with the lack of knowledge among its employees. The main purpose of this dissertation is to “develop and implement a robust training methodology to improve the quality in the assembly of foils and the handling of PCBAs for employees on the plant floor”.

Through an investigation based on the Research-Action methodology, it was possible to identify evident training needs for both activities. It was also possible to verify the precariousness of the training methodology applied so far, taking into account the characteristics of the production system and recognize gaps in the standard of assembling foils. Two proposals for improvement were presented and implemented, one related to the redefinition of the standard used and the other related to the restructuring the training methodology, with many improves to its structure. The first allowed the existence of a realistic standard that could be implement by employees. The second one resulted, to positive results in satisfaction of trained employees, to significant improvements on theoretical and practical knowledge of them, a reduction in the inability rate of employees to carry out both tasks at the workplace of approximately 40%, that led to a significant reduction of internal defects associated with the production lines to which they were affected.

Considering the existing time constraints, a more detailed assessment of the transfer of learning to the workplace and the impact of these improvements on the organizational results is suggested as future work.

KEYWORDS: Professional training, Organizational quality, Standard Work

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Palavras-chave:	v
Abstract.....	vi
Keywords:	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de Investigação	3
1.4 Estrutura da Dissertação	5
2. Revisão Bibliográfica	6
2.1 Formação profissional no contexto organizacional.....	7
2.1.1 Conceito de formação profissional.....	7
2.1.2 Modalidades e tipos de formação profissional	9
2.1.3 Ciclo formativo	11
2.2 Gestão da Qualidade	17
2.2.1 A evolução do conceito de qualidade e a importância da formação profissional	17
2.2.2 Gestão da Qualidade Total	21
2.2.3 Custos da Qualidade.....	22
2.2.4 Melhoria Contínua	23
3. Apresentação da Empresa	29
3.1 Grupo Bosch	29
3.1.1 “ <i>We are Bosch</i> ”	30

3.1.2	" <i>Invented for life</i> "	30
3.1.3	Áreas de negócio do Grupo Bosch.....	30
3.2	<i>Bosch Production System</i>	31
3.2.1	Princípios do <i>Bosch Production System</i>	32
3.3	Bosch em Portugal.....	33
3.4	Bosch Car Multimedia Portugal.....	34
3.4.1	Área Comercial.....	34
3.4.2	Área Técnica	35
4.	Descrição e análise crítica da situação atual da Empresa.....	36
4.1	Contextualização das atividades operacionais em estudo	37
4.1.1	Montagem de <i>foils</i>	37
4.1.2	Manuseamento de PCBAs	43
4.2	Análise crítica e identificação de problemas	49
4.2.1	Análise dos defeitos externos e internos	50
4.2.2	Identificação de causas para o não cumprimento dos <i>standards</i> definidos	58
4.2.3	Análise crítica do <i>Gemba</i> relativamente à montagem de <i>foils</i>	59
4.2.4	Análise crítica do <i>Gemba</i> relativamente ao manuseamento de PCBAs	62
4.2.5	Análise crítica às instruções de trabalho <i>standard</i>	65
4.2.6	Análise crítica à metodologia de formação aplicada	65
4.3	Síntese dos problemas identificados	70
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	71
5.1	Redefinição do <i>standard</i> de montagem de <i>foils</i>	72
5.2	Reestruturação da metodologia de formação	73
5.2.1	Identificação das necessidades de formação.....	74
5.2.2	Planeamento da formação	75
5.2.3	Execução da formação.....	92
6.	Discussão e avaliação dos resultados	93
6.1	Impacto da nova metodologia de formação na satisfação dos colaboradores	93
6.1.1	Formação de montagem de <i>foils</i>	93

6.1.2	Formação de manuseamento de PCBAs	95
6.2	Impacto da nova metodologia de formação nos conhecimentos dos colaboradores	97
6.2.1	Caracterização da amostra	98
6.2.2	Evolução dos conhecimentos dos colaboradores	98
6.2.3	Perceção das principais lacunas nos conhecimentos e habilidades técnicas dos colaboradores	101
6.2.4	Análise das classificações dos colaboradores dependendo das variáveis de agrupamento	103
6.3	Impacto da nova metodologia de formação nos incidentes internos	106
7.	Conclusões	107
7.1	Considerações finais	107
7.2	Trabalho futuro	110
	Referências Bibliográficas	112
	Apêndice 1 – Análise das reclamações de cliente.....	116
	Apêndice 2 – Registos dos defeitos internos relacionados com a montagem de <i>foils</i>	118
	Apêndice 3 – <i>Standard</i> de montagem de <i>foils</i> redefinido	119
	Apêndice 4 – Comunicação da nova metodologia de formação.....	121
	Apêndice 5 – Conteúdos formativos desenvolvidos para a administração das formações	122
	Anexo 1 – Princípios da qualidade	132
	Anexo 2 – Conteúdos formativos utilizados na metodologia de formação anterior	134
	Anexo 3 – <i>Standard</i> de montagem de <i>foils</i>	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas do Ciclo Formativo.....	11
Figura 2: Evolução do conceito de Qualidade	19
Figura 3: O ciclo PDCA para a resolução do problema.....	25
Figura 4: Metodologia a seguir quando um problema operacional é identificado	25
Figura 5: Standard Work e Melhoria Contínua	26
Figura 6: Percentagem de vendas por área de negócio.....	31
Figura 7: Relação entre pontos estratégicos Bosch e os princípios BPS	33
Figura 8: Divisão em secções do departamento QMM	36
Figura 9: Exemplares de foils FFC utilizados na Bosch Car Multimedia	38
Figura 10: Exemplares de foils FPC utilizados na Bosch Car Multimedia	39
Figura 11: Desenho técnico foil a) FPC e b) FFC	39
Figura 12: Desenho técnico conector ZIF	40
Figura 13: Processo genérico de montagem de foils.....	40
Figura 14: Representação de conexão de display à PCB.....	41
Figura 15: Dimensões medidas na inspeção de montagem de foil	42
Figura 16: Printed Circuit Board – modelo FR-4	44
Figura 17: Esquema PCBA multicamadas.....	45
Figura 18: Blister utilizado para o transporte de PCBAs após a fresagem.....	46
Figura 19: Containers para transporte de PCBAs antes da fresagem	46
Figura 20: Tipos de conveyors para transporte das PCBAs	47
Figura 21: Fluxograma de etapas do processo e manuseamentos de PCBAs em MOE2	48
Figura 22: Gráfico das reclamações externas relacionadas com foils mal montadas.....	51
Figura 23: Gráfico das reclamações externas relacionadas com incorretos manuseamentos de PCBAs	52
Figura 24: Gráfico da distribuição de incidentes internos de foils mal montadas da BMW por turno....	55
Figura 25: Diagrama de Pareto Pareto dos incidentes internos da BMW relacionados com foils mal montadas.....	55
Figura 26: Gráfico da distribuição dos incidentes internos de componentes danificados por grupo de clientes	56

Figura 27: Gráfico da distribuição dos incidentes internos de componentes danificados por turno	56
Figura 28: Diagrama de Pareto dos incidentes internos relacionados com componentes danificados..	57
Figura 29: Diagrama de Ishikawa relativo a fugas ao standard.....	58
Figura 30: Aplicação da ferramenta 5 whys para a ineficiência da formação	59
Figura 31: Foils desalinhas com o conetor (mal montadas).....	61
Figura 32: Contactos das foils e conetores contaminados.....	61
Figura 33: Metodologia de formação atual.....	67
Figura 34: Nova metodologia de formação	77
Figura 35: Fluxograma da nova metodologia de formação	79
Figura 36: Layout das paredes da sala de formação	81
Figura 37: Nova sala de formação	82
Figura 38: Imagem ilustrativa da apresentação Mentimeter com o questionário de recolha de opinião dos colaboradores.....	90
Figura 39: Imagem ilustrativa da apresentação Mentimeter com o questionário inicial e teste de diagnóstico teórico.....	90
Figura 40: Imagem ilustrativa dos ficheiros Microsoft Excel para gestão da nova metodologia de formação	91
Figura 41: Caracterização da formação de montagem de foils pelos colaboradores participantes	94
Figura 42: Fatores que influenciam negativamente o cumprimento do standard de montagem de foils de acordo com os colaboradores	95
Figura 43: Caracterização da formação de manuseamento de PCBAs pelos colaboradores participantes	95
Figura 44: Fatores que influenciam negativamente o cumprimento do standard de manuseamento de PCBAs de acordo com os colaboradores	96
Figura 45: Avaliação prática geral da montagem de foils no teste de diagnóstico	101
Figura 46: Avaliação prática geral do manuseamento de PCBAs no teste de diagnóstico.....	101
Figura 47: Alerta da qualidade afixado nas bancadas dos técnicos de análise para a correta execução dos defeitos internos relacionados com a montagem de foils.....	118
Figura 48: Instruções de trabalho standard de montagem de foils redefinidas.....	120
Figura 49: Folha de comunicação a MOE2 da nova metodologia de formação	121
Figura 50: Novos conteúdos formativos da formação de montagem de foils.....	126
Figura 51: Novos conteúdos formativos da formação de manuseamento de PCBA.....	131

Figura 52: 14 Princípios da Qualidade do Grupo Bosch	132
Figura 53: Conteúdos formativos para a formação de montagem de foils (ficheiro 1)	135
Figura 54: Conteúdos formativos para a formação de montagem de foils (ficheiro 2)	136
Figura 55: Conteúdos formativos para a formação de manuseamento de PCBAs.....	137
Figura 56: Instrução de trabalho standard existente na empresa para a montagem de foils	138

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Níveis do saberá abrangidos pela formação profissional	8
Tabela 2: Benefícios gerais da formação profissional	9
Tabela 3: Objetivos da formação profissional contínua.....	10
Tabela 4: Níveis de análise no diagnóstico das necessidades formativas.....	12
Tabela 5: Sequência de níveis para avaliação da formação profissional	16
Tabela 6: Os 10 mandamentos de Nadkarni para a Gestão da Qualidade Total.....	21
Tabela 7: Resumo das fases do ciclo PDCA.....	24
Tabela 8: Principios da filosofia BPS do Grupo Bosch	32
Tabela 9: Resumo dos manuseamentos às quais as PCBAs são sujeitas	48
Tabela 10: Códigos de registo de defeitos internos (montagem de <i>foils</i>).....	53
Tabela 11: Códigos de registo de defeitos internos (componentes danificados)	56
Tabela 12: Resumo da análise do <i>Gemba</i> relativamente ao cumprimento do <i>standard</i> de montagem de <i>foils</i>	60
Tabela 13: Resumo da análise do <i>Gemba</i> relativamente ao cumprimento do <i>standard</i> de manuseamento de PCBAs.....	63
Tabela 14: Calendarização da metodologia de formação atual da empresa.....	67
Tabela 15: Plano de ações das melhorias	72
Tabela 16: Regras a ser redefinidas no <i>standard</i> de montagem de <i>foils</i>	72
Tabela 17: Resumo do diagnóstico das necessidades formativas.....	74
Tabela 18: Planeamento das formações de montagem de <i>foils</i> e manuseamento de PCBAs	75
Tabela 19: Calendarização da nova metodologia de formação	78
Tabela 20: Questionário de feedback dos colaboradores relativamente às formações.....	84
Tabela 21: Questões teóricas de montagem de <i>foils</i>	86
Tabela 22: Questões teóricas de manuseamento de PCBAs	87
Tabela 23: <i>Checklist</i> de montagem de <i>foils</i>	88
Tabela 24: <i>Checklist</i> de manuseamento de PCBAs.....	88
Tabela 25: Método de recodificação das variáveis de agrupamento	97
Tabela 26: Teste de hipótese de normalidade de Kolmogorov-Smirnov	99
Tabela 27: <i>Output</i> do SPSS para o teste de Kolmogorov-Smirnov para “VAR_Foil_NG2”	99
Tabela 28: Teste de hipótese para o teste estatístico de Wilcoxon.....	99

Tabela 29: <i>Output</i> do SPSS para o teste de Wilcoxon	100
Tabela 30: Comparação das médias das notas dos colaboradores antes e após a formação	100
Tabela 31: Testes de hipótese para o teste estatístico de Kruskal-Wallis.....	103
Tabela 32: <i>Output</i> do <i>software</i> SPSS para teste de hipótese 1	104
Tabela 33: Evolução do nº de incidentes internos (<i>foils</i> mal montadas e componentes danificados) .	107
Tabela 34: Tabela resumo da análise das reclamações de cliente relacionadas com defeitos na montagem de <i>foils</i>	116
Tabela 35: Resumo da análise das reclamações de cliente relacionadas com defeitos manuseamentos de PCBAs.....	117

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

OKM:	Defeitos detetados no cliente direto da Bosch
5G:	<i>Gemba, Gembutsu, Genjitsu, Genri, Gensoku</i>
5W2H:	<i>What, Who, Where, Why, When, How, How much</i>
AE:	Eletrónica Automóvel
AOI:	<i>Automatic Optial Inspection</i>
BBE:	Tecnologia de energia e edifícios
BBG:	Bens de consumo
BBI:	Tecnologia industrial
BBM:	Soluções de mobilidade
BPS:	<i>Bosch Production System</i>
BrgP:	Braga <i>plant</i>
CIP:	<i>Continuous improvement process</i>
FCT:	<i>Functional Circuit Test</i>
FFC:	<i>Flat flexible cable</i>
FPC:	<i>Flexible printed circuit</i>
FR:	<i>Flame resistant</i>
ICT:	<i>Internal Circuit Test</i>
IRR:	<i>Internal Rejection Rate</i>
MFC:	Departamento de coordenação das instalações e manufaturação
MFD:	Departamento de manufaturação digital
MFE:	Departamento de industrialização
MOE1:	Departamento de inserção automática
MOE2:	Departamento de montagem final
MOE2-P:	Secção de planeamento de MOE2
PAV:	Especificação de teste e calibração
PCB:	<i>Printed Circuit Board</i>
PCBA:	<i>Printed Circuit Board Assembled</i>
PDCA:	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
QMM:	Departamento de gestão da qualidade
QMM-C:	Secção de qualidade do cliente

QMM-D: Secção da qualidade de dados
QMM-LCR: Secção de calibração, verificação e confiabilidade
QMM-LM: Secção de laboratório mecânico
QMM-LW: Secção de análise de reclamações de cliente
QMM-MQ: Secção de qualidade de fabricação
QMM-MQ-E: Subsecção de Engenharia Eletrónica
QMM-MQ-M: Subsecção de Engenharia Mecânica
QMM-MQ-QE: Subsecção de Engenharia da Qualidade
QMM-NP: Secção de qualidade do produto
QMM-P: Secção de qualidade do processo e do sistema
ZIF: *Zero Insertion Force*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o enquadramento do projeto de dissertação, os seus principais objetivos, a metodologia utilizada e a estrutura presente documento.

1.1 Enquadramento

Vivemos atualmente a Indústria 4.0, caracterizada pela transformação da era industrial para a era da digitalização da informação. Os paradigmas de atuação das empresas estão em constante mudança já que existe uma crescente globalização, clientes mais exigentes e sofisticados, e níveis de competitividade global cada vez mais agressivos. Cumprir requisitos de qualidade exigentes a preços competitivos torna-se, assim, essencial para que as empresas consigam competir com sucesso nos mercados onde se inserem (Atkinson, 2006; Moody *et al.*, 1998).

A pressão continua que as empresas vivem no sentido da redução de custos, aumento do valor acrescentado por colaborador e a constante procura pela vantagem competitiva, são também exigências que levam as empresas a adotarem uma postura estratégica que facilite a cooperação e empenho dos colaboradores, requerendo que se implemente um conjunto de atividades estratégicas de recursos humanos.

As práticas relacionadas com a organização laboral e com a integração dos colaboradores têm sido apontadas como um elemento-chave para o alcance da qualidade organizacional (Bayo-Moriones *et al.*, 2011), nomeadamente, na redução de incertezas sobre as tarefas e funções de cada um, bem como no aumento do compromisso de todos perante os objetivos da organização (Cantarello *et al.*, 2012).

Tari & Sabater (2006) defendem que a qualidade dos recursos humanos de uma organização, determina a qualidade e o desempenho da mesma. Organizações que olham para os seus recursos humanos como o ativo mais importante e aplicam estratégias de formação direcionadas para questões relacionadas com a qualidade, detêm funcionários conscientes da importância da qualidade, da figura corporativa e do cliente e, consecutivamente, vantagens competitivas em relação à concorrência. Os colaboradores tornam-se assim agentes ativos na melhoria contínua, já que são capacitados para melhorar a forma como o trabalho é realizado.

Para isto, e para que um colaborador consiga exercer as suas funções de forma eficiente é essencial que este domine e tenha conhecimento das mesmas, o que nem sempre acontece. Muitas vezes o funcionário não tem total domínio das tarefas que lhe estão incumbidas. E, na maioria das vezes, esta

falta de conhecimento surge por falta de uma formação consistente, capaz de abranger os conteúdos essenciais para que não exista a incerteza da função ou, no pior dos cenários, o conhecimento superficial e a ignorância em relação a fatores chave para a correta execução da mesma. Neste sentido, surge a importância da formação profissional.

O despoletar do presente projeto surge com a preocupação crescente, por parte da gestão da Bosch Car Multimedia, dos níveis de qualidade que estavam a ser empregues em duas tarefas operacionais manuais que ocorrem no departamento de montagem final (MOE2), e que são parte integrante dos processos de fabrico da maioria dos produtos oferecidos pela empresa: montagem de *foils* e manuseamento de *Printed Circuit Boards Assembled* (PCBAs).

Eram rececionadas com elevada frequência e desde o passado, reclamações de cliente de defeitos que estavam relacionados com a ocorrência de erros operacionais por parte dos colaboradores afetos às linhas produtivas, resultantes de fugas aos *standards* definidos para a correta execução de ambas as atividades. Internamente, também existia a certeza de que estes eram dos maiores problemas de qualidade que a empresa enfrentava.

Por se tratar de tarefas críticas, manuais e, por isto, totalmente dependentes do fator humano, realizavam-se ações formativas planeadas de forma a expor aos colaboradores as melhores práticas, baseadas nas instruções de trabalho *standard*, de forma a garantir os níveis de qualidade que ambas as tarefas operacionais careciam.

Em 2020, uma análise interna, despoletada pela continuada receção de reclamações do cliente, resultou na perceção por parte da gestão de que existiam lacunas nos conhecimentos e habilidades práticas dos colaboradores em relação às instruções de trabalho *standard*, bem como atitudes repetidas de incumprimento das mesmas quando eram conhecidas, que levavam à ocorrência destes defeitos. Isto era resultado da precariedade da metodologia de formação que estaria a ser aplicada até então, que era ineficaz na transmissão de conhecimentos aos colaboradores.

Por isto, em 2021, o departamento de Qualidade passou a ser o responsável pela formação de colaboradores em montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs.

1.2 Objetivos

Neste projeto de dissertação pretendeu-se desenvolver um projeto de melhoria na Bosch Car Multimedia, no departamento de Qualidade, que apresenta como objetivo geral desenvolver e implementar uma metodologia de formação robusta para a melhoria da qualidade da montagem de *foils* e do

manuseamento de PCBAs dos colaboradores do chão de fábrica do departamento de montagem final (MOE2).

Desta forma, os principais objetivos específicos do projeto assentaram em:

- Identificar as necessidades formativas existentes ao nível organizacional, operacional e individual;
- Averiguar se os *standards* definidos e utilizados como conteúdo base para as formações de montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs são claros, atuais e passíveis de serem cumpridos;
- Identificar os motivos de ineficiência da metodologia de formação anteriormente aplicada;
- Potenciar a adequação dos métodos pedagógicos utilizados nas ações formativas ao público-alvo da formação;
- Aumentar o grau de adequação do *design* das ações formativas às características e necessidades do posto de trabalho;
- Garantir a satisfação dos colaboradores em relação à metodologia de formação desenvolvida;
- Melhorar os níveis de conhecimento e habilidades práticas dos colaboradores relativamente à montagem de *foils* e ao manuseamento de PCBAs;
- Reduzir o número de defeitos internos relacionados com a montagem de *foils* e o manuseamento de PCBAs.

1.3 Metodologia de Investigação

Tendo em consideração a natureza aplicada do projeto, a par com as vantagens que acarreta, a escolha da metodologia de investigação recaiu sobre a metodologia Investigação-ação. Esta pressupõe a investigação, no sentido de aumentar a compreensão do investigador e das restantes pessoas envolvidas, bem como a ação com a finalidade de conseguir a mudança na organização (Westbrook, 1995).

Concentra-se na investigação ativa, adotando uma abordagem científica para a resolução de problemas organizacionais ou sociais identificados. Pressupõe grande envolvimento e colaboração entre o investigador e os colaboradores envolvidos no processo que se pretende melhorar (Coughlan & Coughlan, 2002).

Desta forma, seguiu-se uma filosofia interpretavista através de uma abordagem indutiva, e a adoção de uma postura empática com os intervenientes da pesquisa, já que se tornou essencial perceber com clareza o contexto atual pela ótica de quem o vivencia no seu dia-a-dia (Saunders *et al.*, 2006).

O resultado desejado da estratégia de investigação não pressupõe apenas soluções para os problemas imediatamente identificados, mas também uma aprendizagem e contribuição para o conhecimento e para a teoria científica. Desta forma, autores como Bown & Jones (2001) consideram um ciclo de cinco etapas, englobando o diagnóstico do problema; planeamento das ações para a resolução dos problemas identificados; implementação das ações de melhoria; avaliação dos resultados obtidos e; por fim, a especificação da aprendizagem.

Tendo por base esta metodologia de investigação, a presente dissertação seguiu as fases supramencionadas, apoiadas no ciclo de PDCA, e ocorreu por meio da utilização de métodos qualitativos e quantitativos.

Inicialmente, e de forma a possuir o conhecimento necessário acerca do estado da arte relacionada com os tópicos em estudo, foi realizada uma análise documental de múltiplas fontes compostas por literacia apropriada, incluído fontes de informação primárias, secundárias e terciárias.

De seguida, passou-se para a fase de diagnóstico da situação atual da empresa, que foi demarcada pela recolha de dados ao nível organizacional, individual e operacional, tal como a literatura sugere, para a identificação das necessidades formativas de montagem de *foils* e de manuseamento de PCBAs. Esta recolha foi auxiliada por diversos métodos e ferramentas. Numa fase inicial, procedeu-se à identificação das necessidades formativas de nível organizacional, recorrendo-se à análise documental de ficheiros, arquivos e bases de dados da empresa através da plataforma *intranet*, à realização de fluxogramas com recurso ao software *Microsof Visio*, diagramas de Pareto com recurso ao *software Minitab*, entre outras análises quantitativas para a definição factual dos defeitos ocorridos. No decorrer da análise, tornou-se essencial realizar um levantamento das possíveis causas para o incumprimento das instruções de trabalho *standard* por parte dos colaboradores, recorrendo-se à construção de um diagrama de Ishikawa, em *brainstorming* com especialistas do processo e apoiado pela aplicação da ferramenta dos 5 *whys*.

Numa fase posterior, foi realizada uma análise ao sistema produtivo para a identificar as necessidades formativas de nível operacional e individual, e procurar averiguar a existência das possíveis causas do incumprimento dos *standards* por parte dos colaboradores. A análise foi apoiada nas fases da ferramenta de qualidade 5G, e contou com a realização de entrevistas não-estruturadas aos membros inseridos no processo, de diferentes áreas e posições hierárquicas. Recorreu-se à observação direta, com uma postura de observador como participante, dos processos e das atividades operacionais em estudo e à utilização de folhas de verificação para o registo das observações realizadas. Esta análise culminou com a identificação das lacunas da metodologia de formação anteriormente aplicada na empresa, e também na perceção da sua existência ao nível das instruções de trabalho *standard* da montagem de *foils*.

Para a fase de planeamento de ações, recorreu-se ao suporte da ferramenta 5W2H para definição do plano de ações.

Com o problema estabelecido, medido e analisado, avançou-se para a fase de implementação das ações, através de um conjunto de melhorias específicas nos problemas identificados. Recorreu-se aos princípios do *standard work* e às fases de identificação de necessidades formativas, planeamento e execução das formações do ciclo formativo proposto por Gomes *et al.*, (2010) e Noe (2010).

De seguida, para a avaliação dos resultados obtidos foram despoletadas 3 análises distintas. A primeira referente à satisfação dos colaboradores relativamente à nova metodologia de formação, que ocorreu por via da análise quantitativa dos dados resultantes da aplicação de um questionário de satisfação a 233 colaboradores que participaram em ações formativas de montagem de *foils*, e 273 colaboradores que participaram em ações formativas de manuseamento de PCBAs, que seguiam a nova metodologia de formação.

A segunda análise recaiu sobre a avaliação do impacto da nova metodologia de formação nos conhecimentos dos colaboradores formados, e resultou da análise e comparação dos resultados obtidos por 136 colaboradores num teste de diagnóstico (aplicado antes da administração da formação) e um teste de avaliação final (aplicado após a administração da formação). Para a análise quantitativa dos dados recorreu-se ao *software SPSS*, onde foram realizadas análises estatísticas descritivas da amostra e diversos testes estatísticos (intervalo de confiança de 95%). A última análise, recaiu sobre a comparação dos defeitos internos existentes no início e no fim do presente projeto.

Por fim, foi realizada uma síntese dos resultados atingidos, acompanhados de dados explicativos, de forma a especificar as lições apreendidas e servir de suporte para futuras investigações.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente documento organiza-se em sete capítulos, a introdução, a revisão de literatura, a apresentação da empresa, a descrição e análise crítica da situação atual da empresa relativamente ao tema em estudo, a apresentação e implementação das propostas de melhoria, a discussão e avaliação dos resultados e, por fim, as conclusões.

O primeiro capítulo, relativo à introdução pretende expor, de uma forma generalizada, os conceitos e tópicos em estudo, através de uma breve descrição do problema exposto no enquadramento, os objetivos, a metodologia de investigação escolhida pelo autor, bem como a estrutura que a dissertação seguiu.

O capítulo seguinte, refere-se à revisão de literatura e serve como base teórica aos seguintes capítulos, já que aborda as filosofias, metodologias e ferramentas sobre as quais o presente projeto se debruçou. O terceiro capítulo evidencia a apresentação da empresa onde a presente dissertação foi desenvolvida. Explora, de uma forma geral, a sua história, a sua posição no mundo e em Portugal, valores e motivações e, de uma forma mais específica, expõe a política de gestão aplicada e caracteriza a área de qualidade na qual a presente dissertação se enquadra.

De seguida, no capítulo quatro, é apresentada a descrição e análise crítica da situação atual da empresa, que se traduz no diagnóstico do problema e na fase *plan* do ciclo PDCA. Inicialmente apresenta-se o projeto e os tópicos em estudo, seguindo-se a análise crítica e identificação de problemas, que culmina com o resumo síntese dos problemas identificados.

O quinto capítulo ilustra a apresentação e implementação das propostas de melhoria. Numa fase inicial é apresentado o planeamento das ações, seguindo-se para a implementação das mesmas, que corresponde à fase *do* do ciclo PDCA. Este capítulo encontra-se dividido em dois tópicos principais, a reestruturação do *standard* de montagem de *foils* e a reestruturação da metodologia de formação, que se divide em três subcapítulos. O primeiro refere-se à identificação das necessidades formativas; o segundo ao planeamento das mesmas; e o terceiro à fase inicial da execução de ambas as formações seguindo a nova metodologia de formação. Por sua vez, o subcapítulo referente ao planeamento das formações, subdivide-se na preparação da nova sala de formação; na preparação dos novos conteúdos formativo; dos novos métodos de avaliação; e na digitalização das formações de montagem de *foils* e manuseamento de PCBA.

O capítulo 6 inclui a terceira fase do PDCA, *check*, já que se refere à discussão e avaliação dos resultados, onde são avaliados os ganhos adquiridos com a introdução das melhorias.

O último capítulo reúne as considerações finais, bem como a última fase do ciclo PDCA (*act*) que culmina com o trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo refere-se à apresentação da revisão de literatura que serve de base para o desenvolvimento da presente dissertação. Inicialmente introduz-se o conceito de formação profissional no contexto organizacional, seguindo-se com a apresentação das principais modalidades e tipo de formação profissional, terminando com a alusão ao ciclo formativo e às principais características a ter em consideração para o seu sucesso. De seguida, é apresentado um capítulo relativo à gestão da

qualidade, aos conceitos que lhe são inerentes e à sua relação com a formação profissional. Ainda neste capítulo, são apresentados conceitos de melhoria contínua e de metodologias/ferramentas da qualidade que foram utilizadas na presente dissertação.

2.1 Formação profissional no contexto organizacional

2.1.1 Conceito de formação profissional

A formação profissional é um conceito amplo, que pode simplesmente referir-se à instrução em sala, seminário ou posto de trabalho, através de diversos meios de informação, que procura o desenvolvimento de competências e aptidões. Por este motivo, existem várias definições de formação profissional que refletem diferentes abordagens e níveis de análise a partir das quais são perspectivadas.

De acordo com Organização Internacional do Trabalho (OIT) a formação profissional é a “atividade direcionada para identificar e desenvolver capacidades humanas para uma vida ativa, satisfatória e produtiva. Aqueles que recebem formação profissional devem ser capazes de compreender e, individualmente ou coletivamente, influenciar as condições de trabalho e o contexto social” (*as cited in* Dias, 2015, p. 10).

Para Fialho (*as cited in* Jamba, 2018) a formação profissional trata-se de um processo de capacitação das competências profissionais, sociais e humanas de um trabalhador para um determinado desempenho profissional, que deve responder a problemas e falhas de execução de trabalhos.

De acordo com Noe (2010) a formação profissional “diz respeito ao esforço desenvolvido por uma empresa para possibilitar aos seus colaboradores o desenvolvimento das suas competências no local de trabalho (...) incluindo conhecimentos, habilidades e comportamentos fundamentais ao sucesso da performance laboral.”

Por sua vez, Sekiou *et al* (*as cited in* Ferreira, 2016, p. 4) definem a formação profissional como:

“Um conjunto de ações, meios, técnicas e apoios estruturados com a ajuda dos quais os trabalhadores são impelidos a melhorar os seus conhecimentos, comportamentos, atitudes e capacidades intelectuais, necessários para atingir os objetivos das organizações (...), e para cumprirem de forma adequada as suas tarefas, no presente e no futuro”.

Pode-se verificar que todas as abordagens são unânimes em relação ao objetivo da formação profissional, que se prende à transferência de conhecimento ao indivíduo/trabalhador de forma a dotá-lo de competências, para que possa executar as suas funções de forma mais eficaz e eficiente.

Neste sentido, Velada (2007), acrescenta ainda que para além de contribuir para o desenvolvimento pessoal e profissional dos indivíduos, a formação profissional contribui para a melhoria do desempenho organizacional. Tendo em consideração que os recursos humanos são únicos, inimitáveis e insubstituíveis, os seus conhecimentos e competências são fontes críticas para uma vantagem competitiva sustentável (Choi & Yoon, 2015). De acordo com García (2005), existe uma correlação forte entre a implementação de políticas de formação e a satisfação dos colaboradores e, por consequência, da satisfação do cliente.

Arthur *et al* (2003) somam ainda mais importância às ações formativas, defendendo que estas são um dos métodos mais eficazes para melhorar a produtividade dos indivíduos e de comunicar os objetivos organizacionais aos colaboradores.

As rápidas alterações do mercado, provocadas pelos diversos fatores influenciadores (culturais, económicos, entre outros) bem como a competitividade às quais as empresas estão sujeitas atualmente também salientam a importância da formação em contexto organizacional já que determinam “a necessidade de constante atualização e reciclagem de conhecimentos, a qual deverá constituir um processo contínuo durante o percurso laboral, deverá abranger os diferentes níveis de qualificação, adaptando-se às carências identificadas em cada nível” (Fernandes, 2005, p. 63).

Num sentido mais amplo, a formação profissional é o processo, seja ele formal ou informal, planeado ou não, através do qual os colaboradores aprendem novos conhecimentos, atitudes e comportamentos relevantes para a realização do seu trabalho (Gomes *et al.*, 2010). O'Driscoll e Taylor (1992) afirmam que, embora existam vários mecanismos pelos quais a aprendizagem e desenvolvimento possam ocorrer nas organizações, a formação formal e planeada é frequentemente utilizada para fornecer aos colaboradores os conhecimentos para o correto desempenho das suas funções.

Assim, a formação foca-se na transmissão e fomentação da aplicação do Saber, nas funções desempenhadas pelos colaboradores em três níveis (Gomes *et al.*, 2010; Noe, 2010; Dhar, 2015), apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Níveis do saber abrangidos pela formação profissional
Fonte: Elaborado pelo autor

Níveis do saber	Caracterização dos níveis do saber
Saber Saber	Refere-se à aquisição e aperfeiçoamento de conhecimentos gerais e específicos essenciais para executar a função.
Saber Fazer	Refere-se à aquisição e aperfeiçoamento de capacidades motoras, métodos, técnicas e competências para executar a função.
Saber Ser e Estar	Refere-se à aquisição e aperfeiçoamento de atitudes, comportamentos e formas de estar adequados à função e às necessidades organizacionais.

A formação tem sido umas das estratégias adquiridas pelas organizações para o desenvolvimento dos recursos humanos, bem como para o seu próprio desenvolvimento. Para que o processo formativo resulte nos benefícios esperados, é essencial que os objetivos, modalidades e tipos de formação a serem implementados sejam bem definidos, tendo sempre em consideração o público-alvo, as estratégias e características específicas de cada organização. A tabela 2 evidencia alguns dos benefícios resultantes da formação profissional.

Tabela 2: Benefícios gerais da formação profissional
Fonte: Adaptado de (Gomes et al., 2010, pp. 394–395)

Vantagem	Definição
Desempenho dos colaboradores	A formação permite a melhor execução das funções, sendo um fator promotor do desempenho dos colaboradores.
Motivação	A formação é percebida pelos colaboradores como um sinal de interesse por parte da organização no seu desempenho e funções. A satisfação e o desejo de responder reciprocamente são consequências da formação profissional e, tendem a gerar maior motivação no trabalho.
Redução do tempo de aprendizagem necessário para atingir o desempenho desejado	O formação/treino em situações de aprendizagem controlada permite reduzir os períodos de aprendizagem e, consequentemente, aumentar a produtividade dos novos colaboradores.
Mudanças de atitudes	A formação leva à modificação de atitudes dos colaboradores, levando-os, por exemplo, a um maior envolvimento com a empresa e uma maior cooperação interpessoal. Esta modificação torna-se especialmente relevante quando é necessário melhorar a satisfação dos clientes.
Promoção da vantagem competitiva	Quando vinculada com a estratégia da organização, a formação produz o conjunto de competências necessárias para a aquisição e/ou manutenção da vantagem competitiva.

2.1.2 Modalidades e tipos de formação profissional

A formação profissional compreende duas modalidades principais: a) formação profissional inicial e b) a formação profissional contínua (Sumbo, 2019).

A formação profissional inicial ou formação de integração contempla a aquisição de capacidades indispensáveis para que o trabalhador possa dar início ao exercício de uma profissão. Apresenta como base conteúdo acerca da empresa, da profissão, conteúdo específico das funções e dos métodos de trabalho, apresentação da equipa, etc (Jamba, 2018). Estas formações, normalmente, são desenvolvidas em longos períodos de tempo (semanas ou meses). Algumas ações conciliam o posto de trabalho e a sala de formação, enquanto que outras são realizadas apenas nos postos de trabalho, sob a responsabilidade da chefia direta ou de um membro da equipa com mais experiência no trabalho.

Para colaboradores que trabalham de forma direta nos processos de produção existe a necessidade de uma constante atualização da formação inicial, já que as constantes mudanças e características destes processos exigem a atualização de competências e conhecimentos.

A formação profissional contínua é destinada a colaboradores que já trabalhem na organização e apresenta como finalidade a melhoria dos processos de desempenho do trabalho (Sumbo, 2019). “ Os conteúdos trabalhados neste tipo de formação dizem respeito as situações reais de organização e desenvolvimento do trabalho, numa perspetiva de orientação para a resolução dos problemas que surgem ou possam surgir na realização das tarefas” (Sumbo, 2019, p. 55).

Esta engloba três objetivos, que podem ocorrer em simultâneo ou não, e que são apresentados na tabela 3.

*Tabela 3: Objetivos da formação profissional contínua
Fonte: Adaptado de (Jamba, 2018; Sumbo, 2019).*

Objetivos	Caracterização dos objetivos
O aperfeiçoamento	Visa complementar e melhorar conhecimentos, capacidades práticas, atitudes e formas de comportamentos no âmbito da profissão exercida.
A reciclagem	Visa atualizar ou conferir novos conhecimentos, práticas, atitudes e formas de conhecimento no âmbito da profissão exercida devido a progressos científicos e/ou tecnológicos.
A reconversão	Visa dotar o indivíduo/trabalhador de qualificações diferentes das que já possui, para que possa exercer uma nova atividade profissional.

A formação profissional pode ainda ser caracterizada quanto aos objetivos que pretende alcançar face aos formandos, dividindo-se entre formação técnica e formação comportamental.

De acordo com Madelino (*as cited in* Jamba, 2018, p. 20), a formação profissional técnica “destina-se a melhorar o conhecimentos e aptidões técnicas dos empregados para desempenhar as suas funções. Pode ter finalidade de transmitir conhecimentos, como manobrar novos equipamentos, produzir novos produtos”. É uma formação dirigida a um grupo de funcionários, com características específicas que podem variar conforme a função ou atividades a serem desenvolvidas.

Para além dos conhecimentos técnicos, os funcionários também devem estar dotados de conhecimentos a nível comportamental, que lhes devem ser transmitidos através de formação comportamental. Segundo o autor anteriormente citado, “as dimensões comportamentais consistem em padrões de atuação que reforçam e garantem o sucesso no desempenho da função. Podem estar ligados à forma como o titular da função desenvolve o seu trabalho (...)” (*as cited in* Jamba, 2018, p. 20). Assim, resumidamente, este tipo de formação visa transmitir comportamentos indispensáveis para a cultura da empresa, seja em que domínio for ou alterar aqueles que não são ajustados para a mesma.

A modalidade e tipo de formação a ser ministrado em determinado momento, a determinados funcionários não são escolhidos aleatoriamente, mas sim de acordo com os resultados que se pretendem atingir no final da ação de formação, com a função que o trabalhador desempenha, o contexto, a situação e com o tipo de atividade que a empresa desenvolve.

2.1.3 Ciclo formativo

Apresentado o conceito de formação profissional e a sua importância para as organizações, de seguida, será exposta a forma como o ciclo formativo se deve desenrolar.

O ciclo formativo compreende um conjunto de etapas. O estado de arte acerca do número de fases que devem constituir o ciclo formativo é divergente. No entanto, existem quatro fases essenciais, presentes em todos os estudos, para que as formações culminem nos benefícios que lhes são inerentes.

Este processo inicia-se com a identificação das necessidades de formação, prossegue com a programação das atividades formativas, concretiza-se na execução das atividades e conclui-se com a avaliação de todo o ciclo (figura 1) (Gomes *et al.*, 2010; Noe, 2010).



Figura 1: Etapas do Ciclo Formativo
Fonte: Elaborado pelo autor

Muitas vezes as organizações distanciam-se deste modelo, executando ações formativas apenas pelas obrigações legais e benefícios fiscais que podem resultar das mesmas, isoladas de atributos que determinam a eficácia de um ciclo formativo.

Gomes *et al.* (2010) comparam o processo formativo com um icebergue, afirmando que a execução da formação representa a face visível do mesmo, e as restantes fases a face invisível. Os autores defendem que a eficácia da formação depende fortemente das fases prévias do ciclo formativo e da sua avaliação. Assim, este processo deve ser organizado e sistemático no corpo geral de uma organização, no entanto, flexível para que se consiga adaptar às necessidades do negócio/organização.

De seguida, diferenciam-se as fases do ciclo formativo acima referidas.

1ª Fase: Identificação das necessidades de formação

O levantamento do diagnóstico de necessidade é o primeiro passo para determinar a necessidade de formação e deve levar sempre em consideração os objetivos estratégicos e operacionais da organização (Patton & Pratt, 2002). É importante que as necessidades sejam identificadas de forma concisa e cuidadosa para que a formação reproduza os efeitos esperados.

De acordo com Noe *et al.* (2006), a identificação das necessidades de formação deve partir dos gestores de nível superior e intermédio. Os de nível superior de forma a poder garantir a componente estratégica e de prossecução dos objetivos delineados para a organização, e os de nível intermédio para definição do orçamento existente para a formação e definição das questões que devem ser trabalhadas para potenciar as suas equipas. Gomes *et al.* (2010) também consideram o papel dos gestores essenciais nesta primeira fase, já que têm a capacidade de assumir o papel tanto dos formadores como dos colaboradores a ser abrangidos pela formação e reconhecem as principais competências e dificuldades dos mesmos.

Segundo Cekada (2010), a capacidade de rentabilizar o investimento realizado com a formação é totalmente dependente da qualidade do diagnóstico de necessidades, já que é através deste que se determina o nível de conhecimento e performance dos colaboradores relacionados com um posto de trabalho específico, em comparação com o nível de conhecimento e performance real dos mesmos.

Na sequência do diagnóstico devem ser analisados e identificados fatores individuais, organizacionais ou da envolvente que evidenciam a necessidade de formação (Salas *et al.*, 2012; Velada, 2007; Patton & Pratt, 2002; Brown, 2002). Desta forma, deve-se distinguir em três níveis, sumarizados na tabela 4.

Tabela 4: Níveis de análise no diagnóstico das necessidades formativas
Fonte: Adaptado de (Salas et al., 2012; Velada, 2007; Patton & Pratt, 2002; Brown, 2002)

Níveis de avaliação	Caracterização dos níveis
Nível organizacional	Verificação de indicadores organizacionais e de produção que indiquem a necessidade de formação e avaliação do apoio de gestores e colaboradores à formação.
Nível individual	Verificação da existência de problemas no desempenho das funções; falta de competências básicas dos colaboradores ou exigência de novos padrões de desempenho. Está relacionado com a perceção das capacidades e conhecimentos dos colaboradores da organização, e da interdependência destas com as especificidades das funções.
Nível operacional	Análise do tipo de trabalho que os colaboradores executam, as tarefas que desempenham e os requisitos que devem cumprir para as executar corretamente.

A análise dos três níveis é essencial para determinar a conexão entre os problemas no desempenho das funções e a falta de competências, aptidões, capacidades e técnicas passíveis de resolução e diferenciá-los daqueles que resultam da falta de motivação (Noe *et al.*, 2006).

Para que a identificação das necessidades de formação seja coesa e realista, deve-se utilizar métodos/técnicas para a recolha das mesmas tais como, observação, questionários, entrevistas, grupos de discussão (*brainstormings*) e análise de documentação impressa ou digital (registos de dados, manuais técnicos, procedimentos, instruções de trabalho *standard*, etc). De acordo com Cekada (2010) após a recolha de dados concretos das necessidades formativas, estes devem ser analisados cuidadosamente, de forma a permitir a identificação de discrepâncias entre o nível atual e o nível de performance desejado. De seguida, devem-se determinar as necessidades que podem ser colmatadas através da formação, e propor soluções para suprimir as necessidades identificadas através de um programa formativo.

Assim, esta fase termina com a definição dos objetivos da formação e prossegue com a elaboração do plano de formação. Apresenta um papel definitivo para o sucesso de todas as etapas seguintes, bem como para a eficácia de todo o ciclo formativo (Gomes *et al.*, 2010; Noe, 2010).

2ª Fase: Planeamento da formação

Neste momento, são organizados todos os objetivos estabelecidos na fase anterior. Estes objetivos constituem o ponto de partida da segunda fase: o planeamento da formação.

Assim, no planeamento da formação são definidas, estabelecidas e planeadas todas as etapas que se pretendem realizar no plano de formação tendo em conta as necessidades identificadas nos colaboradores, de forma a cumprir os objetivos estabelecidos. Deve prever os aspetos relacionados com o contexto da formação a administrar (objetivos, locais, horários, comunicação administrativa, etc) e os aspetos relacionados com o conteúdo (métodos) (Salas *et al.*, 2012).

Para que o planeamento de formação seja devidamente delineado é essencial que responda a um conjunto de questões apresentadas de seguida, sendo a qualidade de resposta às mesmas totalmente dependente da recolha realizada na primeira fase o ciclo formativo (Gomes *et al.*, 2010). As questões são as seguintes:

1. **Porquê formar:** quais os objetivos e resultados esperados?
2. **Quem deve ser formado:** a quem se deve dirigir a formação?
3. **Quem vai formar:** quem será o formador?
4. **Em que formar:** qual o conteúdo da formação?
5. **Como formar:** quais os métodos de formação?
6. **Que recursos:** quais os recursos, monetários e não-monetários, necessários?

Neste sentido, os métodos formativos devem ser criteriosamente escolhidos de acordo com as características dos formandos e dos objetivos. Noe *et al.* (2006) dividem os diferentes métodos formativos em três categorias principais.

Os métodos expositivos que se caracterizam por uma postura passiva por parte dos formandos na aprendizagem, e incluem a tradicional formação em sala, comunicação unilateral formador/formando e as técnicas audiovisuais. São os mais recomendados para apresentação de novos factos, informação e processos alternativos dos atuais. Os métodos ativos, que se caracteriza pela participação dos formandos com uma postura ativa na aprendizagem, e são recomendados para o desenvolvimento de competências e comportamentos adequados ao local de trabalho. Inclui demonstrações para exemplificar uma determinada operação técnica ou prática que se deseja repetida, e depois apreendida. Normalmente, a comunicação do formador é assinalada por um conjunto de perguntas, com o objetivo de envolver os formandos e potenciar a aprendizagem. São exemplos destes métodos a formação no local de trabalho (*on the job*), as simulações, a modelação comportamental, os vídeos interativos e a formação com base nas novas tecnologias. E, por fim, os métodos grupais que apresentam como finalidade melhorar as competências e a eficácia da equipa ou do grupo de formandos. Incluem formações que implicam a análise de sentimentos, perceções ou crenças.

A decisão do método a escolher deve prender-se com a sua adequação ao público-alvo a que a formação se irá dirigir, e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados com as ações formativas (Noe *et al.*, 2006). A formação é em regra uma atividade dispendiosa devido a custos diretos e indiretos, como o afastamento do colaborador do local de trabalho. Por isto, a escolha não pode deixar de considerar as questões económicas.

Assim, a segunda fase do ciclo formativo trata do planeamento exaustivo, conciso e regrado da formação, que deve ter em conta as circunstâncias da organização bem como as necessidades formativas e as condições disponíveis para a realização das mesmas.

3ª Fase: Execução da formação

A terceira fase do ciclo formativo trata da execução propriamente dita das ações formativas, é a parte visível de todo o processo formativo, compreende as duas fases anteriores e funciona como elo de ligação da quarta fase, que se destina a avaliação de todo o ciclo formativo.

De acordo com Gomes *et al.* (2010), para que a execução seja realizada de forma correta e exemplar, diversos fatores devem ser monitorizados e mobilizados, nomeadamente, a adequação dos programas às necessidades da empresa; a qualidade do material apresentado nas formações, bem como a qualidade dos formadores escolhidos para administrar as formações. O autor defende ainda que as

simulações da formação com um ou mais convidados antes da sua implementação são cruciais, para a detecção de possíveis falhas que podem comprometer todo o ciclo formativo.

De acordo com Martins (2013, p. 32), nesta etapa “organizam-se todos os meios necessários para a implementação das acções de formação, isto é, preparação de materiais, cronogramas, logística, recursos humanos, no fundo, tudo o que envolve as acções de formação”.

Esta fase compreende o agendamento das ações formativas com os formandos. Caso a formação seja realizada em ambiente de sala de aula devem-se ter em consideração a adequação do espaço físico às ações formativas e averiguação de que este facilita a aprendizagem e é privado de ruídos; verificar se a posição do formador é acessível, possui iluminação e é favorável à comunicação com os formandos; e garantir que todos os recursos necessários para as ações formativas estão disponíveis (Ferreira, 2016; Martins, 2013).

Caso um dos aspetos esteja em falta o bom funcionamento da formação pode ficar comprometido, levando ao desinteresse e desmotivação, tanto dos formandos como do formador.

Gomes *et al.* (2010, p. 410) defendem que o sucesso da execução da formação é dependente de outros fatores tais como “predisposição do formando para a formação; motivação para a transferência; resultados pessoais positivos ou negativos; capacidade pessoal; apoio dos pares e superiores; desenho da transferência e oportunidade do uso das competências aprendidas”.

4ª Fase: Avaliação da formação

As organizações investem em programas de formação com a expectativa de que o investimento resulte em retornos nos seus resultados (Saks & Belcourt, 2006). A avaliação da formação corresponde à última fase do ciclo formativo, e permite avaliar todas as fases anteriores tendo em consideração os objetivos definidos. Promove o reequacionamento das estratégias de formação e a eliminação de eventuais “*gaps*” entre o ambicionado e os resultados atuais (Gomes *et al.*, 2010) .

Martins (2013, p. 33) concorda com esta abordagem, considerando que a “avaliação da formação pode ser uma reflexão crítica onde se verifica se os resultados obtidos foram de encontro aos objetivos definidos inicialmente (...) melhorando-a. A avaliação pode ser também um instrumento para tomada de decisões”.

Desta forma, pode-se aferir que a avaliação da formação acarreta inúmeras vantagens. Além da monitorização dos programas de formação e o refinamento das ações formativas propriamente ditas, a avaliação permite a reestruturação das estratégias de formação, pela existência de desajustes entre o estado desejado e o estado atual, bem como aquisição de conhecimentos acerca dos formandos,

provenientes da recolha de dados sobre as competências adquiridas e/ou desenvolvidas necessários nesta fase do ciclo formativo.

A avaliação pode ser formativa ou sumativa. A primeira acontece ao longo do processo de desenvolvimento do ciclo formativo e diz respeito à avaliação do programa de formação. Permite avaliar a qualidade e identificar ineficiências dos materiais instrutivos, métodos, formadores e objetivos de aprendizagem, pressupondo respostas para a melhoria destes aspetos. A avaliação sumativa, também definida como validação, refere-se à avaliação dos objetivos e resultados alcançados. Ocupa-se da avaliação da reação do público-alvo às ações formativas, das competências assimiladas e das mudanças de atitude resultantes das mesmas (resultados de curto prazo); da avaliação dos comportamentos dos formandos no posto de trabalho (resultados de médio prazo); e da avaliação do impacto das ações formativas nos resultados organizacionais (resultados de longo prazo) (Arthur *et al.*, 2003; Shenge, 2014).

Normalmente, a dificuldade da avaliação de um ciclo formativo prende-se com a última acima referida, já que existe a dificuldade em estabelecer uma relação de causa-efeito entre a formação e as mudanças a nível organizacional, por muitos dos comportamentos e conhecimentos adquiridos em formação não poderem ser medidos ou facilmente operacionalizados (Shenge, 2014). A avaliação da formação deve seguir um modelo específico de forma a existir um processo planeado e estruturado. Várias pesquisas têm sido feitas neste sentido, existindo vários modelos mais ou menos complexos para proceder à análise dos resultados dos programas formativos.

Pela relevância que assume na literatura científica e à sua empregabilidade nas organizações, de seguida será apresentado o modelo de Donald Kirkpatrick. O autor propõe que a avaliação deve acontecer de forma sequencial em quatro níveis: avaliação da reação dos formandos, da aprendizagem, do comportamento e dos resultados (Alliger & Janak, 1989; Alsalamah & Callinan, 2021; Smidt *et al.*, 2009). Estes níveis são apresentados em maior detalhe na tabela 5.

Tabela 5: Sequência de níveis para avaliação da formação profissional
Fonte: Adaptado de (Alliger & Janak, 1989; Alsalamah & Callinan, 2021; Smidt et al., 2009)

Níveis de avaliação	Caracterização dos níveis d avaliação
Primeiro nível – reação dos formandos	Avaliação da satisfação dos formandos em relação à formação através da recolha da opinião dos participantes de cada ação formativa, relativamente ao conforto da sala, às metodologias pedagógicas, aos conteúdos e ao formador.
Segundo nível – aprendizagem	Avaliação da eficácia da formação no que toca à aquisição de conhecimentos, competências e atitudes. Neste nível, utilizam-se geralmente testes administrados antes e depois da formação, de modo a determinar o grau de mudança proporcionado pela formação.
Terceiro nível – comportamento	Avaliação da aplicação prática das competências/capacidades técnicas e motoras adquiridas pelos formandos durante a formação no local de trabalho. A observação dos formandos em contexto laboral é uma técnica comumente utilizada neste nível.

Quarto nível – resultados	Avaliação dos impactos financeiros ou operacionais da formação para a organização. Os resultados, normalmente advêm de indicadores e dizem respeito a: qualidade de serviços, produtividade, custos, erros, acidentes, absentismo, entre outros.
----------------------------------	--

Esta sequência de recolha de informação permite analisar o ciclo formativo ao nível da gestão das pessoas, ao nível do trabalho e ao nível organizacional, tendo-se consciência que este designio nem sempre é uma tarefa plenamente realizável (Gomes *et al.*, 2010; Noe, 2010).

Por vezes, as organizações não providenciam a atenção necessária à avaliação do ciclo formativo, que resulta num desperdício de informação essencial para estimar, por exemplo, as principais dificuldades dos colaboradores que resultam em defeitos internos e externos, os níveis de satisfação com as ações formativas, bem como, a eficácia das ações formativas relativamente aos objetivos que se propuseram atingir aquando do seu planeamento.

Outro conceito de elevada importância é a transferência da formação, que é definido como o grau pelo qual os colaboradores aplicam no trabalho, de forma generalizada e ao longo do tempo, o conhecimento, competências e atitudes adquiridas nas ações formativas (Baldwin & Ford, 1988). De acordo com Noe *et al.* (2010), o sucesso da aplicação generalizada, que se traduz na capacidade dos formandos aplicarem o conhecimento adquirido em situações parecidas mas não idênticas às trabalhadas em formação, e da sua utilização continua ao longo do tempo, é influenciado por três fatores essenciais ao longo do processo formativo. As características do ambiente de aprendizagem (materiais utilizados, oportunidade de treinar, métodos pedagógicos escolhidos, etc); as competências e motivações dos formandos (se os formandos não estiverem motivados para aprender e não tiverem as competências mínimas para entenderem o conteúdo da formação, o programa muito dificilmente será aprendido) e; o ambiente de trabalho, que inclui fatores que influenciam fortemente a transferência, como o apoio das chefias, dos pares, a oportunidade para usar as novas capacidades no trabalho, entre outras (Noe *et al.*, 2010).

2.2 Gestão da Qualidade

2.2.1 A evolução do conceito de qualidade e a importância da formação profissional

A qualidade pode ser entendida de forma muito diferente de pessoa para pessoa, de organização para organização, não existindo desta forma uma definição única.

Gomes (2004) defende que afirmamos que um produto tem qualidade se este cumpre a sua função como era pretendido e que um serviço tem qualidade se vai de encontro ou supera as nossas expectativas. Por sua vez, quando “nos deparamos com situações em que, como utilizadores de um bem

ou serviço, as nossas necessidades não são satisfeitas ou as nossas expectativas são frustradas, sabemos que de uma forma ou de outra a qualidade foi negligenciada” (Gomes, 2004, p. 7).

Embora a preocupação com a qualidade possa ser considerada relativamente recente, existem evidências de que a qualidade, no sentido de satisfação do cliente, era já uma preocupação na Idade Média.

Nesta altura, os artesãos recolhiam as necessidades/requisitos dos seus clientes, centralizando em si as responsabilidades de conceção, escolha de materiais, produção e comercialização, garantindo um produto e serviço de alto nível de qualidade. Produziam pequenas quantidades de peças, sendo estas ajustadas manualmente ao corpo do cliente e inspecionadas de forma informal, através de requisitos técnicos que o próprio artesão pré-definia (Costa, 2017).

Com o crescimento da população, das suas necessidades e, consequentemente, da produção em massa as responsabilidades de conceção, produção e inspeção tornaram-se independentes. Neste momento surgem departamentos autónomos de inspeção e as atividades produtivas são independentes destas. Os profissionais destes departamentos eram os únicos responsáveis pelos problemas de qualidade dos produtos, que assim foram afastados nas áreas produtivas. Assim, surge a primeira fase da qualidade, designada por Inspeção (Costa, 2017). Foi aplicada durante muitos anos e apresentava como objetivo obter qualidade igual e uniforme em todos os produtos. Aqueles produtos que não cumprissem os requisitos eram separados, impedindo que estes chegassem ao mercado, não existindo qualquer análise das causas dos problemas/defeitos, levando à ocorrência dos mesmos defeitos repetitivamente. A qualidade era focalizada no produto e não no cliente (típico dos sistemas taylorianos).

Com a entrada dos Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial a qualidade adquiriu maior importância. Facilmente se percebe que com a participação na guerra, era impossível verificar todas as unidades de cada produto, que eram utilizadas em locais e instalações totalmente distintas. A par com o surgimento da necessidade de criar técnicas de garantia de qualidade, já que se tornava impraticável a inspeção a 100% de toda a produção, surgem também as primeiras preocupações com a qualidade do processo e não apenas do produto final. Introduce-se assim, o controlo estatístico da qualidade, através de ferramentas desenvolvidas por Walter A. Shewhart: fase do Controlo da Qualidade (Silva, 2009).

Nas décadas seguintes, devido aos avanços tecnológicos sobretudo dos países mais desenvolvidos e a evolução da qualidade de processos e produtos, começa a ganhar força a prevenção das falhas ao invés da deteção dos erros. Surge a filosofia da obtenção de zero defeitos como meta a atingir. O alcance desta meta era uma possibilidade real para a qual se deveria estar predisposto. Assim, inicia-se a terceira fase denominada Garantida da Qualidade, com novas reflexões sobre o conceito de qualidade, orientadas

para o planeamento e implementação de metodologias capazes de garantir que o produto correspondia aos requisitos exigidos pelo cliente (Costa, 2017).

Em meados da década de 70, a indústria Norte Americana depara-se com uma competição cada vez mais elevada e de maior qualidade vinda do Japão. Esta elevada concorrência japonesa surge com o fim da Segunda Guerra Mundial e com o acolhimento na sua indústria de ensinamentos de Joseph M. Juran e W. Edwards Deming, que tinham como foco a melhoria de todos os processos da organização. Neste momento, os gestores perceberam que para se obter sucesso sustentado na qualidade era fundamental a extensão do conceito a todos os processos e níveis de gestão. Começa-se, assim, a dar ênfase à qualidade dos métodos de trabalho, ao desenvolvimento da documentação de suporte e à definição de métodos de controlo adequado, culminando na quarta fase da qualidade: Gestão da Qualidade (M. Â. G. e Silva, 2009).

Com os resultados de sucesso da fase acima mencionada, da década de 80, a qualidade começa a ser encarada como uma oportunidade de diferenciação da concorrência e que deve ser comum a toda a organização – Gestão da Qualidade Total (TMQ - *Total Quality Management*). Esta filosofia de gestão incorpora novos aspetos técnicos, novos valores, estruturas e métodos de trabalho (Neto, 2009).

A figura 2 ilustra a evolução destas fases.

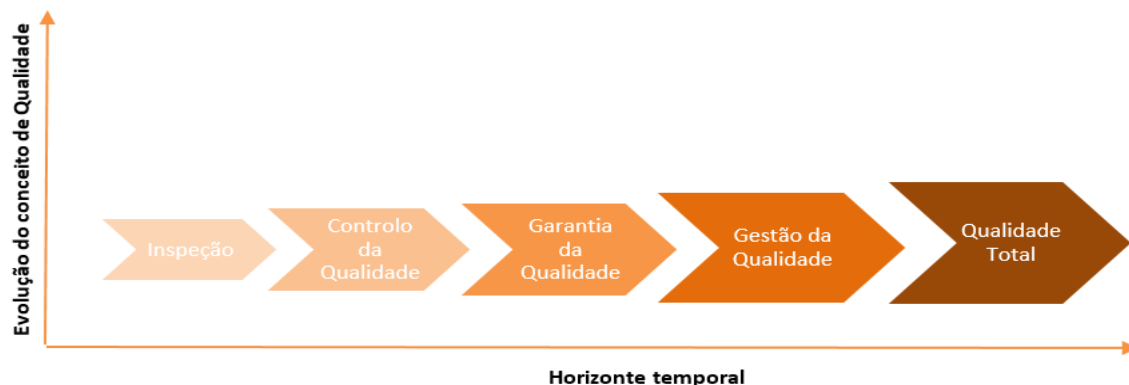


Figura 2: Evolução do conceito de Qualidade
Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, ao longo do tempo diferentes interpretações e várias definições foram atribuídas ao conceito de qualidade e a forma como as organizações planeiam, definem, obtêm, controlam, melhoram continuamente e demonstram a qualidade, tem sofrido grandes evoluções.

A importância dada aos operadores também sofreu alterações ao longo das “eras da qualidade”. Atualmente, são considerados fundamentais já que a qualidade depende do entusiasmo, motivação e confiabilidade das pessoas. A organização pode ser dotada de eficazes sistemas de produção, mas se os operadores estiverem desmotivados, não executarem as suas funções da forma correta e forem

descuidados a produção não irá atender aos altos padrões de qualidade, mas apenas a requisitos mínimos. Isto resultará num produto final abaixo das capacidades do sistema de produção e, conseqüentemente, abaixo das expectativas dos clientes. Desta forma, a formação dos operadores nunca deve ser descurada e o trabalho bem realizado deve ser reconhecido (Ortner, 2000).

De acordo com Arulrajah (2017) e Dwyer (2002), colaboradores comprometidos, cientes da importância do seu contributo para a qualidade e devidamente treinados e qualificados, elevam as organizações a padrões e níveis de qualidade superiores. Yang (2006) também concordando com esta perspectiva, defende ainda que este tipo de cultura melhora a motivação e satisfação dos colaboradores, porque se consideram tratados como ativos valiosos pelos quadros dirigentes. Assim, o envolvimento de todos os colaboradores, inclusive os operários de chão de fábrica, na obtenção de padrões de qualidade elevados contribui para o aumento da eficiência e da eficácia, da competitividade, melhora a imagem da organização e aumenta a satisfação dos colaboradores e dos clientes (Lai *et al.*, 2012).

Desta forma, a importância dada à dimensão humana, nomeadamente à formação da força de trabalho, impacta de forma positiva a qualidade das empresas e o desempenho dos seus funcionários. Assim, formação profissional deve ser colocada no topo das preocupações das empresas já que é um fator crítico para o desenvolvimento de competências e constitui uma alavanca para o sucesso empresarial e para a qualidade do trabalho (Jamba, 2018).

A perceção destas relações não tem sido unânime, quer entre organizações, quer geograficamente (Arulrajah, 2017). Enquanto que no Japão sempre foi dada uma grande atenção e importância aos trabalhadores, no sentido de os motivar e os fazer sentir responsáveis pela qualidade do seu trabalho, no Ocidente o reconhecimento da importância do fator humano para o desempenho organizacional e para o sucesso de um sistema de qualidade foi mais lento (Cowling & Newman, 1995). Atualmente a formação é vista de forma diferente. Cada vez mais as empresas reconhecem a sua importância para enfrentar os desafios e exigências propostas pelo mundo consumidor atual. Porém, é verdade que ainda existem muitas empresas que colocam as práticas de formação para segundo plano.

De acordo com Noe (2010), muitas organizações associam as práticas de formação a custos sem retorno, já que não acreditam nas vantagens competitivas que delas advêm. No entanto, o autor defende que organizações que implementem práticas de formação e de desenvolvimento de recursos humanos apresentam uma melhor performance do que as concorrentes que não o fazem. O autor afirma ainda que esta prática não pode ser encarada como uma “moda”, uma política “*nice to do*” e, colocada em segundo plano sempre que seja necessário realizar um corte no orçamento. Por outro lado, devem ser vistas como políticas “*must to do*”, indispensáveis ao sucesso da empresa.

Freitas (2016) defende que a formação ajuda as empresas a enfrentar novos desafios tornando-as competitivas, e que estas devem desenvolver mecanismos e práticas de formação aliadas à sua estratégia e realidade organizacional. A autora defende que a formação acarreta várias vantagens, entre as quais o aumento e melhoria das habilidades dos colaboradores no desempenho das suas funções; a melhoria na criatividade dos colaboradores, tornando-os inovadores, eficientes e independentes na prática das suas funções; a melhoria da qualidade dos serviços prestados pelos colaboradores; e a melhoria substancial na motivação dos trabalhadores, já que a formação aumenta a segurança e acima de tudo a satisfação no trabalho.

Assim, as organizações devem apostar em práticas de formação e treino contínuos para os seus colaboradores. Tari & Sabate (2006) e Noe (2010) relembram que estas práticas devem ser robustas, eficientes e eficazes o suficiente para oferecer um serviço de alta qualidade ao cliente. É essencial que empresas que se comprometam a cumprir altos níveis de qualidade, criem e façam prevalecer a filosofia de que a qualidade é da responsabilidade de todos e de cada um de forma individual e, que pequenos gestos podem fazer grande diferença (Ortner, 2000). Para isto, é essencial que seja executado um plano estratégico de formação e que a empresa possua um orçamento disponível para o efeito (Padachi & Lukea, 2016).

Na tabela 6 são apresentados os 10 mandamentos de Nadkarni para a gestão da qualidade total.

*Tabela 6: Os 10 mandamentos de Nadkarni para a Gestão da Qualidade Total
Fonte: Adaptado de (Ortner, 2000)*

Compromisso	– Aceitar e implementar a filosofia da qualidade.
Liderança	– Ser o exemplo e mostrar o compromisso com a qualidade.
Orientação para o cliente	– O cliente é a razão da existência da empresa e todos o devem ter em mente.
Trabalho em equipa	– Trabalhar juntos para um objetivo comum.
Comunicação	– Conhecer outros pontos de vista é uma mais-valia nos negócios.
Delegar	– Dar aos colaboradores o poder, a responsabilidade e o reconhecimento pelo trabalho realizado.
Estatística da garantia da qualidade	– Utilizar ferramentas estatísticas para a identificação de causas e resolução de problemas.
Treino	– Elaborar um plano de formação contínua para os colaboradores.
Modelo	– Aprender com os pioneiros da qualidade e extrair o seu conhecimento para o trabalho diário.
Orgulho no trabalho	– Ter orgulho do trabalho realizado por o ter feito da forma correta.

2.2.2 Gestão da Qualidade Total

A Gestão da Qualidade Total abrange todos os intervenientes que de alguma forma integram uma organização, assumindo desta forma um carácter transversal. Através desta filosofia de gestão, o conceito de qualidade é expandido a todas as práticas e pessoas da organização, tornando-se o princípio central/fundamental da organização. A satisfação do cliente, a prevenção de problemas e a melhoria contínua são os valores que maior importância tomam. Com o objetivo de fazer bem à primeira e ao

contrário de outras metodologias, a sua principal característica é a focalização na identificação das causas dos problemas da qualidade e, consequente correção da causa raiz dos mesmos (Neto, 2009). A Gestão da Qualidade Total também apelidada de TQM (*Total Quality Mangement*) é promotora de um sistema de cooperação interno capaz de fornecer produtos e serviços de alta qualidade em função das necessidades e requisitos do cliente (Costa, 2017), pelo que é essencial mobilizar todos os recursos humanos da organização, desde o chão de fábrica até à gestão de topo para garantir o seu sucesso. Assim, a TQM pode ser definida como uma filosofia de gestão multidimensional, concentrada na melhoria contínua em todas as funções da organização, de forma a maximizar os resultados e mitigar os desperdícios. Apresenta um conjunto de princípios, nomeadamente, a satisfação total do cliente; o compromisso da alta administração com a qualidade; a Melhoria Contínua (garantia de qualidade e aperfeiçoamento contínuo de produtos e processos); o desenvolvimento de recursos humanos, educação, treino e delegação de responsabilidade; o *empowerment* dos colaboradores (espera-se que os colaboradores sejam capazes de detetar falhas e resolver problemas); a gestão participativa e por processos; e, por fim, a disseminação e padronização da informação (Faesarella *et al.*, 2006; Reid & Sanders, 2010).

Atualmente, a TQM mostra-se uma componente determinante para o sucesso de qualquer organização. Apresenta como prioridade a obtenção de resultados de qualidade, de forma planeada, precisa e lucrativa, através da continua redução da variabilidade dos processos, de forma a atingir um nível de falha muito próximo dos zero defeitos (Santos, 2008). Os seus principais objetivos são a satisfação e fidelização de clientes e criação de uma figura de marca que corresponda a uma vantagem competitiva sustentada (Lai *et al.*, 2012).

2.2.3 Custos da Qualidade

Tendo em consideração que numa fase posterior da presente dissertação serão evidenciadas alusões a custos de qualidade, tornou-se pertinente a realização de um leve enquadramento acerca deste conceito. Os custos de qualidade podem ser divididos em quatro grupos: custos de não-qualidade internos, custos de não-qualidade externos, custos de prevenção e custos de inspeção (Gomes, 2004).

Os custos de não-qualidade interna referem-se a custos de produção defeituosa antes de chegar ao cliente (Gomes, 2004) e dividem-se em cinco categorias, nomeadamente, de desperdício (trabalho e materiais utilizados na produção de produtos defeituosos); de reelaboração (correção de produção defeituosa); de reteste (inspeção e teste de produtos que foram reelaborados); de paragem (tempo de paragem de equipamento não programada); e de reciclagem (o que fazer a produtos com defeito).

Os custos de não-qualidade externa dizem respeito aos custos associados ao envio de produtos defeituoso para o cliente. São os mais preocupantes e difíceis de quantificar e englobam custos de reclamações do cliente (investigar e resolver queixas dos clientes); de devolução (receber e substituir produtos defeituosos); de garantia (manter e respeitar serviço de garantia); e possibilidades de perda em negócios futuros (Gomes, 2004).

Por sua vez, os custos associados à prevenção das falhas da qualidade referem-se a custos de desenvolvimento do plano da qualidade, dos procedimentos e dos manuais para comunicar o plano de qualidade); custos com avaliações e modificações do design de produtos e testagem de novos produtos e processos; custos inerentes a programas de treino e formação relacionados com qualidade; custos de reporte de informação aos colaboradores; bem como os associados a projetos de melhoria (programas para a redução do número de produtos defeituosos, motivação para a qualidade, etc) (Gomes, 2004).

Por último, os custos de inspeção dizem respeito à inspeção e teste antes do produto ser enviado ao cliente (Gomes, 2004), nomeadamente, inspeções executadas na receção do material e antes de os incorporar no processo; inspeções e testes realizados ao produto final; manutenção e calibragem de equipamentos de inspeção e teste; matérias e serviços necessários para a inspeção e testagem; e avaliações de stock, que englobam estes para avaliação de estragos e deterioração.

2.2.4 Melhoria Contínua

A melhoria continua ou *Kaizen* (termo japonês) é uma cultura de envolvimento de toda a organização que apresenta como principal objetivo o aperfeiçoamento ininterrupto de todos os produtos, processos e serviços de uma organização. Deve ser um processo sistemático e cíclico, não podendo ser encarado como um projeto, com começo, meio e fim, para que permita responder aos objetivos planeados de forma consistente (Costa, 2017).

Trata-se, portanto, tal como o nome indica, do processo de fazer melhorias, não importa quão pequenas, com o objetivo de eliminar todo o tipo de desperdícios (Liker, 2004).

Para a prática da melhoria contínua e sucesso no que toca à qualidade é essencial que as organizações apliquem métodos e técnicas de forma a determinar as causas-raiz dos problemas e implementar ações que mitiguem/eliminem os mesmos.

O método representa a sequência lógica empregada para atingir o objetivo desejado, enquanto a ferramenta é o recurso utilizado no método (Liker, 2004).

Portanto, para que se consiga alcançar níveis superiores no que toca à qualidade é essencial que utilizem de forma conjunta os métodos e as ferramentas. De seguida, será apresentado, ainda que resumidamente, os métodos e ferramentas utilizados na presente dissertação.

Ciclo PDCA

O ciclo de Deming, mais conhecido como ciclo PDCA foi criado por W. Edwards Deming em 1950 e é um dos pilares da melhoria contínua. Trata-se de um ciclo de melhoria baseado num método científico que propõe uma mudança num processo. Determina que todos os procedimentos precisam de ser continuamente estudados e verificados, instituindo sempre uma melhoria no processo de realização do produto ou serviço.

Assim, a utilização do ciclo PDCA entende a procura permanente de novos métodos de melhoria e pode ser definido como um conjunto de fases, ordenadamente dispostas, em que cada fase depende da execução da anterior. As letras que formam o nome do método, PDCA, significam no seu idioma de origem: *Plan, Do, Check, Act* (Sokovic *et al.*, 2010). A tabela 7, resume o que cada uma das fases contempla.

Tabela 7: Resumo das fases do ciclo PDCA
Fonte: Adaptado de (Silva, 2011; Sokovic et al., 2010)

Fase do ciclo PDCA	Caracterização das fases do ciclo PDCA
<i>Plan</i> (planear)	Identificação e análise do problema. Esta fase prepara uma mudança ou uma melhoria. Considerada a fase mais importante do ciclo, já que é através dela que se decide, com base em fatos e dados, o que fazer e como fazer. Nesta fase define-se o plano de ações, estabelecem-se os objetivos acerca do fenómeno em estudo e definem-se os métodos para atingi-los.
<i>Do</i> (executar)	Execução das tarefas de acordo com o plano e coleta de dados para verificação do processo.
<i>Check</i> (verificar)	Comparação do resultado alcançado com o planeado, através da coleta de dados.
<i>Act</i> (agir)	Padronização e estabilização das mudanças, tomar ações para melhorar continuamente o desempenho e, dependendo dos resultados, começar o ciclo de novo.

A figura 3 descreve resumidamente os passos a seguir para a resolução de problemas utilizando as várias fases no ciclo.

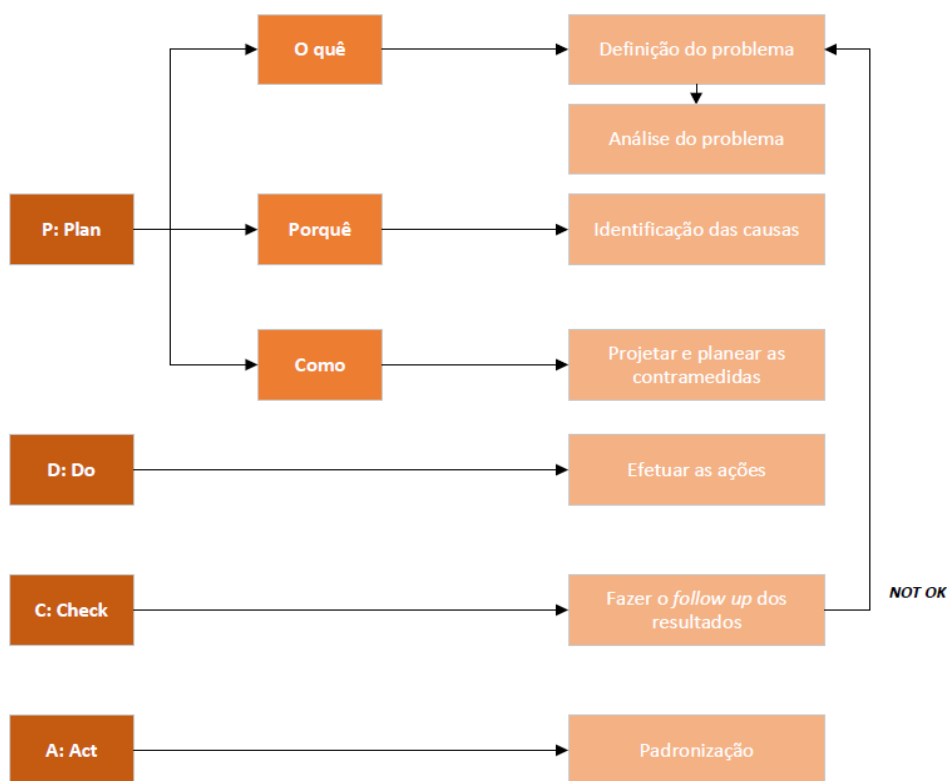


Figura 3: O ciclo PDCA para a resolução do problema
Fonte: Adaptado de (Silva, 2011)

O fluxograma representado na figura 4 evidencia o caminho a seguir quando um problema operacional é identificado, durante a fase *Plan* do ciclo PDCA.

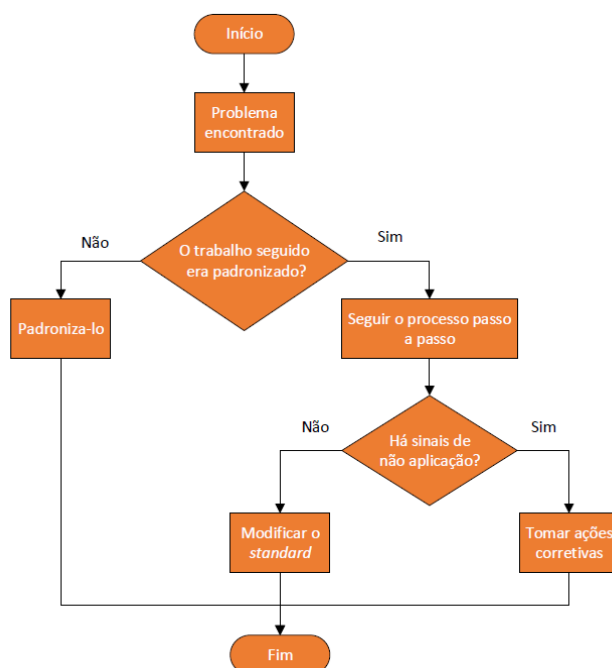


Figura 4: Metodologia a seguir quando um problema operacional é identificado
Fonte: Adaptado de (Liker, 2004)

A primeira questão que se coloca é: *a tarefa/trabalho é padronizada?* Se não, deve-se proceder a normalização da tarefa/trabalho. Se sim, deve-se seguir o processo passo a passo, com o objetivo de identificar qualquer sinal de não aplicação da norma/ *standard* pelos colaboradores (Liker, 2004).

Standard Work

Liker (2004) defende que é impossível melhorar qualquer processo até que este esteja devidamente padronizado. O *standard work* ou trabalho padronizado é importado num documento que contempla as instruções de trabalho *standard* pormenorizadas de todas as tarefas a serem executadas pelos colaboradores, e de todos os processos que possam ter impacto na qualidade do produto.

De acordo com Emiliani (2008), se o *standard work* for devidamente aplicado traduz-se numa ferramenta que pode trazer inúmeras vantagens para organização, tais como, redução da variabilidade (*mura*); estabilidade dos processos; previsibilidade de anormalidades; controlo de processos; e a melhoria da qualidade e flexibilidade.

As ideias de melhoria e aperfeiçoamento dos processos de nada adiantam se não forem do conhecimento de todos e se não forem registadas e comunicadas. Quando isto acontece, com o passar do tempo acabam por cair no esquecimento. Assim, é de extrema importância padronizar todos os processos e comunicar a sua padronização para que todos saibam o que fazer e como fazer, sem que executem as operações de forma aleatória (Feng & Ballard, 2008).

O *standard work* torna-se assim essencial para alcançar a qualidade organizacional e atingir a meta dos “Zero Defeitos” anteriormente abordada. A padronização pode ser representada na figura 5 como a “cunha” que impede que se volte ao estado inicial antes da concretização da melhoria.

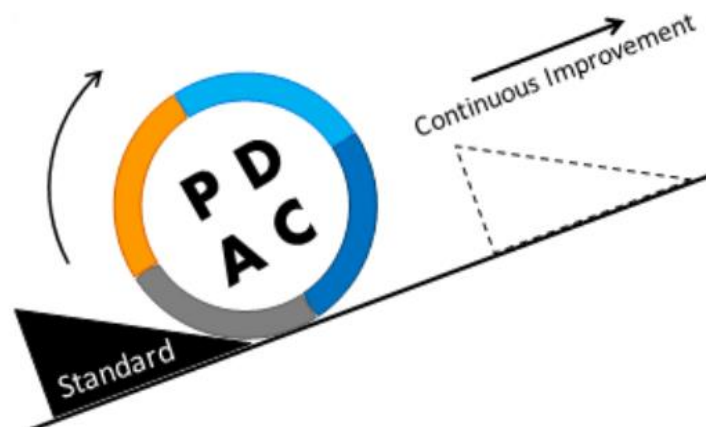


Figura 5: Standard Work e Melhoria Contínua
Fonte: (CIToolkit, 2021)

5G

A ferramenta 5G é utilizada para a descrição e análise de um fenómeno de perda – defeito, quebra, anomalia nos processos. Apresenta como objetivo a descrição de uma situação de maneira abrangente e detalhada, mantendo a conexão entre a teoria e a prática. Pode ser utilizada para perdas simples, esporádicas e crónicas.

De acordo com Murino (*as cited in Ender, 2020*), esta ferramenta divide-se em cinco etapas. A primeira denomina-se *Gemba*, que significa chão de fábrica e evidencia que quando acontece um problema é essencial ir pessoalmente ao local onde ocorreu o problema e recolher todos os dados possíveis; a segunda *Gembutsu* que significa “algo real” e evidencia que quando acontece um problema é essencial examiná-lo antes de apontar uma solução. Através do *Gemba* e do *Gembutsu* é possível perceber-se se os padrões estão a ser aplicados na organização.

A terceira *Genjitsu* que se refere à observação do problema onde ele ocorre, ajuda a obter dados e/ou factos que ajudam na identificação das melhores soluções para o problema; a quarta *Genri* que inclui a consulta de materiais teóricos, de documentações, procedimentos, normas, *standards*, muitas vezes essencial para identificação do problema; e, por fim, a última etapa denominada *Gensoku* que diz respeito à restauração das boas práticas, através de um plano de ações e treino dos colaboradores para a aplicação dos procedimentos/ *standards*, para garantir que os trabalhos são realizados todos da forma correta.

5W2H

A ferramenta 5W2H é uma ferramenta para auxiliar o planeamento de ações. De forma a conseguir-se definir com clareza o plano, através desta ferramenta devem-se responder às seguintes questões (Seleme & Stadler, 2010):

- **What:** o que fazer?
- **Who:** quem é o responsável e o beneficiado com a ação?
- **Where:** onde a ação deve ser implementada?
- **Why:** porque a ação deve ser realizada/implementada?
- **When:** quando a ação deve ser feita?
- **How:** como a ação deve ser realizada, quais as etapas e a sua sequência?
- **How much:** quanto custa implementar a ação?

Em comparação com outras ferramentas a 5W2H possui uma das implementações mais simples, sendo necessário apenas a elaboração de uma tabela com as questões acima mencionadas, de uma forma clara e concisa, com o objetivo de identificar ações e responsabilidades na melhoria dos processos.

5 Whys

A ferramenta dos 5 *whys* (em português, 5 porquês) é uma ferramenta que deve ser aplicada em *brainstorming* e é útil para a identificação da causa raiz de um problema em análise. Inicia-se com a identificação do problema, perguntando-se posteriormente e de forma repetitiva porquê até a(s) causa(s) raiz ser(em) encontrada(s).

O processo de questionar deve ser persistente para que os problemas não voltem a acontecer. O número cinco refere-se apenas a um número de referência, podendo ser necessário fazer a questão mais ou menos do que cinco vezes (Seleme & Stadler, 2010).

As sete ferramentas da Qualidade

As sete ferramentas básicas da qualidade foram originalmente utilizadas para tornar a análise dos processos menos complicada para os trabalhadores no Japão e foram construídas por Karou Ishikawa. Atualmente são consideradas ferramentas padrão para a identificação e análise de problemas, desenvolvimento das melhores soluções e a sua padronização.

De seguida, serão apresentadas de forma sucinta as ferramentas que serão utilizadas na presente dissertação.

O **fluxograma** é utilizado para uma percepção mais clara da sequência de um processo, ilustrando as várias etapas que o compõe de forma sequencial. É por isto, uma ferramenta valiosa na percepção, controlo e identificação de melhorias nos processos. O fluxograma é construído através de um conjunto de símbolos que apresentam diferentes significados entre si. A escolha da simbologia a utilizar irá variar consoante o destinatário e o acontecimento que se pretende retratar (Seleme & Stadler, 2010).

O **diagrama de Pareto** é utilizado para ressaltar a importância relativa entre vários problemas de forma a facilitar a escolha do ponto de partida para a solução. Auxilia no direcionamento da atenção e esforços para os problemas mais importantes, através da divisão de um grande problema em problemas menores, permitindo a priorização dos mesmos (Seleme & Stadler, 2010). Assim, objetivo desta ferramenta é separar o pouco que é significativo do muito que tem pouco impacto/importância.

O **diagrama de causa e efeito**, também conhecido como diagrama espinha de peixe ou diagrama Ishikawa, é utilizado quando se deseja identificar, explorar e ressaltar as causas possíveis de um problema através da relação entre o efeito (resultado) e as suas possíveis causas (Seleme & Stadler,

2010). A elaboração deste diagrama é normalmente precedida de uma sessão de *brainstorming*, que permite a recolha do máximo de informação sobre o efeito analisado.

A **folha de verificação** ou *check list* é utilizada para a obtenção de dados, baseados em observações amostrais que permite certificar que os procedimentos pré-estabelecidos estão a ser devidamente cumpridos. É uma ferramenta de fácil compreensão que mostra a frequência com que certos eventos ocorrem. Usualmente, apresentam-se sob a forma de tabelas de forma a facilitar a recolha, análise e tratamento de dados que se pretendem estudar (Seleme & Stadler, 2010).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o contexto empresarial no qual se desenvolveu o presente projeto de dissertação. Inicialmente, é feita uma breve descrição do Grupo Bosch a nível global, das áreas de negócio do Grupo, do *Bosch Production System* (BPS) e dos seus principais pilares. De seguida, é dada especial atenção à planta de Braga, nomeadamente, ao departamento de Gestão da Qualidade.

3.1 Grupo Bosch

O nome do grupo provém do seu fundador, Robert Bosch (1861-1942), que com apenas 25 anos, na cidade de Estugarda (Alemanha), fundou a primeira oficina de precisão mecânica e engenharia elétrica, onde eram construídos, reparados e soldados todo o tipo de equipamentos de precisão mecânica e engenharia elétrica.

Em 1897, aquando da primeira instalação bem-sucedida de um dispositivo de ignição magnética, de baixa voltagem, num motor automóvel, o Grupo Bosch dava a sua primeira passada para a caminhada que se prolonga até aos dias de hoje. O feito representou uma etapa fundamental na evolução e expansão da empresa, já que, em 1913, apenas 12% das suas vendas eram oriundas da Alemanha. Anos mais tarde, de forma a dar resposta à crise do setor automóvel a empresa diversificou-se entrando noutras áreas de negócio. O Grupo tem construído a sua história numa estratégia que procura, de forma sustentada, o sucesso económico a longo prazo.

Atualmente, apresenta como área de negócio o fornecimento de tecnologias e serviços. É composto por 395 000 colaboradores em todo o mundo, que colaboraram para uma faturação de 71,5 mil milhões de euros no ano de 2020.

O Grupo Bosch é uma organização mundial, constituída pela Robert Bosch GmbH sediada em *Schillerhöhe* (periferia de Estugarda) e por 440 subsidiárias e companhias regionais, dispersas por 60 países (Bosch, 2021).

3.1.1 “*We are Bosch*”

O Grupo Bosch é líder no fornecimento de tecnologias e serviços e a sua missão resume-se ao lema “*We are Bosch*”. Este lema abrange 5 pontos essenciais de todo o Grupo (Bosch, 2021):

- Objetivo: assegurar o futuro da empresa, garantido um desenvolvimento forte e significativo de forma a assegurar sua independência financeira
- Motivação: “*Invented for life*”, que resume a procura pela criação de produtos capazes de melhorar a qualidade de vida em todo o mundo e preservando os recursos naturais
- Pontos estratégicos: foco no cliente, percebendo os seus requisitos e construindo produtos que os satisfaçam; adaptação à mudança; e procura constante pela excelência
- Pontos fortes: cultura Bosch, direcionada para a melhoria contínua, inovação, qualidade excecional e presença a nível global
- Valores: orientação para o futuro e foco nos resultados; responsabilidade e sustentabilidade para com a sociedade e ambiente; iniciativa e determinação; transparência e confiança; equidade; fiabilidade, credibilidade e legalidade e, por fim, mas não menos importante, diversidade.

3.1.2 “*Invented for life*”

A orientação estratégica atual da empresa foca-se no *slogan* “*Invented for life*” que significa “*Tecnologia para a vida*”. Este *slogan*, evidenciado em todo o grupo, traduz o seu objetivo estratégico: facilitar a vida conectada, oferecendo soluções inovadoras para casas inteligentes, Indústria 4.0 e mobilidade conectada. Desta forma, desenvolve, produz e distribui produtos (físicos, serviços e *softwares* que os incorporam) inovadores e fascinantes, que melhorem a qualidade de vida e ajudem a conservar os recursos naturais. Para isto, a empresa foca-se na Internet das coisas e na Inteligência Artificial, orientando grande parte dos seus recursos para investigação e desenvolvimento. Em 2020, em 129 localizações no mundo, o Grupo Bosch empregava 73 000 colaboradores direcionados para investigação e desenvolvimento, traduzindo-se num investimento de 5,9 mil milhões de euros (Bosch, 2021).

3.1.3 Áreas de negócio do Grupo Bosch

O Grupo Bosch encontra-se dividido em quatro áreas de negócio, a área de soluções de mobilidade (BBM), a área de tecnologia industrial (BBI), a área de bens de consumo (BBG) e a área de tecnologia de energia e edifícios (BBE).

Em 2020, a BBM foi a área de negócio que mais se destacou em vendas no ano de 2020, representando 59% das vendas totais do grupo, seguindo-se a BBG com 26% (figura 6).

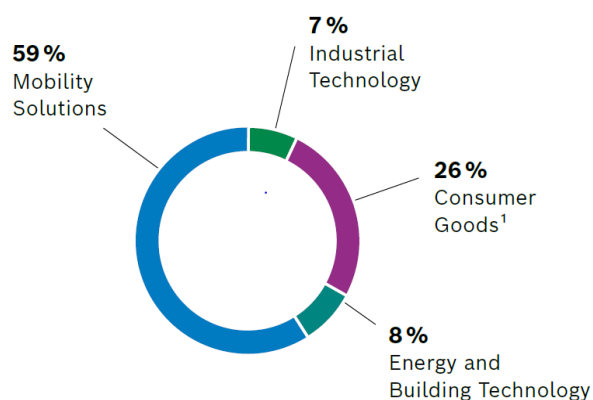


Figura 6: Percentagem de vendas por área de negócio
Fonte: (Bosch, 2021)

Todo o Grupo Bosch é focado na obtenção da Excelência Total, tendo como pilares os catorze Princípios da Qualidade, apresentados no anexo 1, e o BPS (*Bosch Production System*) apresentado de seguida. A utilização destas metodologias torna os seus processos mais eficientes, desde as áreas diretas (afetos à produção) às áreas indiretas (todos os departamentos de suporte), permitindo a entrega de produtos com altos padrões de qualidade, cumprimento de prazos cada vez mais estreitos e elevada flexibilidade. A empresa é destacada no mercado pela inovação constante e agilidade, e uma referência por apostar na melhoria contínua e na satisfação dos seus clientes.

3.2 *Bosch Production System*

A par com todas as multinacionais, o Grupo Bosch está exposto a uma crescente concorrência a nível global, clientes cada vez mais exigentes, e ciclos de desenvolvimento, produção e de vida dos produtos cada vez mais curtos. Em simultâneo, o crescimento exponencial da digitalização e o aumento das variações do produto, tornam o mercado onde opera cada vez mais volátil e exigente.

Todos estes fatores oferecem ao Grupo novas oportunidades para aumentar o potencial de ganhos a longo prazo. No entanto, para garantir o crescimento e resultados neste ambiente, tem de reagir de forma flexível às mudanças do mercado e da economia, bem como satisfazer as necessidades dos clientes melhor e de forma mais eficiente do que a concorrência.

Para responder precisamente a todos estes fatores, em 2001, tendo como base o *Toyota Production System* e os conceitos da metodologia *Lean* associados, a Bosch desenvolveu e implementou a sua própria metodologia/modelo de gestão, que denominou de *Bosch Production System*. O BPS é utilizado para o processamento de pedidos, bem como de todos os processos de suporte das áreas indiretas. Todas as empresas do Grupo seguem esta filosofia diariamente, tendo como foco aumentar a satisfação do cliente, a produtividade, as vantagens competitivas em relação à concorrência, e aliada à melhoria contínua e aprimoramento constante dos processos, aumentar o nível de serviço. Os seus métodos, princípios e regras são diretrizes para que os seus associados e gestores executem as suas tarefas, assumam responsabilidades e tomem decisões.

3.2.1 Princípios do *Bosch Production System*

O objetivo central do BPS é entregar produtos competitivos, que fascinem o cliente e associados do Grupo, através de uma cadeia de valor ágil, baseada na produção *Lean*, sem desperdícios e com um fluxo de material rápido e contínuo.

Esta filosofia segue o slogan “*Always. Doing. Better*” (“*Fazer. Sempre. Melhor*”) e assenta em oito princípios fundamentais, que formam a base para a cooperação entre as várias divisões e departamentos que constituem a uma cadeia de agregação de valor sustentada, apresentados na tabela 8.

Tabela 8: Princípios da filosofia BPS do Grupo Bosch
Fonte: (Bosch, 2021)

Princípio <i>Pull</i>: é produzido e fornecido apenas o que o cliente quer.
Orientação para o processo: desenvolvimento e otimização dos processos continuamente.
Prevenção de falhas: evitar erros recorrendo a medidas preventivas a fim de entregar produtos sem falhas/defeitos ao cliente.
Flexibilidade: Adaptação rápida dos produtos, processos e serviços para dar respostas eficazes às exigências do cliente.
Padronização: Normalização dos processos e seleção de soluções “ <i>best in class</i> ”.
Transparência: Procedimentos diretos e “autoexplicativos” onde desvios dos processos pretendidos são imediatamente detetados.
Melhoria contínua: desenvolver de forma continuada e direcionada.
Responsabilidade pessoal: conhecimento e realização de tarefas, competências e responsabilidades de forma ativa, envolvimento, comprometimento e autonomia dos colaboradores, de forma, a que todos estejam conscientes das suas obrigações e contributo para a empresa.

Na figura abaixo, podemos ver a relação entre os 8 princípios da filosofia BPS e os pontos estratégicos do Grupo Bosch.

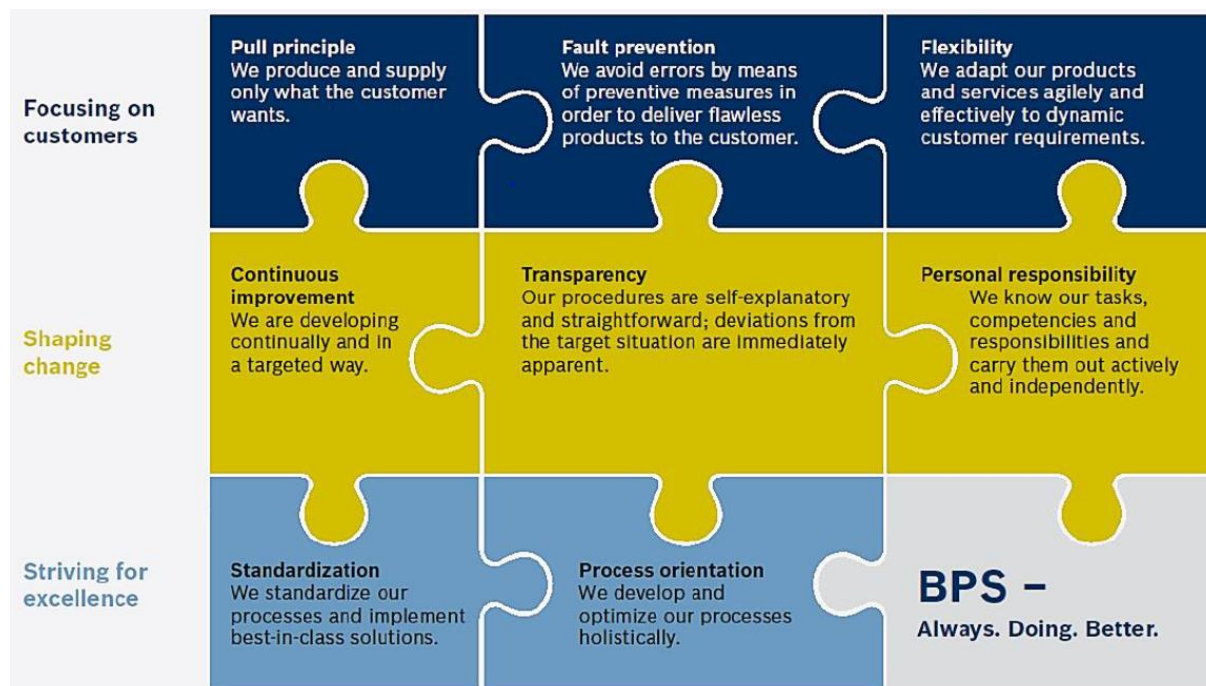


Figura 7: Relação entre pontos estratégicos Bosch e os princípios BPS
 Fonte: (Bosch, 2021)

O BPS segue uma abordagem direcionada para a melhoria contínua. O Grupo Bosch adota a sigla CIP, proveniente de “*Continuous Improvement Process*”. Esta abordagem contribui para a concretização de objetivos da empresa, aumento da competitividade, redução do desperdício e aumento a eficiência (Bosch, 2021). De acordo com o fundador da empresa, “*We should all strive to improve on the status quo: none of us should ever be satisfied with what they have achieved but should always endeavor to get better*” (Bosch, 2021). O CIP assenta precisamente neste pensamento e tem-se revelado um importante pilar para o progresso industrial e sucesso competitivo do Grupo Bosch ao longo dos últimos anos.

3.3 Bosch em Portugal

O Grupo Bosch está presente em Portugal desde 1911, tendo-se tornado umas das empresas mais reconhecidas a nível nacional. Com uma presença consolidada, exporta cerca de 95% da sua produção para mercados internacionais. Nos últimos anos, tem vindo a alargar as suas atividades de investigação e desenvolvimento de *hardware* e *software* para diferentes áreas de negócio.

Seguindo a filosofia inovadora e com olhos postos no futuro, a Bosch Termotecnologia, em Aveiro, a Bosch Car Multimedia Portugal, em Braga, e a Bosch *Security Systems* – Sistemas de Segurança, em

Ovar, representam o Grupo Bosch em Portugal e desenvolvem e produzem soluções de água quente; sensores e multimédia automóvel; e sistemas de segurança e comunicação, respetivamente.

Possui ainda uma subsidiária da BSHP Eletrodomésticos em Carnaxide. A sede do Grupo no país situa-se em Lisboa, onde são realizadas atividades de vendas, marketing, contabilidade, serviços partilhados de recursos humanos e comunicação. Soma 5600 colaboradores em todo o país, que contribuíram para gerar, em 2020, 1,6 mil milhões de euros em vendas.

3.4 Bosch Car Multimedia Portugal

A Bosch Car Multimedia Portugal, planta de Braga (BrgP), pertencente à área de negócio BBM foi fundada em 1990. Produzia autorrádios para a marca Blaupunkt e, por consequência, a sua designação era Blaupunkt AutoRadio Portugal Lda. Em 2009, a divisão CM foi reestruturada e a marca Blaupunkt foi vendida, juntamente com o negócio do segmento *aftermarket* de rádios. Desde então, a CM focou-se somente em equipamento original para a indústria automóvel e a fábrica passou a denominar-se Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. A 1 de abril de 2020, a BrgP passou a integrar a divisão de Eletrónica Automóvel (AE).

A planta é responsável pelo desenvolvimento e produção de um alargado portefólio de produtos que inclui sistemas de navegação, sistemas de instrumentação e autorrádios, sensores de ângulo de direção, controladores eletrónicos para equipamento de aquecimento, e controlos eletrónicos para eletrodomésticos. Ao longo dos últimos anos, o *know-how* da empresa tornou-se uma referência, a par com uma reputação sólida no mercado eletrónico, por produzir produtos cada vez mais complexos e com alta qualidade e flexibilidade.

Consequência da procura por tecnologias cada vez mais sofisticadas, em 2012, a Bosch Car Multimedia Portugal assinou a maior parceria de inovação em Portugal com a Universidade do Minho. Assim, torna-se fácil perceber que as suas atividades não se focam apenas na produção de equipamentos de multimédia e sistemas de segurança automóvel. O seu portefólio também oferece um Centro de Investigação & Desenvolvimento, um Centro de Competências de Engenharia especializado em produção, um Centro de Assistência e Reparação e um Centro de Serviços de IT para a Ibéria.

Em termos estruturais, a Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. é composta pela Administração, pela Área Comercial, pela Área Técnica e outras funções específicas.

3.4.1 Área Comercial

Os departamentos pertencentes à área comercial não desempenham funções com um contributo direto para o produto, mas sim funções acessórias ao produto de igual valor para o processo. Nesta área estão inseridos os departamentos: Logística; *Controlling* Financeiro; Recursos Humanos; Comunicação Interna e Excelência Organizacional; Coordenação de Informação e Organização e; Gestão de Projetos.

3.4.2 Área Técnica

Os departamentos pertencentes à área técnica desempenham funções com contributo direto para o produto, nomeadamente: Inserção Automática – MOE1, Montagem Final – MOE2, Industrialização – MFE, Coordenação das Instalações e Manufaturação – MFC, Manufaturação Digital – MFD e, por fim, Gestão da Qualidade e Métodos – QMM.

O departamento de QMM, no qual se desenvolveu a presente dissertação, apresenta como principais responsabilidades:

- Tratamento de questões relacionadas com Qualidade com o cliente
- Garantia de Qualidade Preventiva
- Lançamento de novos produtos
- Teste de fiabilidade e de calibração dos equipamentos
- Gestão da qualidade
- Laboratórios de Qualidade: ótico, químico, mecânico e elétrico
- Sistemas de Qualidade: auditorias, concessões e moderação de *Quality Gates*
- Qualidade na produção: engenharia da qualidade, inspeção da Qualidade na produção
- *Problem Solving*

O departamento é ativamente envolvido na melhoria continua da qualidade dos produtos e processos em todas as áreas, desde o desenvolvimento até ao cliente, e encontra-se dividido em oito secções como representado na figura 8.

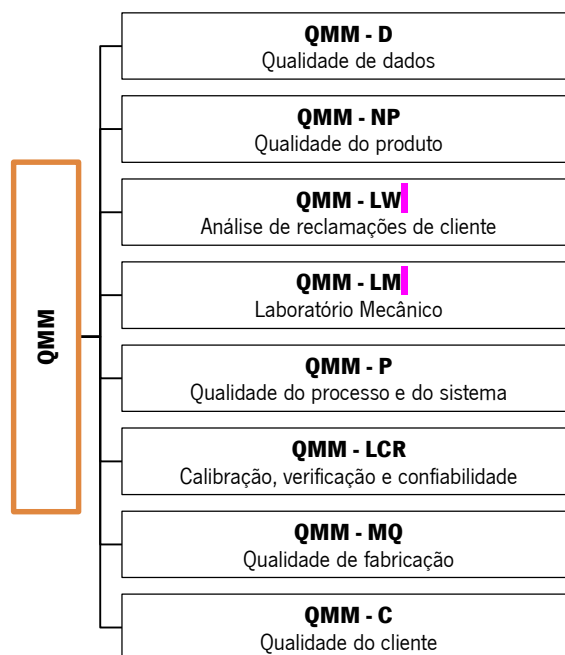


Figura 8: Divisão em seções do departamento QMM
Fonte: Adaptado de (Bosch, 2021)

Por sua vez, a secção de QMM – MQ subdivide-se em três áreas da atuação: Engenharia Eletónica (QMM-MQ-E); Engenharia Mecânica (QMM-MQ-M) e Engenharia da Qualidade (QMM-MQ-QE), na qual se desenvolveu o presente projeto de dissertação, e apresenta como principal função o controlo, inspeção e melhoria contínua da qualidade na produção (MOE1 e MOE2). O departamento MOE1 é responsável pela inserção automática dos vários componentes que compõe grande parte das *Printed Circuit Board Assembled* (PCBA) utilizadas em MOE2, responsável pela fabricação de montagem final dos diferentes produtos oferecidos pela empresa.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

Antes de proceder para a análise crítica da situação atual da empresa, tornou-se essencial adquirir conhecimento relativamente às atividades operacionais em estudo, nomeadamente, a montagem de *foils* e o manuseamento de PCBAs, bem como conhecer os *standards* que deveriam ser seguidos pelos colaboradores aquando da realização de cada uma delas.

De seguida, foi despoletada uma investigação que pretendeu uma análise à situação atual da empresa relativamente ao problema em estudo: comprometimento da qualidade organizacional nas duas atividades operacionais por fugas constantes às instruções de trabalho *standard* definidas, devido à precaridade da metodologia de formação utilizada.

Esta investigação teve como principal objetivo a identificação dos principais motivos para o problema identificado e a avaliação da necessidade ou não da formação dos colaboradores.

Assim, os capítulos seguintes apresentam os resultados obtidos na análise e, baseiam-se numa estrutura apoiada na metodologia do ciclo PDCA e no ciclo formativo proposto por Gomes *et al.* (2010) e Noe (2010).

4.1 Contextualização das atividades operacionais em estudo

Este capítulo dedica-se à contextualização das duas atividades operacionais em estudo e, expõem os fatores essenciais relativos a cada uma delas.

Os próximos capítulos tiveram por base a análise de fluxogramas exemplo dos processos produtivos da empresa, entrevistas informais e reuniões com especialistas de processo de diferentes áreas (QMM, MFE e MOE2), a análise documental, bem como a aplicação de várias ferramentas da qualidade.

4.1.1 Montagem de *foils*

A *foil* apresenta como função primordial garantir a comunicação entre duas estruturas, através do fornecimento de energia e transmissão de sinal. Atualmente, desempenha um papel fulcral na indústria automóvel.

Na Bosch Car Multimedia, estas asseguram a comunicação entre diferentes PCBAs que o produto final possa incorporar e a sua integridade dita o correto funcionamento da unidade final. A presente dissertação é especialmente focada em dois dos produtos oferecidos pela empresa, os sistemas de navegação e de instrumentação, nos quais a(s) *foil(s)* garantem a passagem de informação entre a(s) PCBA(s) e o *display* da unidade final, que por sua vez, permite que o consumidor final visualize a figura pretendida e usufrua das funcionalidades primordiais do produto.

Este projeto, concentra-se em 2 tipos de *foils*, que apresentam características distintas:

- 1. Flat Flexible Cable (FFC):** de um modo geral, é um cabo elétrico plano e flexível. É constituído por vários condutores elétricos metálicos, geralmente cobre e vulgarmente designados de “contactos”, muito finos, retangulares e planos, dispostos em paralelo, em modo “*sandwich*”. Estes condutores são envoltos em dois filmes de resina plástica, um na parte superior e outro na parte inferior. O conjunto é revestido com um adesivo que o endurece através de laminação. Em cada uma das extremidades da FFC parte dos condutores ficam expostos para serem conectados a outra superfície, não existindo qualquer tipo de *gap* entre a margem da *foil* e o início dos condutores elétricos (figura 9).

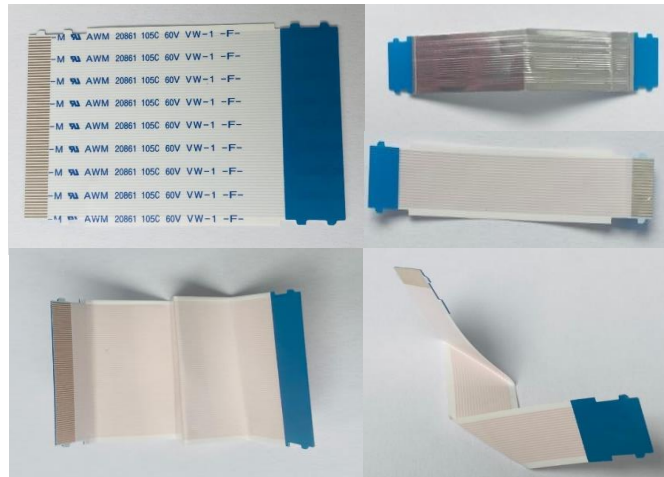


Figura 9: Exemplos de foils FFC utilizados na Bosch Car Multimedia
Fonte: Elaborado pelo autor

2. Flexible Printed Circuit (FPC): de um modo geral, é um circuito elétrico impresso flexível, ou seja, que pode ser dobrado. Por esta descrição, é simples de perceber que as FPC são *foils* mais complexas do que as FFC. O circuito elétrico, geralmente de cobre, é projetado num substrato dielétrico. A ligação do circuito ao estrato normalmente é feita através de um adesivo, existindo outras técnicas como a deposição de vapor para fixar o metal. Os circuitos elétricos utilizados neste tipo de *foils*, são muito semelhantes aqueles encontrados nos PCBs (que serão apresentados de seguida), apresentando como vantagem a excelente flexibilidade que os caracterizam. Desta forma, as FPC têm como principal vantagem em relação às FFC, desempenhar maior número e complexidade de funções.

Tal como nas FFC, também em cada uma das extremidades opostas das FPC parte dos condutores ficam expostos para serem conectados a outra superfície, no entanto, existe um *gap*, denominado de rebordo, de aproximadamente 0,3mm, entre a margem da *foil* e o início dos contactos. As *foils* FPCs estão ilustradas na figura 10.

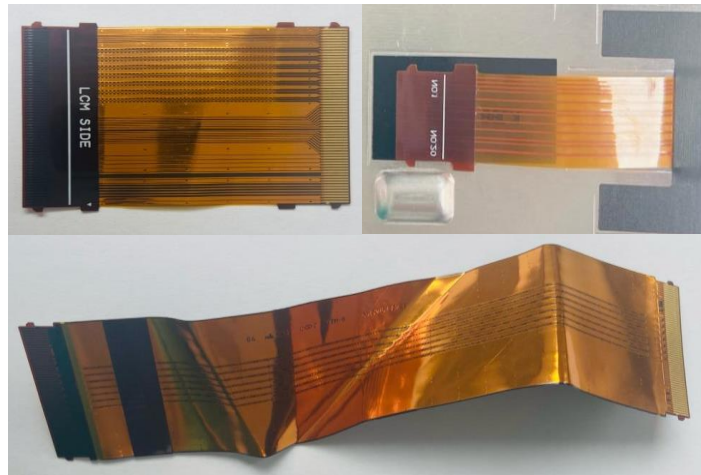


Figura 10: Exemplos de foils FPC utilizados na Bosch Car Multimedia
Fonte: Elaborado pelo autor

A montagem de *foils* é um processo totalmente manual. O número e tipo de *foils* utilizadas em cada um dos produtos, está correlacionado com a complexidade e funcionalidades que estes oferecem.

Na figura 11 é apresentado o desenho técnico de cada um dos tipos de *foil*, com identificação das várias partes que as compõe, nomenclatura que será referida em capítulos seguinte.

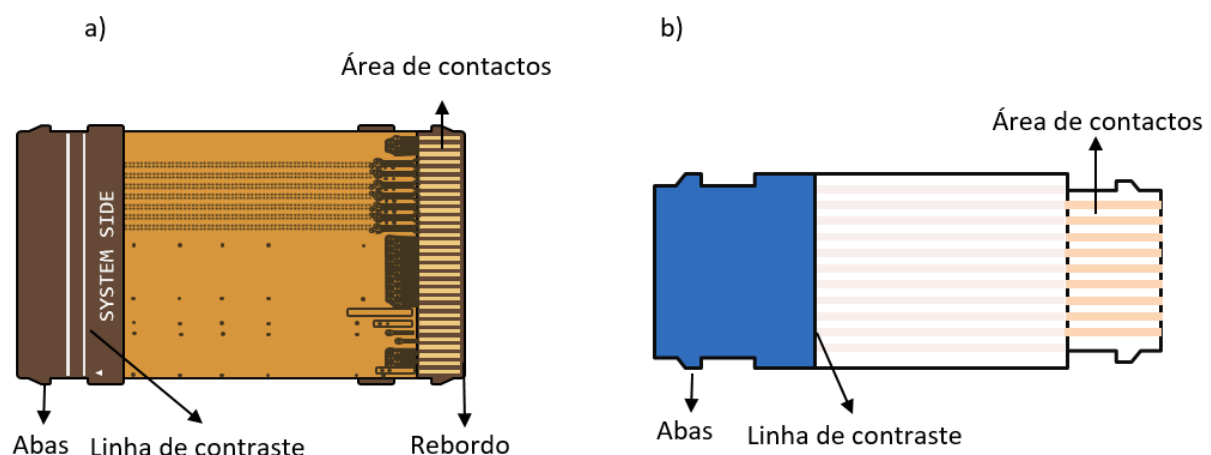


Figura 11: Desenho técnico foil a) FPC e b) FFC
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 12 é apresentado o desenho técnico de um conector do tipo ZIF – *Zero Insertion Force*, utilizado em todos os produtos da empresa que possuem *foils*. Também são identificadas as principais estruturas que o compõem.

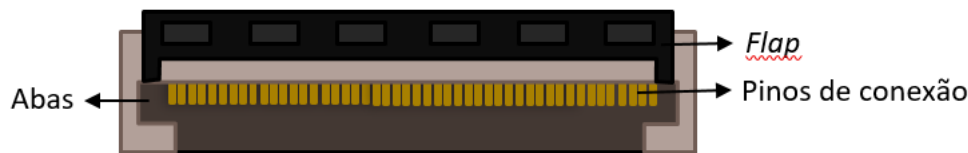


Figura 12: Desenho técnico conector ZIF
Fonte: Elaborado pelo autor

De seguida, na figura 13, é apresentado de forma genérica o processo de montagem de *foils*, que tanto se aplica a FFCs como FPCs.

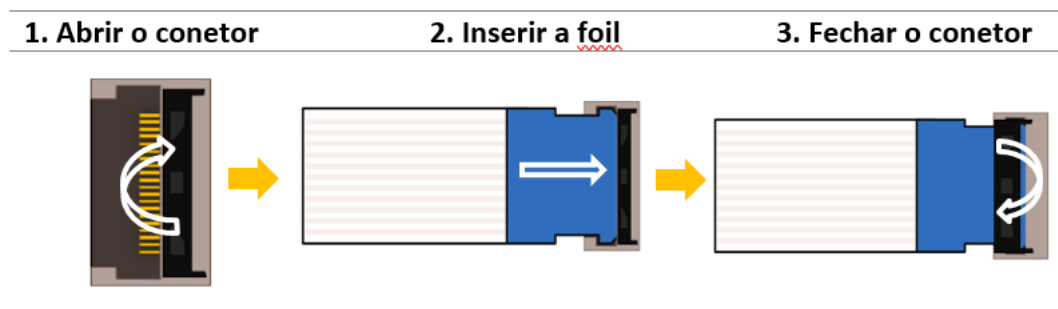


Figura 13: Processo genérico de montagem de foils
Fonte: Elaborado pelo autor

Quando as *foils* (FFC e FPC não incorporadas em *displays*) chegam à empresa são armazenadas em caixas de fluxo interno de acordo com determinadas regras pré-definidas, são enviadas para os supermercados das linhas de montagem final que, posteriormente, são transportadas para as rampas de abastecimento de cada linha de produção. Aqui as *foils* são retiradas das caixas de fluxo interno e colocadas em caixas de *picking* situadas no posto de montagem de *foils*.

De seguida, o operador que ocupa este posto pega na *foil* da caixa de *picking* e inicia o processo de montagem. As *foils* FPC incorporadas no display não passam por este processo, no entanto, a restante montagem procede-se da mesma forma.

Como ilustrado na figura 11, a *foil* é constituída pelas abas que funcionam como dispositivo anti erro para que o operador consiga encaixá-la corretamente no conector. A zona de contactos representada na mesma figura, corresponde à área onde o conector irá ligar. Como referido anteriormente, ao contrário das FPCs que apresenta um rebordo protetor dos contactos, nas FFCs este rebordo não existe e os contactos terminam na extremidade da *foil*, estando assim mais expostos e, por consequência, menos protegidos.

As linhas de contraste têm como principal função auxiliar nos métodos de inspeção, já que criam uma zona de contraste que permite verificar a orientação da *foil* em relação ao conector.

Por sua vez, o conector é o local onde a *foil* deve ser inserida. É também composto pelas abas anti erro, que encaixam nas abas da *foil*; pelos pinos de conexão, que picam/contactam cada um dos contactos da *foil* num único ponto; e pelo *flap* que é aberto para a inserção da *foil* e fechado quando a mesma já se encontra inserida (figura 12).

Normalmente, cada *foil* é conectada em dois conectores, por exemplo, para conectar a PCBA ao display será necessário existir pelo menos um conector na PCBA e outro no *display* e uma *foil* a ligar as duas estruturas, como representado na figura 14. Para *foils* que são incorporadas nos displays, na Bosch, a montagem é executada apenas uma vez (ligação da *foil* incorporada no display ao conector da PCBA da unidade final).

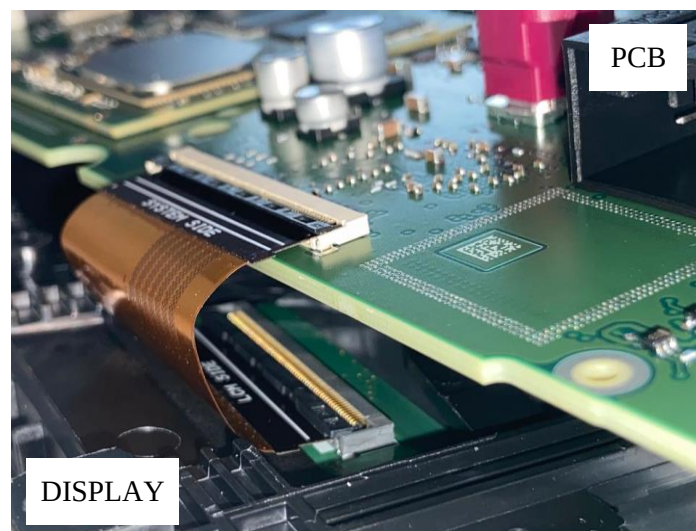


Figura 14: Representação de conexão de display à PCB
Fonte: Elaborado pelo autor

As montagens executadas são sempre sujeitas a uma inspeção automática através de câmaras. A inspeção funciona com base em parâmetros de medição da *foil*, do conector e da posição da *foil* em relação ao conector e, é capaz de detetar dois tipos de defeitos que podem surgir de uma incorreta montagem da *foil*, nomeadamente, *foils* mal inseridas no conector e conectores abertos.

Pode ser realizada por câmaras *cognex* instaladas na parte superior do posto de montagem ou através de um robô AOI, também composto por câmaras *cognex*.

As câmaras *cognex* instaladas no próprio posto de montagem, por realizarem uma inspeção exposta à luminosidade ambiente e de uma altura considerável do local/objeto a inspecionar são mais suscetíveis a erros e, por isto, menos eficientes do que o robô AOI. Muitas vezes rejeitam montagens indevidamente devido, por exemplo, a reflexos criados na *foil* e/ou conector. Para além do AOI ser mais robusto neste sentido, apresenta tal como as câmaras *cognex* fragilidades no método de inspeção utilizado.

Em ambos os sistemas de inspeção são inspecionados as dimensões representadas na figura 15.

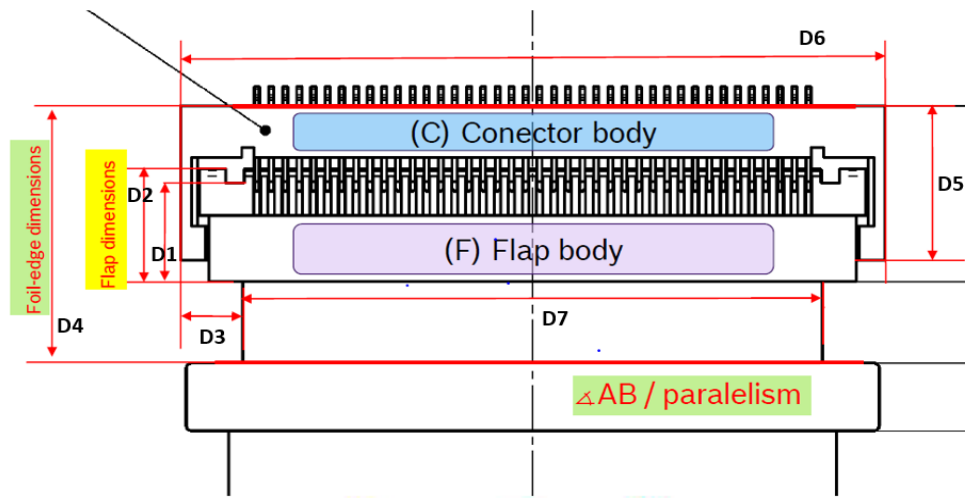


Figura 15: Dimensões medidas na inspeção de montagem de foil
Fonte: (Bosch, 2021)

As dimensões 1 e 2, D1 e D2, respetivamente, são as dimensões que inspecionam o conector e são aquelas que ajudam a perceber se este está devidamente fechado. Já as restantes dimensões inspecionam a orientação da *foil* em relação ao conector e servem para perceber se a *foil* está inserida no local e posição corretas. Desta forma, as câmaras fotografam a montagem a ser inspecionada, calculam as distâncias anteriormente mencionadas e comparam-nas com imagens de montagens guardadas em *software*, e pré-classificadas como corretas (*good samples*).

No entanto, pela impossibilidade de se definir medidas estáticas, estas apresentam limites mínimos e máximos. Desde que as dimensões estejam dentro destes limites o posto de inspeção classifica a montagem como “BOM” e a unidade segue o processo. Ao longo da vida do projeto, estes limites de inspeção vão sendo ajustados por tentativa-erro até se encontrar o ponto ótimo. Sabendo que algumas *foils* apresentam dimensões relativamente pequenas, a variação entre o limite máximo e mínimo de cada uma das medidas é larga o suficiente para classificar como “BOM” *foils* que não estão devidamente inseridas e conectores que não estão devidamente fechados.

Em ambos os casos, ainda que de forma distinta, ocorre um desalinhamento dos contactos da *foil* em relação aos contactos do conector. Para além de muitas vezes passar todo o sistema produtivo a fazer contacto, com o transporte e vibrações que a unidade final é sujeita até chegar ao cliente, a *foil* acaba por sofrer movimentações e deixar de fazer contacto com o conector.

Por sua vez, se as dimensões inspecionadas estiverem fora desses limites a montagem é classificada como “MAU” pelo sistema de inspeção. Neste caso, a unidade é encaminhada para a bancada de análise pelo operador que se encontra a realizar o processo de montagem da unidade.

Existem ainda outros defeitos associados a uma incorreta montagem de *foils*, que não são detetados nos sistemas de inspeção por câmaras *cognex*. De uma forma geral, as medições dos vários pontos de inspeção estão de acordo com aquilo que representa uma correta montagem e o conetor encontra-se devidamente fechado, no entanto, existem contactos da *foil* partidos e/ou danificados e/ou contaminações nos contactos da *foil* e/ou do conetor.

Alguns destes casos são identificados nos testes funcionais e subjetivos a que o produto final é sujeito antes de ser embalado e enviado para o cliente, que testam as funcionalidades básicas do produto, nomeadamente, a imagem apresentada no *display*. Quando isto acontece, a unidade é também encaminhada para a bancada de análise, onde o técnico tem de proceder à desmontagem da unidade até conseguir verificar a conexão da *foil*. Depois de desmontada, a unidade volta para a linha e reinicia-se o processo produtivo a partir do posto de montagem de *foils*, onde novas *foils* serão conectadas.

No entanto, a maioria deles não se chegam a manifestar aquando da produção, mesmo já existindo, por dois motivos distintos, os testes são realizados num modo mais simples do que o que o cliente tem acesso denominado “modo produção” no qual o defeito não se manifesta, ou então, devido ao facto do defeito estar intermitente no momento de produção/inspeção.

Para além de não serem reportados de uma forma sistemática como os defeitos anteriormente apresentados, existe também um histórico na empresa de unidades que foram reportadas pelo cliente com conectores partidos ou *foils* totalmente rasgadas.

Tudo isto demonstra a variabilidade e precariedade do sistema de inspeção de montagem de *foils*, a grande probabilidade de passarem para o cliente unidades com defeitos grosseiros nas mesmas e a importância da execução desta atividade de acordo com os *standards* definidos por parte dos operadores.

4.1.2 Manuseamento de PCBAs

À semelhança das *foils* também as *Printed Circuit Boards Assembled* são parte integrante de muitos objetos utilizados no quotidiano: telemóveis, computadores, câmaras, entre muitos outros dispositivos eletrónicos. Incorporam todos os produtos oferecidos pela Bosch Car Multimedia, planta de Braga.

Uma PCBA é o resultado da fixação de componentes a uma *Printed Circuit Board* (PCB) que apresenta apenas o circuito elétrico impresso (figura 16). Este processo de fixação é realizado na empresa, no departamento de inserção automática – MOE1, que não será abordado no presente projeto já que não pertence ao âmbito do mesmo.

Após o processo de inserção em MOE1 as PCBs denominam-se PCBAs e, são transportadas para o setor da montagem final – MOE2, onde são sujeitas a uma inserção manual de componentes (quando necessário), fresadas e posteriormente incorporadas na unidade final.

De uma forma geral, uma PCBA é uma placa eletricamente isolante constituída por um complexo circuito elétrico impresso, que apresenta como principal função suportar e conectar eletronicamente um número muito elevado de componentes eletrónicos, através da transmissão de sinais, corrente elétrica e outras propriedades eletrónicas que tornam as unidades onde estão inseridas funcionais. São vulgarmente definidas como o “coração das unidades”.

A totalidade das PCBAs utilizadas na empresa são do tipo FR-4 e rígido, vindo o termo “FR” referir-se a *flame resistant*, isto é, resistente ao fogo. Este tipo de PCBAs apresentam como material base fibra de vidro e uma cor verde característica (figura 16).

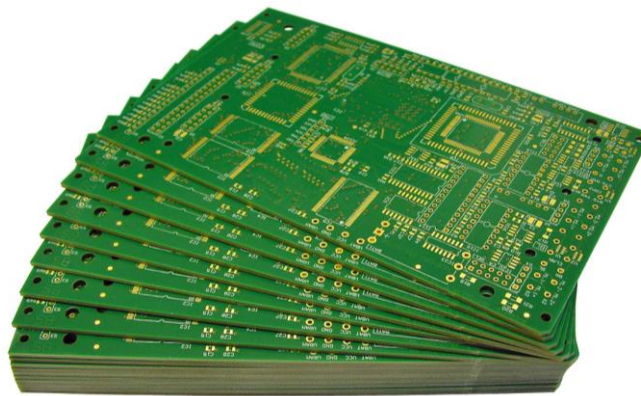


Figura 16: Printed Circuit Board – modelo FR-4
Fonte: (Bosch, 2021)

As PCBAs são ainda caracterizadas pelo número de faces que as constituem: face simples, dupla face ou multicamadas. As de face simples permitem a inserção de componentes apenas numa face, as de dupla face, tal como o nome indica, permitem a inserção de componentes em duas faces, inferior e superior. As multicamadas ampliam a densidade e complexidade da PCBA através da adição de camadas extra além das camadas superior e inferior, vistas numa configuração de dupla face. Estas placas têm vindo a ser cada vez mais utilizadas devido à complexidade de circuitos que podem oferecer.

Atualmente na Bosch Car Multimedia são utilizadas essencialmente PCBs multicamadas, existindo uma pequena minoria de produtos que utiliza as de dupla face.

Estas são constituídas por duas camadas de cobre em cada uma das superfícies da PCBA enquanto que as multicamadas são compostas por um número de camadas de cobre variável, dependendo da sua

complexidade, que são conectadas através de vias condutoras, como representado na figura 17. No entanto, à semelhança das PCBAs dupla face, duas delas são sempre à superfície.

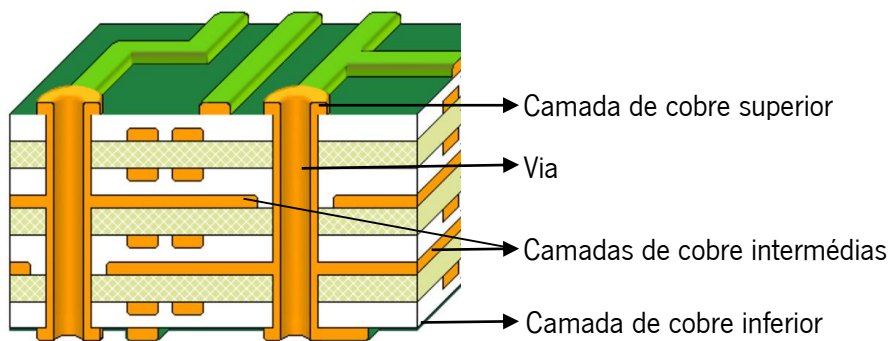


Figura 17: Esquema PCBA multicamadas
Fonte: Adaptado de (Bosch, 2021)

Não apresentam flexibilidade nos seus materiais e, por isto, são frágeis e suscetíveis a danos quando sujeitos a pressões ou embates. Incorretos manuseamentos das PCBAs, por parte dos operadores ao longo do processo produtivo em MOE2, sujeitam-nas a pressões, embates e/ou torções (denominados internamente por *bending*) que comprometem a integridade das mesmas e, sobretudo, dos componentes que as compõe, danificando-os.

Existem múltiplas linhas produtivas em MOE2 e, para além dos processos serem muito semelhantes entre elas, no que toca ao manuseamento dos PCBAs distanciam-se. Existem linhas mais automatizadas e, por isto, o manuseamento de PCBAs é menor, e outras onde o processo não se encontra tão mecanizado e os manuseamentos a que as PCBAs são sujeitas é superior. No entanto, o manuseamento por parte dos operadores ocorre em qualquer uma delas.

Posto isto, tornou-se também pertinente reunir informação relevante acerca do processo produtivo em MOE2, de modo a identificar os diferentes momentos onde as PCBAs sofrem/podem sofrer manuseamentos por parte dos operadores em MOE2 e, tal como executado relativamente à montagem de *foils*, realizar um levantamento dos *standards* que devem ser cumpridos pelos colaboradores para garantir a integridade dos componentes eletrónicos e/ou das PCBAs.

Ao longo do processo produtivo existem diferentes agentes, o *poUp* que é operador responsável por realizar o transporte dos diferentes materiais necessários à produção em cada linha (*inputs*) e a colocação das caixas dos diferentes materiais nas rampas de abastecimento das diferentes linhas; o colaborador das linhas (inserção manual, fresa ou montagem final), responsável por realizar as várias tarefas operacionais manuais do processo produtivo e que realiza o manuseamento das PCBAs de forma livre; e o técnico de análise, responsável por realizar uma análise especializada e física aos materiais

que são rejeitados pelos postos de controlo/inspeção da linha, verificar a presença do defeito reportado e registar os dados da sua análise no *software* interno existente para o efeito. Também executa manuseamento livre das PCBAs.

Para o transporte de PCBAs podem ser utilizados dois tipos de caixas: os *containers* (figura 18) e os *blisters* (figura 19). O *container* é utilizado para o transporte entre MOE1 e MOE2 das PCBAs, para o transporte dos supermercados de MOE2 para as linhas produtivas e entre as linhas de inserção manual e as linhas de fresagem. Por sua vez, os *blisters* são utilizados para transportar PCBAs previamente fresadas para as linhas finais de MOE2.



Figura 19: Containers para transporte de PCBAs antes da fresagem
Fonte: (Bosch, 2021)



Figura 18: Blister utilizado para o transporte de PCBAs após a fresagem
Fonte: (Bosch, 2021)

Por sua vez, o transporte das PCBAs entre os diferentes postos e antes de serem fresadas, são sujeitas a transportes manuais (executado pelo operador) e transportes através de *conveyors* (transportadores) automáticos (figura 20). Após a saída da fresa, a PCBA é sempre transportada de forma manual.

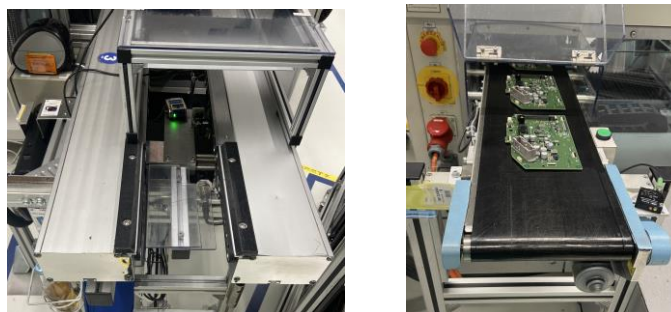


Figura 20: Tipos de conveyors para transporte das PCBAs
Fonte: (Bosch, 2021)

A inserção manual refere-se à adição de determinados componentes à PCBA, que devido a múltiplos fatores não são inseridos em MOE1. A fresagem refere-se ao corte da PCBA e pode ser simples ou múltipla. No primeiro caso a fresa corta apenas o contorno da PCBA, no segundo caso, a PCBA é cortada em vários locais, dando origem a várias PCBAs de menores dimensões.

Tal como na montagem de *foils*, ao longo do sistema produtivo existem sistemas de inspeção, desta vez subjetivos e objetivos, que testam e verificam a integridade das PCBAs e dos componentes que as compõem, sendo eles:

- **AOI (*Automatic Optical Inspection*)**: posto de inspeção automático e subjetivo que avalia a posição e a integridade dos componentes impressos;
- **ICT (*Internal Circuit Test*)**: posto de inspeção automática e objetivo que testa funcionalmente o circuito impresso na PCBA após a soldadura;
- **FCT (*Functional Circuit Test*)**: posto de inspeção automático e objetivo que testa funcionalmente o circuito impresso na PCBA no início da linha de montagem final e antes desta ser aparafusada a outro material que constituirá a unidade final.

O adjetivo subjetivo é utilizado quando a inspeção realizada tem por base uma metodologia de comparação entre imagens de PCBAs consideradas boas (*good samples*) e a PCBA que está a ser inspecionada e, o adjetivo objetivo quando as PCBAs e os componentes que as compõe são sujeitas a testes funcionais previamente definidos.

De forma a facilitar a visão geral do caminho percorrido pelas PCBAs ao longo do sistema produtivo em MOE2, bem como os manuseamentos livres que lhes estão associados até estarem protegidas por outro material, realizou-se um fluxograma (figura 21) que descreve, ainda que de uma forma geral, todo o processo considerando as linhas produtivas menos automatizadas e, por consequência, onde existe um maior número de manuseamentos.

Este fluxograma não incluiu o processo de inserção automática de componentes nas PCBAs realizado em MOE1, nem o transporte das mesmas até aos supermercados de materiais de MOE2. Inicia-se, portanto, no momento em que o *poUp* já realizou o *picking* dos *containers* de PCBAs vindos de MOE1, das rampas do supermercado da linha pela qual está responsável.

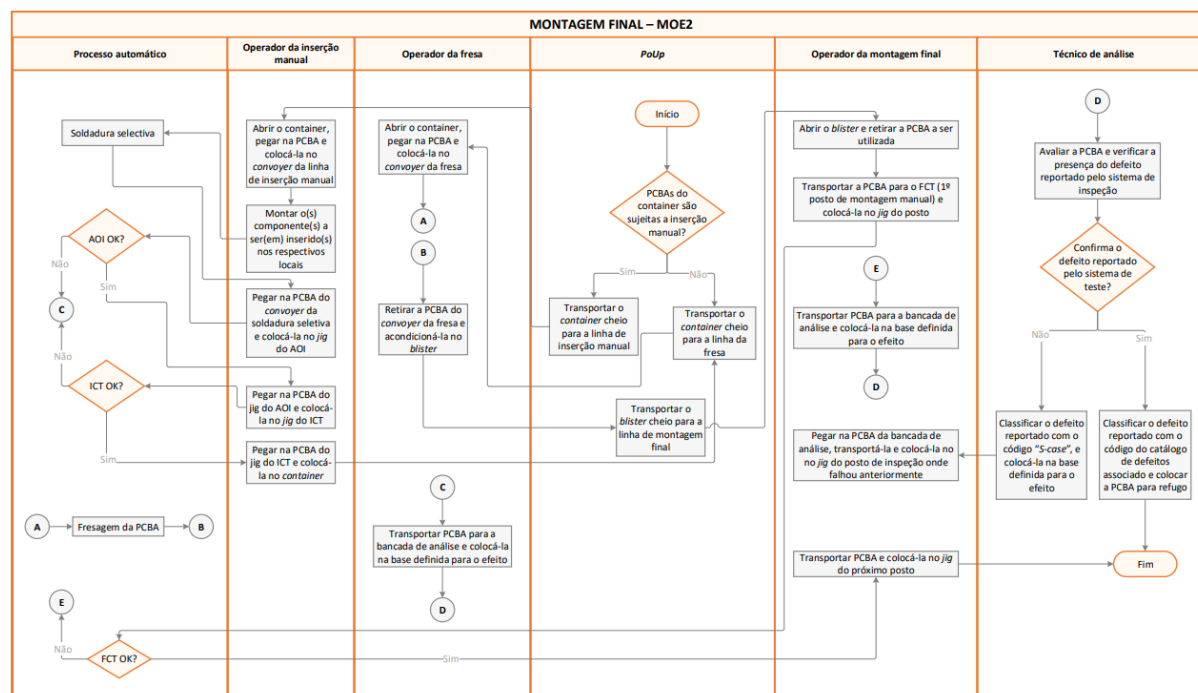


Figura 21: Fluxograma de etapas do processo e manuseamentos de PCBAs em MOE2

Assim, a tabela 9 resume os diferentes manuseamentos que os operadores/técnicos de análise realizam em MOE2, excluindo desta forma o manuseamento/transporte coletivo de PCBAs (em *containers* ou *blisters*) e dando apenas destaque aqueles que são executados pelos colaboradores de forma livre, sem qualquer tipo de proteção das mesmas, já que são o foco do presente projeto.

Tabela 9: Resumo dos manuseamentos às quais as PCBAs são sujeitas

Agente	Tarefa
Operador(es) da inserção manual, fresa e montagem final	Colocar/retirar PCBA de <i>convoyers</i>
	Colocar/retirar PCBA de <i>containers</i>
	Colocar/retirar PCBA de <i>jigs</i> de sistemas de teste/inspeção
	Colocar/retirar PCBA de <i>blisters</i>
	Transportar PCBA entre postos
	Transportar PCBA para/da bancada de análise
Técnico de análise de MOE2	Manusear a PCBA durante toda a análise técnica

À semelhança do que acontece na montagem de *foils*, também os sistemas de inspeção/teste dos PCBAs demonstram fragilidades. As fragilidades da inspeção através do AOI e ICT, como anteriormente

descritas, são também aplicáveis na inspeção das PCBAs. Não demonstram tanta criticidade, já que o processo aglomera outros métodos de detecção de defeitos, através dos sistemas de teste objetivos.

No entanto, a verdade é que também as inspeções objetivas demonstram fragilidades, relacionadas com a cobertura dos testes realizados.

Por exigências do tempo de ciclo e por incapacidade a nível de *software* e mecânico, parte dos componentes inseridos na PCBA passam todo o processo de produção sem serem testados.

Desta forma, aquando da iniciação do projeto uma equipa especializada é responsável por definir num documento, denominado internamente de PAV (termo que provém da linguagem alemã, que significa, especificações de testes e calibração), os testes que devem ser realizados a cada PCBA. A escolha dos componentes a ser testados recai sobre aqueles que apresentam uma maior criticidade para a funcionalidade do produto final.

Para além da não cobertura total dos testes, é importante referir que os componentes podem ser danificados ao longo do processo e devido a incorretos manuseamentos, após a sua inspeção. É fácil de entender que um componente testado apenas no ICT possa sofrer danos em fases mais avançadas do processo.

Isto faz com que uma PCBA com componentes danificados passe o processo produtivo de MOE2, e seja incorporada numa unidade que será vendida ao cliente.

Para além disto, mesmo quando o componente é testado após estar danificado, as situações de intermitência e de não visibilidade do efeito da unidade final no “modo produção” anteriormente referidos no capítulo 4.1.1, fazem com que muitas vezes não chegue a ser detetado internamente.

Mais uma vez, demonstra-se o risco de não detecção de defeitos associado ao sistema de inspeção/teste, desta vez relativamente às PCBAs, a grande probabilidade de passarem para o cliente unidades com este tipo de defeito e a importância de um correto manuseamento destes materiais/componentes por parte dos colaboradores ao longo do processo produtivo.

4.2 Análise crítica e identificação de problemas

Inicialmente, foram coletados e analisados todos os dados referentes a reclamações de cliente relacionadas com defeitos de montagem de *foils* e manuseamentos de PCBAs incorretos por parte dos colaboradores das linhas produtivas de MOE2, já que traduzem a maior preocupação da empresa, devido aos custos de não-qualidade que acarretam para a mesma. De acordo com o local da cadeia de valor onde a unidade final defeituosa se encontra, a reclamação do cliente pode ter duas nomenclaturas: a) reclamação OKM – referente a unidades defeituosas sem quilometragem e feitas pelo consumidor direto

da empresa e; b) reclamação de campo – referente a unidades defeituosas com quilometragem e feitas pelo consumidor final.

Tendo por base esta análise, posteriormente foi realizada uma análise interna, com o intuito de verificar a presença dos defeitos reclamados no cliente no sistema produtivo da empresa, bem como proceder à identificação das necessidades formativas dos colaboradores.

De seguida, foi realizado uma análise da situação atual da empresa em relação à montagem de *foils* e ao manuseamento de PCBAs, tendo por base as primeiras etapas da ferramenta 5G (*Gemba, Gembutsu, Genjitsu, Genri*). Assim, foram realizadas visitas ao chão de fábrica, de forma a perceber se de facto ocorriam fugas aos *standards* definidos e anteriormente descritos, e quais os motivos para a ocorrência dessas fugas (*Gemba, Gembutsu e Genjitsu*). Estas visitas foram apoiadas por análise documental e gráfica (*Genri*) que permitiu perceber as diferenças entre o estado ideal destas atividades e o estado real. *Brainstormings* e entrevistas informais com elementos dos departamentos de QMM e MOE2, foram também estratégias utilizadas para a recolha de informação essencial.

De seguida, foi realizada uma análise crítica aos *standards*, à metodologia de formação implementada na empresa, aos conteúdos formativos de montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs e métodos de avaliação/validação dos conhecimentos dos colaboradores utilizados, de forma a identificar as lacunas que estes apresentavam.

4.2.1 Análise dos defeitos externos e internos

Para o tratamento de informação relativa a defeitos externos e internos recorreu-se à análise exploratória de dados, apoiada por várias técnicas gráficas quantitativas, de forma a obter o máximo de informação oculta e descobrir tendências em determinadas variáveis.

Análise dos defeitos externos – reclamações de cliente

Na Bosch Car Multimedia, para todas as reclamações de cliente que são imputadas à responsabilidade da produção (existem outras responsabilidades, de acordo com o defeito encontrado) é desenvolvida uma análise detalhada de forma a encontrar a causa raiz do problema identificado da unidade reclamada, para que os defeitos possam ser eliminados ou minimizados. Esta análise é levada a cabo por uma equipa constituída por especialistas de diferentes áreas da empresa, nomeadamente, QMM, MOE2 e MOE1, MFE, entre outros.

Desta forma, foram coletados os dados referentes a reclamações de cliente do ano de 2020 relacionadas com *foils* e componentes danificados e, posteriormente, uma análise ao *problem solving* das mesmas de forma a perceber a causa raiz de cada uma das reclamações e a quantificação daquelas que eram

de facto resultado de erros dos operadores ou fugas ao *standard*. De salientar, que apenas constam as reclamações oficiais para divulgação.

Esta análise deu origem a uma base de dados (apêndice 1) que organiza as reclamações por cliente e ilustra os defeitos encontrados em cada uma das unidades reclamadas; o efeito desses defeitos na unidade final (motivo de reclamação); a causa raiz definida pela equipa de *problem solving* para a ocorrência do defeito; e o motivo da não deteção interna da existência do defeito.

Na figura 22, estão representadas as reclamações de cliente devido a incorretas montagens de *foils* por tipo de reclamação – 0km ou campo, e por tipo de *foil* – FFC ou FPC. Conclui-se que em 2020, os clientes mais afetados por este tipo de defeito foram a Audi e BMW.

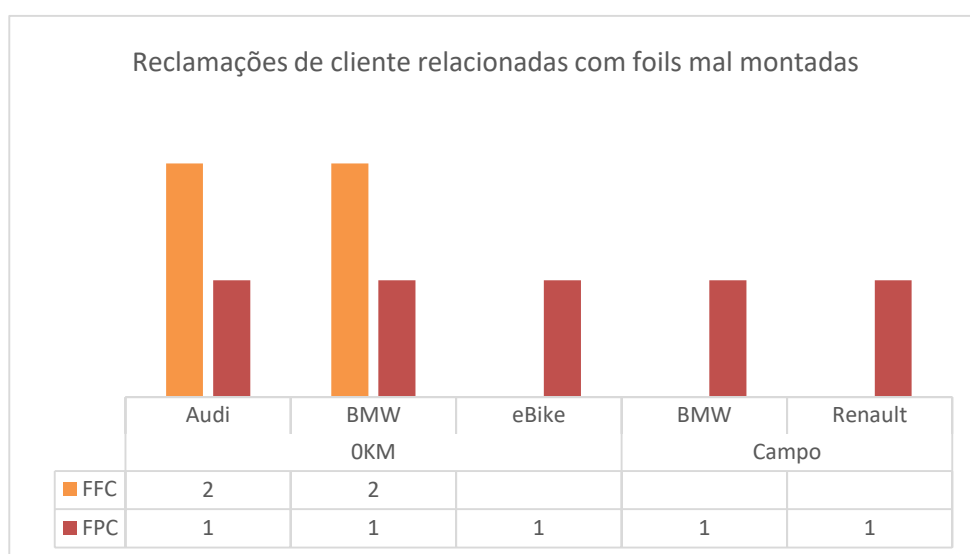


Figura 22: Gráfico das reclamações externas relacionadas com foils mal montadas

Das 9 reclamações totais, em cerca de 28% ocorrem devido à falta de conhecimento por parte dos operadores do *standard* de montagem de *foils*, cerca de 29% devido à pouca robustez do *standard* para o modo de falha apresentado na montagem e, cerca de 43% devido ao não cumprimento desse *standard* (fugas ao *standard*).

Os motivos apurados para a não deteção dos defeitos internamente foram: cerca de 56% estavam intermitentes aquando da produção e testagem da unidade e, cerca de 44% ocorreram devido à incapacidade dos parâmetros de inspeção utilizados para a deteção do defeito. Por sua vez, na figura 23, estão representadas as reclamações relativas a componentes danificados provocados por incorretos manuseamentos de PCBAs ao longo do processo produtivo, também por tipo de reclamação e por cliente. A BMW e a Audi foram mais uma vez os clientes mais afetados por este defeito.

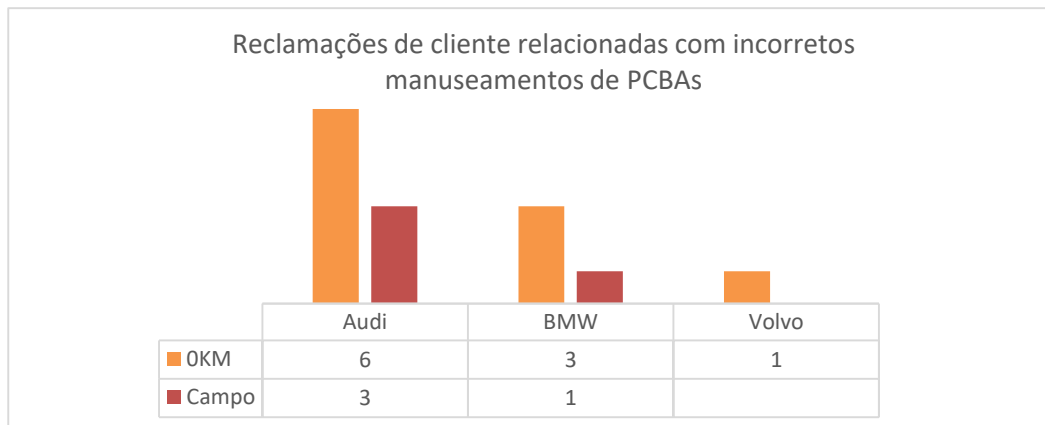


Figura 23: Gráfico das reclamações externas relacionadas com incorretos manuseamentos de PCBAs

Das 14 reclamações totais, cerca de 57% ocorreram devido à falta de conhecimento por parte dos operadores do *standard* de manuseamento de PCBAs e cerca de 43% devido ao não cumprimento desse *standard* (fugas ao processo).

No que toca à não deteção destes defeitos internamente: 67% passaram todo o sistema produtivo sem gerar qualquer erro porque o defeito estava intermitente e 29% porque o(s) componente(s) danificados não eram sujeitos a testes e não reproduziam nenhum efeito na unidade final em modo de produção, logo o sistema nunca conseguiria detetar se este(s) estavam funcionais ou não.

Todas as reclamações de todas as unidades com *foils* mal montadas e 13 das reclamações com componentes danificados tinham como efeito na unidade final alteração da imagem do *display* ou funcionalidades perdidas do mesmo. Uma das unidades reclamadas pela BMW com componente danificado, não apresentava nenhuma alteração em termos funcionais ou de imagem do *display*, no entanto, tinha um componente pré-danificado que acabou por se soltar ao longo dos transportes e vibrações que a unidade sofreu e reproduzia ruído ao abanar a unidade.

A empresa estima o custo de não-qualidade externa médio por cada reclamação de cliente (OKM ou campo) em 5000 euros. Nestes custos de não-qualidade externos estão incluídos transportes necessários para deslocação da unidade reclamada do cliente (intermédio ou final) para a empresa, análise realizada à unidade para verificação do efeito e defeito, todos os custos associados ao *problem solving* para identificação da causa raiz do problema (tempo das equipas, simulações, testes, análises laboratoriais), garantias, consequências em negócios futuros, entre outros.

Assim, e assumindo o valor de referência da empresa, os erros operacionais em montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs traduziram-se, em 2020, num prejuízo de aproximadamente 115 000 euros em reclamações de cliente (custos de não-qualidade externos).

De forma a verificar e quantificar a existência destes defeitos no sistema produtivo da empresa, foi necessário coletar dados referentes à ocorrência destes defeitos internamente, através do número de incidentes reportados no IRR (*Internal Rejection Rate*).

Análise dos defeitos internos

Numa primeira análise, no que toca aos erros operacionais relativos à montagem de *foils* os dados existentes não ilustravam a preocupação demonstrada pela organização relativamente aos mesmos. De salientar que os dados foram coletados por número de incidências por mês, ou seja, número de vezes durante um período temporal de um mês que ocorria uma má montagem de *foil* ou um componente danificado era detetado no sistema produtivo (método de análise definido de acordo com a estratégia da empresa).

Em janeiro e fevereiro de 2021, o somatório de incidências internas relativas a *foils* mal montadas era de 78 casos. Existia a certeza de que o valor real de incidentes era muito superior e, por isto, foi necessário perceber o motivo da discrepância existente.

Como representado anteriormente no fluxograma do processo, o registo destas incidências é realizado pelos técnicos de análise. De acordo com a análise que executa às unidades rejeitadas nas linhas produtivas, pode utilizar 8 códigos distintos apresentados na tabela 10.

Tabela 10: Códigos de registo de defeitos internos (montagem de foils)

Código	Descrição do código
17,0 – S-Case	Rejeição indevida pelo sistema de inspeção/teste
31, 71 – Foil/FFC: contaminação	Contaminação na <i>foil</i> /FFC
31, 163 – Foil/FFC: mal montada	Montagem da <i>foil</i> mal-executada pelo operador da <i>foil</i> /FFC
32,71 – Foil/FPC: contaminação	Contaminação na <i>foil</i> /FPC
32,163 – Foil/FPC: mal montada	Montagem da <i>foil</i> mal-executada pelo operador da <i>foil</i> /FPC
33,71 – Conetor de ligação de foils: contaminação	Contaminação no conetor
33, 167 – Conetor de ligação de foils: mal fechado	<i>Flap</i> do conetor não está devidamente fechado

Após uma investigação que incluiu reuniões com especialistas de processo, entrevistas informais com os responsáveis por realizar estes registos e observação direta deste processo foi possível perceber que a discrepância existente no IRR era resultado de registos mal-executados nas bancadas de análise.

Como a BWM e a Audi foram os clientes mais afetados em 2020 nos tópicos em estudo, para perceber se de facto eram os registos mal-executados que estavam a enviesar as incidências internas, a resolução deste problema iniciou-se com os técnicos de análise destas linhas.

As causas encontradas para a existência destes registos mal efetuados foram:

- Falta de conhecimento dos técnicos de análise dos códigos existentes para o registo deste tipo de defeito e certeza de que o código a utilizar seria o “S-case”
- Facilitismo por parte dos técnicos de análise na hora de registar o defeito que identificaram (registar como “*S-case*” era mais rápido e mais fácil)
- Dificuldade na escolha do código a utilizar quando detetam este tipo de defeito, devido à falta de conhecimento relativo à distinção de *foils* FFC e FPC e, por isto, optavam pela escolha do código “*S-case*”
- Registos mal-executados propositadamente para redução do IRR das linhas produtivas (S-case não é contabilizado)

Para isto, foi laborada uma tabela com os códigos (apêndice 2) que foi apresentada a todos os técnicos, de todos os turnos, das linhas produtivas da BMW e da Audi individualmente. A apresentação desta tabela, foi acompanhada de uma explicação do que é uma *foil* FFC e FPC e como as distinguir em cada um dos projetos que estavam afetados, das situações a utilizar cada um dos códigos, da importância da correta classificação dos defeitos operacionais e posterior afixação na bancada de reparação para servir como alerta para a correta classificação, mas também auxiliar em caso de dúvidas.

Após um mês a passagem de informação já se fazia refletir nos dados de IRR das linhas da BMW: 1231 incidentes de *foils* mal montadas foram registados no mês de março. O mesmo não se refletiu de uma forma tão notória no IRR das linhas produtivas da Audi, que somava nesta altura apenas 53 incidentes de *foils* mal montadas. A gestão acreditava que o valor real seria substancialmente superior e, por isto, e de forma a não enviesar análises futuras, no que toca a análise de dados relativos a IRR de montagem de *foils* foram considerados apenas os referentes às linhas produtivas da BMW.

Tendo em consideração o preço médio unitário de cada *foil*, 0,50€/*foil*, isto representa um custo de qualidade interna associado ao desperdício de 615,50€ no mês de março nas linhas produtivas da BMW. Não foi possível estimar os restantes custos (reelaboração, reteste, paragem e reciclagem), no entanto e tendo em consideração o que foi dito anteriormente, o valor real de custos de não-qualidade interna associadas a este defeito era substancialmente superior.

A área produtiva da empresa labora em 4 turnos distintos: primeiro turno (T1), segundo turno (T2), quarto turno (T4) e quinto turno (T5), pelo que se tornou pertinente perceber se estes tipos de defeitos existiam ou não em todos eles e qual/quais o(s) turno(s) mais afetado(s).

Assim, a figura 24 ilustra a distribuição dos incidentes internos no mês de março pelos diferentes turnos das linhas produtivas da BMW, relativamente a *foils* mal montadas e evidência que o primeiro e o segundo turnos são os mais afetados.

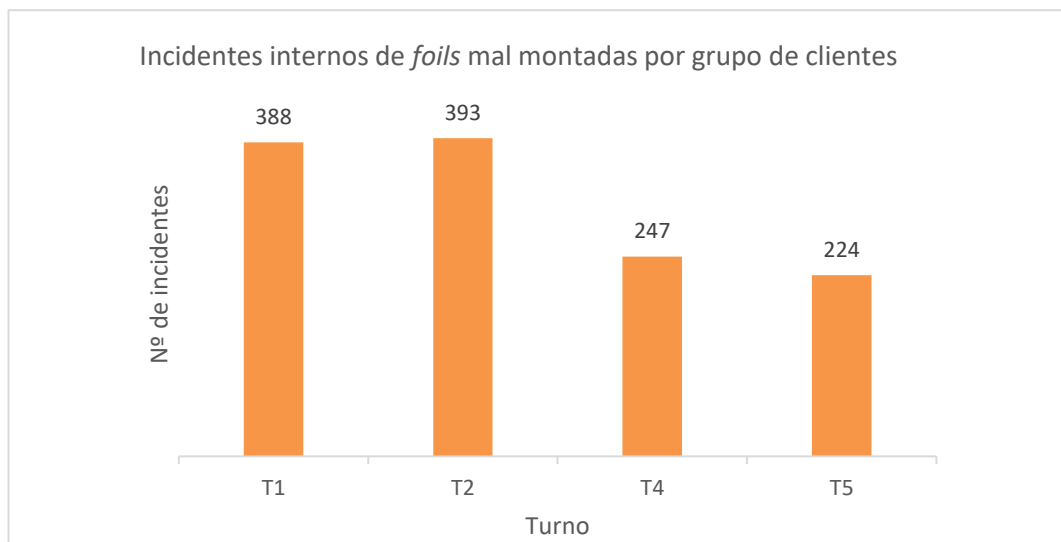


Figura 24: Gráfico da distribuição de incidentes internos de *foils* mal montadas da BMW por turno

Por sua vez, a figura 25 ilustra um Diagrama de Pareto dos defeitos registados que evidência que os erros operacionais que acontecem com maior frequência internamente são relacionados com a montagem das *foils* FFC, cerca de 55% e com conetores de ligação de *foils* mal fechados, cerca de 35%.

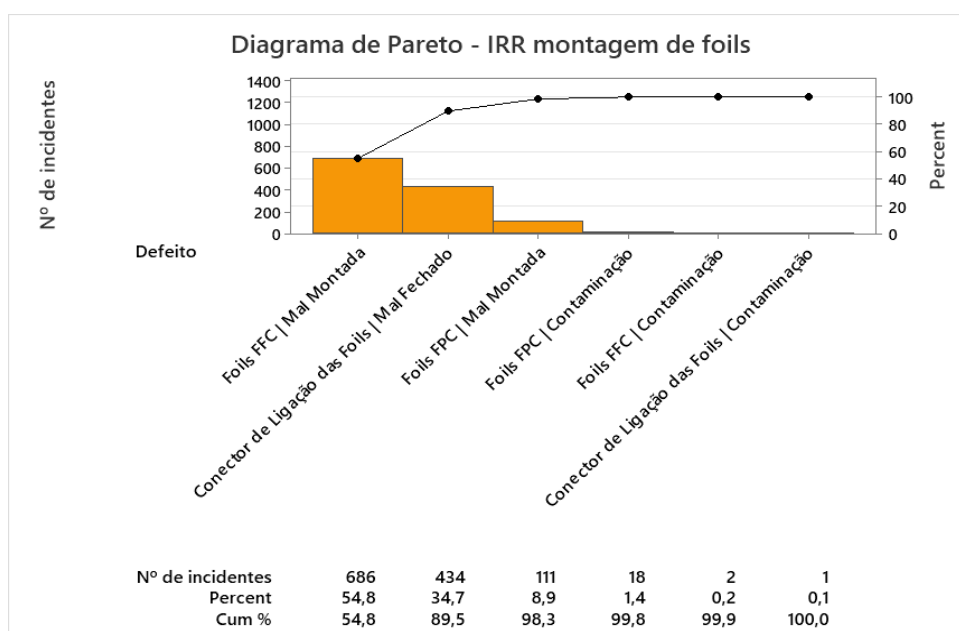


Figura 25: Diagrama de Pareto dos incidentes internos da BMW relacionados com *foils* mal montadas

Relativamente aos registos internos dos componentes danificados a dificuldade na análise de dados de defeitos internos verificada anteriormente não se refletiu, já que existia um histórico realista. Em março de 2020, 234 PCBA's foram para refugo por possuírem componentes danificados.

À semelhança das reclamações externas também internamente, as linhas produtivas da BMW e da Audi eram as mais afetadas por este defeito (figura 26).

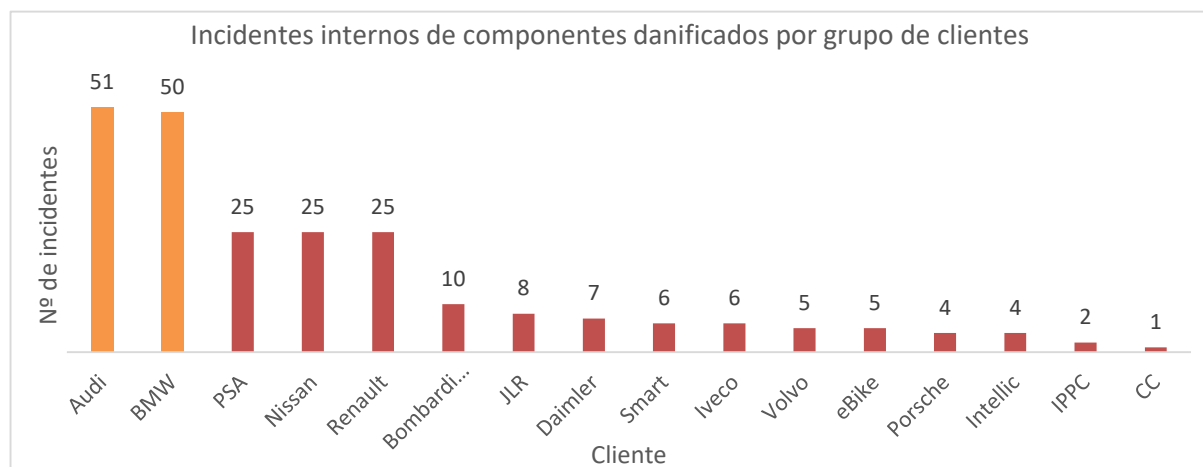


Figura 26: Gráfico da distribuição dos incidentes internos de componentes danificados por grupo de clientes

A figura 27 ilustra a distribuição dos defeitos por turno e evidencia que também no que toca a componentes danificados o primeiro e segundo turno são aqueles onde este tipo de defeito mais acontece.

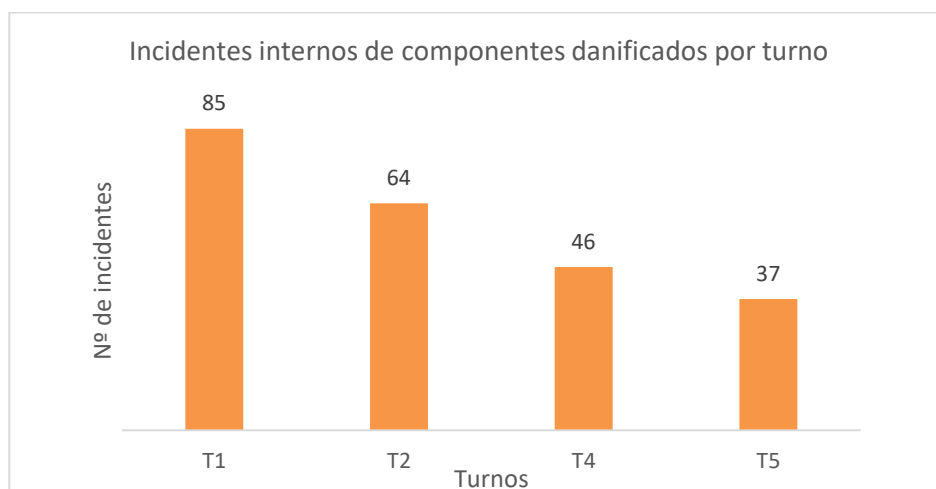


Figura 27: Gráfico da distribuição dos incidentes internos de componentes danificados por turno

Para a classificação dos defeitos encontrados internamente relacionados com componentes danificados também existem vários códigos com significados distintos apresentados na tabela 11.

Tabela 11: Códigos de registo de defeitos internos (componentes danificados)

Código	Descrição do código
4,91 – SMD Reflow: componente danificado	Componente danificado na inserção automática de componentes em MOE1
5,91 – Soldadura seletiva: componente danificado	Componente danificado durante a soldadura seletiva realizada em MOE2

14,91 – Montagem manual: componente danificado	Componente danificado na inserção manual de componentes em MOE2
16,91 – Montagem final: componente danificado	Componente danificado na linha de montagem final em MOE2
26, 91 – ICT/fresas: componente danificado	Componente danificado nas fresas ou ICTs antecessores em MOE2

Importante salientar que ao contrário do que acontece nos registos de montagem de *foils* que evidenciam apenas erros operacionais, o IRR dos componentes danificados evidencia também deficiências do processo. Ou seja, para além de contabilizar todos os componentes que foram danificados por falha humana, ou seja, por incorretos manuseamentos, contabiliza também outras origens para o defeito. Não existe, portanto, um KPI (*Key Performance Indicator*) que permita contabilizar apenas os provenientes de incorretos manuseamentos, já que os técnicos de análise não possuem o conhecimento necessário para o apuramento das diferentes causas raízes.

No entanto, a empresa acreditava que cerca de 50% dos componentes eram danificados por incorretos manuseamentos. Tendo em consideração o preço médio unitário de cada PCBA, 80€/PCBA, isto representa um custo de qualidade interna associado ao desperdício de 9 360€ no mês de março devido a incorretos manuseamentos de PCBAs. A este custo são ainda adicionados os custos de reelaboração, reteste, paragem e reciclagem que não foi possível estimar.

A figura 28 ilustra o Diagrama de Pareto dos defeitos registados, e evidência que mais de metade dos componentes eram danificados nas linhas de montagem final em MOE2, cerca de 25% em MOE1 e cerca de 12% durante o processo de fresagem.

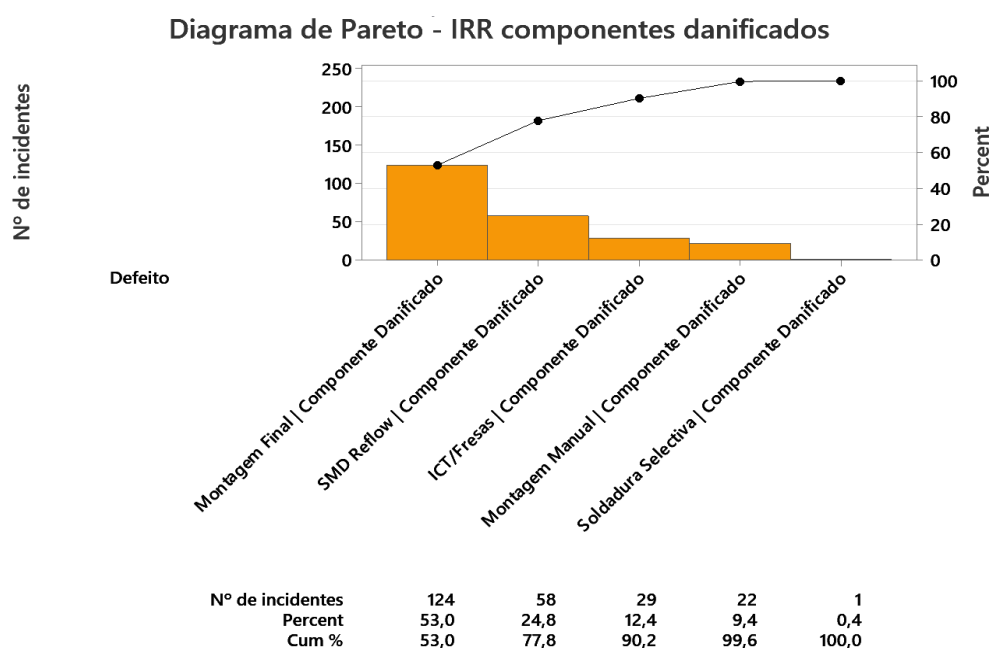


Figura 28: Diagrama de Pareto dos incidentes internos relacionados com componentes danificados

4.2.2 Identificação de causas para o não cumprimento dos *standards* definidos

De forma a identificar todos os fatores influenciadores para o não cumprimento dos *standards*, foi realizado um Diagrama de Ishikawa, em *brainstorming* de forma a incentivar a partilha de distintas perspetivas e corroborar ideias pré-estabelecidas, apresentado na figura 29. Esta informação representou grande importância para a perceção do problema, conduzindo a análise posteriormente realizada ao processo produtivo da empresa.

A equipa era constituída por:

- Três representantes da área de QMM-MQ-QE, responsáveis pela qualidade nas linhas produtivas de diferentes produtos, em representação dos colaboradores, das suas dificuldades teóricas e técnicas e rejeições internas;
- Um representante da área de QMM-MQ-M, especialista da qualidade mecânica do produto;
- Um representante da área de MFE, responsável pelos postos de trabalho/inspeções de teste.

De salientar que o Diagrama de Ishikawa representado abaixo incorpora as causas mais prováveis identificadas

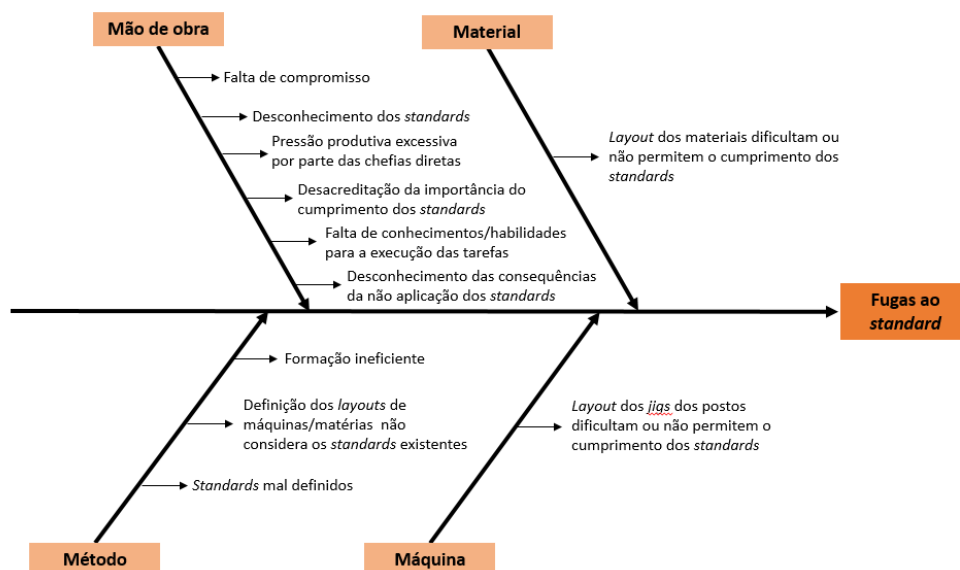


Figura 29: Diagrama de Ishikawa relativo a fugas ao standard

Sendo o foco do presente projeto, quanto à ineficiência da formação identificada pela equipa como uma das causas mais prováveis para as fugas aos *standards* existentes, foi aplicada novamente a ferramenta dos 5 *whys*, sendo o resultado representado na figura 30.

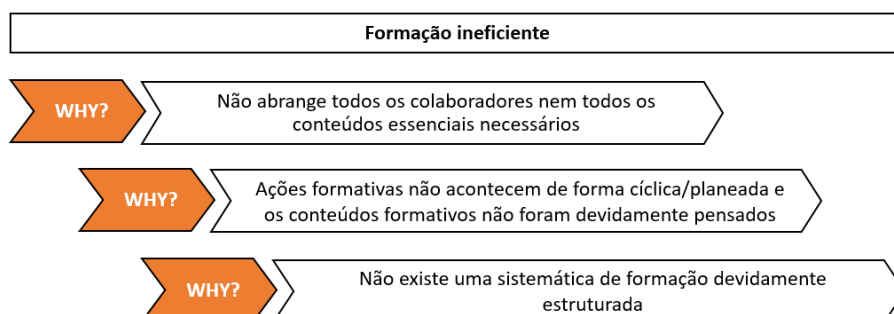


Figura 30: Aplicação da ferramenta 5 *whys* para a ineficiência da formação

De seguida, é apresentado de uma forma sucinta a análise interna do processo produtivo, onde se pretendeu aferir a existência ou não do incumprimento dos *standards* de montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs por parte dos colaboradores, e a sua correlação com os fatores influenciadores identificados no Diagrama de Ishikawa.

Para esta análise, numa primeira instância foi necessário definir os colaboradores a serem observados/analísados. A escolha recaiu sobre os colaboradores do primeiro e do segundo turno das linhas produtivas da Audi e da BMW, já que de acordo com os dados de reclamações externas, da rejeição interna e da opinião geral da gestão da empresa, seriam aquelas onde aconteciam com maior frequência fugas aos *standards* e por consequência, erros operacionais.

4.2.3 Análise crítica do *Gemba* relativamente à montagem de *foils*

Foi realizada uma análise ao sistema produtivo da empresa, com o objetivo de averiguar o cumprimento, por parte dos colaboradores, das instruções de trabalho *standard* definidas para a execução da montagem de *foils*.

Para o efeito, recorreu-se à observação direta de 40 montagens de *foils* realizadas por 40 operadores diferentes (20 das linhas produtivas da Audi e 20 das linhas produtivas da BMW – 10 de 1º turno e 10 de 2º turno, respetivamente).

Para o registo das observações foi utilizada uma folha de verificação (*checklist*), que incluía cada uma das regras definidas no trabalho *standard*. Em cada observação eram utilizados os valores 0 e 1, o primeiro indicava que o colaborador não tinha cumprido a regra, enquanto que o segundo indicava o seu cumprimento.

Cada observação representa uma montagem de *foil* executada por um determinado operador. Após a finalização da recolha dos dados, foi realizada a média de incumprimento de cada uma das regras e foram definidos três níveis em relação à mesma, nomeadamente, pouco frequente: o incumprimento do *standard* acontece entre 0% a 19% das observações; frequente: o incumprimento do *standard* acontece entre 20% a 49% das observações; e muito frequente: o incumprimento do *standard* acontece entre 50% a 100% das observações.

A tabela 12 resume as regras implícitas no *standard* de montagem de *foils* da empresa, dividindo-se entre as que são obrigatórias durante toda a montagem e as específicas para cada um dos momentos que fazem parte do processo e, o resultado médio de incumprimento de cada uma delas.

Tabela 12: Resumo da análise do Gemba relativamente ao cumprimento do *standard* de montagem de *foils*

Momento da montagem	Standard montagem de <i>foils</i>	Frequência de incumprimento
Durante toda a atividade operacional	Utilizar luvas de nitrilo, adequadas ao tamanho da mão (justas) e limpas (livres de contaminações)	Pouco frequente
	Caso a <i>foil</i> caia ao chão ou qualquer outra superfície contaminada tem de ir imediatamente para refugo	Não observado
	Proibida a utilização de qualquer ferramenta auxiliar ao longo de toda a montagem	Pouco frequente
	Proibido tocar nos contactos da <i>foil</i>	Muito frequente
	Proibido tocas nos picos do conetor	Muito frequente
	Manusear a <i>foil</i> sempre e apenas pelas extremidades	Muito frequente
Durante a montagem da <i>foil</i> no conetor	Abrir o conetor com o dedo indicador e polegar	Muito frequente
	Inserir a <i>foil</i> paralelamente ao conetor, de uma só vez e com um ângulo de inclinação (aproximadamente 30°)	Muito frequente
	Assegurar (controlo visual) que as abas da <i>foil</i> estão inseridas nas abas do conetor (<i>poka-yoke</i>)	Muito frequente
	Fechar o conetor utilizando as 2 mãos: 1 assegurar a posição da <i>foil</i> e outra a fechar o conetor	Muito frequente
	Após o fecho do conetor com mais do que 80 pinos, carregar com os 2 dedos indicadores nas extremidades do conetor	Muito frequente
	Após o fecho do conetor com menos do que 80 pinos, passar o dedo levemente sobre todos os conetores	Muito frequente
Após o fecho do conetor	Verificar que a <i>foil</i> está paralela ao conetor através das linhas de contraste	Frequente
	Proibido realizar qualquer tipo de ajuste na <i>foil</i>	Frequente
	Proibido reabrir o conetor e proceder à remontagem	Muito frequente
Após resultado "MAU" na inspeção	Passar levemente o dedo sobre o conetor e voltar a retestar (quando possível); Quando atingido o limite máximo de reteste (3 vezes) enviar unidade imediatamente para a bancada de análise	Muito frequente

Estes *standards* pretendem evitar os defeitos que podem surgir de uma montagem de *foil* mal-executada acima mencionadas, nomeadamente, *foils* desalinhas com o conetor (mal montadas) (figura 31); *foils* danificadas, com contactos partidos e/ou levantados ou rasgadas (figura 32); *flaps* dos conetores abertos (figura 33); e contaminações condutivas ou indutivas nos contactos das *foils* ou dos conetores (figura 34).

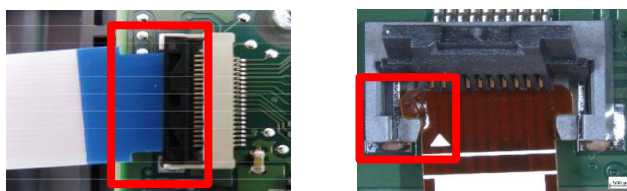


Figura 31: Foils desalinhadas com o conetor (mal montadas)

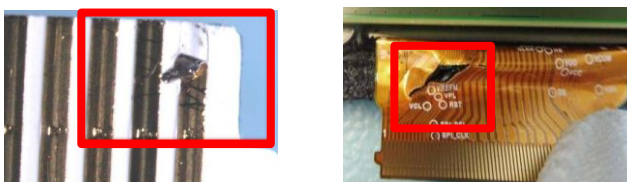


Figura 32: Foils danificadas com contactos partidos/levantados ou rasgadas

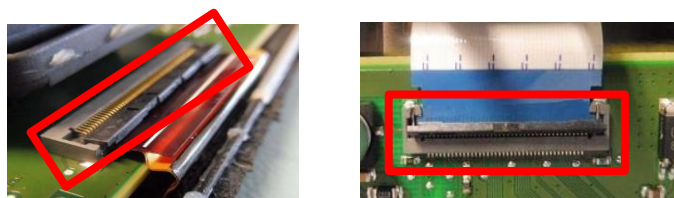


Figura 33: Flaps dos conetores abertos e/ou partidos

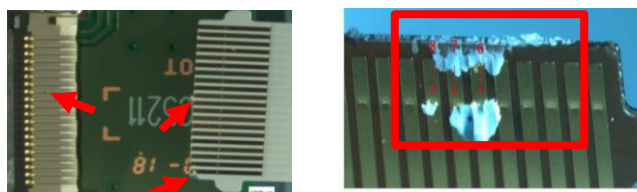


Figura 32: Contactos das foils e conetores contaminados

Em qualquer um dos casos, o efeito poderá ser o incorreto funcionamento, a alteração da imagem do *display* ou perda de funcionalidades da unidade final, já que a *foil* e cada um dos seus contactos executam a ligação do *display* à PCBA da unidade final.

As observações permitiram perceber que de facto existiam fugas ao *standard* em todas as linhas observadas. Os colaboradores tocavam nos contactos da *foils*/conetor durante a montagem, não manuseando a *foil* apenas pelas extremidades, não executavam o movimento descrito no *standard* para a inserção da *foil* no conetor (paralelo e com um ângulo de 30°), não cumpriam as regras de abertura nem fecho do conetor e, sempre que possível e quando se apercebiavam que a *foil* que tinham acabado de montar estava mal executada (verificavam visualmente a inclinação da *foil* ou por rejeição do posto de inspeção) reabriam o conetor e procediam à remontagem da *foil* sem que esta fosse encaminhada para a bancada de análise.

Tudo isto resultava numa instabilidade do processo no que toca à montagem de *foils*, já que existia um livre-arbítrio dos colaboradores no que toca à forma de execução da montagem, resultando numa heterogeneidade no método utilizado e, como consequência, o aparecimento repetido de defeitos com origens diferentes que impedia a melhoria continua do processo e dificultava a análise dos especialistas em relação ao mesmo.

Após estas observações foram realizadas entrevistas informais, bem como a aplicação informal da ferramenta dos 5 *whys* aos colaboradores que não cumpriam o *standard* de forma a perceber os motivos associados.

Os motivos apresentados pelos operadores dividiam-se entre:

- Incumprimento por falta de conhecimento e habilidades para a correta execução da atividade;
- Incumprimento deliberado com justificação de que o cumprimento do *standard* não é possível e/ou dificulta a operação e/ou traduz maior risco;
- Incumprimento deliberado com justificação da pressão por parte das chefias para a produtividade excessiva;
- Incumprimento deliberado por descrença nos *standards* existentes;
- Incumprimento deliberado por descrença nas consequências que o não cumprimento dos *standards* poderia provocar.

Foi ainda possível perceber que os colaboradores desconheciam a hipótese dos sistemas de inspeção/teste existentes serem falíveis. Estes conheciam a rejeição indevida por parte destes, no entanto, acreditavam que todas as montagens de *foils* classificadas como “BOM” pelos sistemas de inspeção, bem como nos testes funcionais da unidade final, garantiam que não existia qualquer tipo de defeito associado à incorreta montagem de *foils*.

De facto, alguns dos fatores influenciadores previamente apontadas aquando da realização do Diagrama de Ishikawa viriam a ser comprovados. Foi possível perceber que para além dos colaboradores desconhecerem muitas das regras das instruções de trabalho *standard*, existiam outras que conheciam, mas que, no entanto, não cumpriam pelos motivos acima referidos.

4.2.4 Análise crítica do *Gemba* relativamente ao manuseamento de PCBAs

A estratégia para a análise do cumprimento dos *standards* seguiu a base utilizada para a mesma análise relativamente à montagem de *foils*. No entanto, por ser uma atividade que ocorre em diferentes etapas do processo produtivo, foi necessário a observação/análise de uma amostra de operadores superior e repartida pelas linhas de inserção manual, de fresagem e de montagem final. Desta forma, a amostra

foi de 60 colaboradores no total, 20 na linha de inserção manual, 20 na linha de fresagem e 20 na linha de montagem final, englobando 50% afetos às linhas produtivas da BMW e 50% às da Audi, e repartidos de igual forma entre o 1º e 2º turnos de cada uma das secções.

A tabela 13 representa a frequência de incumprimento de cada uma das regras que englobam o manuseamento de PCBAs.

Tabela 13: Resumo da análise do Gemba relativamente ao cumprimento do standard de manuseamento de PCBAs

Momento do manuseamento	Standard de manuseamento de PCBAs	Frequência de incumprimento
Durante todo o manuseamento	Obrigatório utilizar luvas (nitrilo ou pano dependendo da linha produtiva de MOE2)	Pouco frequente
	Proibido tocar/agarrar nos componentes da PCBA	Muito frequente
	Antes de ser fresada, obrigatório manusear/transportar a PCBA pelo contorno e com as duas mãos	Muito frequente
	Após ser fresada, obrigatório manusear/transportar a PCBA pelas extremidades	Muito frequente
	Sempre que a dimensão permitir manusear/transportar a PCBA fresada com as duas mãos. Quando não permitir manusear ((dimensões menores) com apenas uma mão assegurando a estabilidade da mesma. Neste caso, é permitido manusear 1 PCBA em cada mão A forma de manuseamento de cada PCBA tem de estar devidamente definida pela equipa de MFE – <i>Manufacturing Engineering Support</i>)	Muito frequente
	Sempre que a PCBA cai ao chão/sofra alguma colisão deve ser enviada imediatamente para a bancada de análise para ir para refugo	Frequente
Colocar/retirar PCBA em <i>container</i>	Retirar/colocar a PCBA pelo contorno e com as duas mãos	Muito frequente
	Colocar PCBA no <i>container</i> de cima para baixo	Pouco frequente
	Retirar PCBA no <i>container</i> de baixo para cima	Muito frequente
	Cumprir sempre o FIFO	Frequente
Colocar/retirar a PCBA do <i>conveyor</i>	Colocar/retirar a PCBA pelo contorno e com as duas mãos	Muito frequente
	Colocar a PCBA no sentido vertical (de cima para baixo) sem nunca arrastar	Frequente
	Retirar a PCBA no sentido vertical (de baixo para cima) sem nunca arrastar	Frequente
Colocar/retirar a PCBA do <i>blister</i>	Colocar/retirar a PCBA pelas zonas de pega	Muito frequente
	Cumprir sempre o FIFO	Muito frequente
Colocar/retirar a PCBA dos <i>jigs</i> dos sistemas de teste/inspeção	Colocar/retirar a PCBA fazendo um movimento paralelo em relação ao <i>jig</i>	Muito frequente
	Colocar/retirar a PCBA de frente para a máquina	Muito frequente
Após resultado "MAU" na inspeção (AOI, ICT, FCT)	Enviar PCBA imediatamente para a bancada de análise, cumprindo o <i>standard</i> de transporte definido de acordo com o layout/dimensão da PCBA	Frequente
Na bancada de análise	Cumprir todas as regras anteriormente descritas e aplicáveis	Muito frequente
	Colocar a PCBA apenas nas zonas definidas para o efeito	Muito frequente
	Cumprir o FIFO	Frequente

Esta análise permitiu verificar que o *standard* de manuseamento de PCBAs era violado por grande parte dos colaboradores, em todas as etapas do processo, existindo um *mindset* geral para ignorar e descreditar a gravidade desse comportamento.

Foi possível observar colaboradores a manusearem/transportarem PCBAs de maiores dimensões e sobre as quais o manuseamento definido por MFE era o manuseamento com as duas mãos, com apenas uma mão e, muitas vezes, com ponto de pega nos próprios componentes da PCBA; colaboradores a

realizarem transportes/movimentos não controlados com as PCBAs que acabavam por resultar em embates das mesmas em máquinas/superfícies e quando isto acontecia o colaborador não enviava a PCBA para a bancada de análise tal como definido; colaboradores a manusear/transportar de uma só vez mais PCBAs do que aqueles que era permitido (máximo 2 PCBAs, 1 em cada mão, quando permitido); colaboradores a colocar as PCBAs em locais não definidos para o efeito, colocando em causa a integridade dos seus componentes, já que em ambas as faces da PCBA, como referido anteriormente, existem componentes soldados; entre muitos outros comportamentos que eram proibidos na empresa, já que representavam um elevado risco de danificar as PCBAs e que resultavam em custos de não-qualidade internos elevados e, no pior dos casos, custos de não-qualidade externos.

Para além disto, por vezes, as características dos materiais e equipamentos do sistema produtivo, nomeadamente, o *layout* dos *blisters* e *layout* dos *jigs* dos postos de montagem não permitiam, em casos em que as PCBAs teriam de ser manuseadas sempre com as duas, esse tipo de manuseamento, o que causava uma certa confusão aos colaboradores e potenciava o não cumprimento dessa regra nos restantes momentos do manuseamento/transporte de PCBAs. De salientar que foi abordada a possibilidade de alteração de todos estes fatores que comprometiam o cumprimento dos *standards* de manuseamento de PCBAs na íntegra. Existia um projeto paralelo ao da presente dissertação, constituído por uma equipa que trabalhava na melhoria contínua do sistema produtivo e que começou a focar-se na alteração dos *jigs* dos postos. Já a alteração do *layout* dos *blisters* foi deixada de parte, já que implicaria custos muito elevados para a empresa por diversos fatores.

Desta forma, os motivos apresentados pelos colaboradores para o *incumprimento do standard* de manuseamento de PCBAs foram similares aos apresentados relativamente ao incumprimento de montagem de *foils*.

- Incumprimento por falta de conhecimentos e/ou habilidades para a correta execução da atividade;
- Incumprimento deliberado com justificação de que o cumprimento do *standard* não é possível tendo em consideração as características do sistema produtivo;
- Incumprimento deliberado com justificação da pressão por parte das chefias para a produtividade excessiva;
- Incumprimento deliberado por descrença nos *standards* existentes;
- Incumprimento deliberado por descrença nas consequências que o não cumprimento dos *standards* poderia provocar.

4.2.5 Análise crítica às instruções de trabalho *standard*

Indo de encontro com o defendido por Liker (2004) (figura 4), por ter sido apontado como um dos motivos para o não cumprimento por parte dos colaboradores e um dos fatores identificados aquando da realização do diagrama de Ishikawa, foi realizada uma análise crítica pormenorizada à adequação das instruções *standard* de montagem de *foils* manuseamento de PCBAs.

Para esta análise foram realizadas simulações no sistema produtivo de forma a perceber as dificuldades sentidas pelos colaboradores. Relativamente ao *standard* de manuseamento de PCBAs, na maioria dos casos verificou-se a sua adequação e passividade de cumprimento, salvo exceções que o próprio *layout* das linhas produtivas, dos *blisters* utilizados para o acondicionamento das placas e/ou jigs dos sistemas de inspeção utilizados para dificultavam a operação. Não se tratava, por isto, de um erro na definição do *standard*, mas sim dos requisitos definidos por parte das equipas de desenvolvimento e industrialização dos projetos.

No entanto, as análises realizadas às instruções de trabalho *standard* de montagem de *foils* permitiram concluir que existiam regras que não eram passíveis de serem aplicadas em todos os tipos de *foil*/produtos das linhas produtivas observadas; existiam regras demasiado restritas, tendo em consideração o tempo que os colaboradores tinham para a execução da tarefa; e que a ordem de execução de alguns dos passos para a montagem da *foil* estava mal definida, já que se fossem realizadas noutra ordem/sequência era possível corrigir montagens mal executadas antes do fecho do conector e, desta forma, minimizar a tendência para a reabertura do conector e remontagem da *foil* pelo colaborador. Este tópico será abordado de forma mais detalhada posteriormente, no capítulo 5.1., onde serão expostas em específico as regras do *standard* que permitiram chegar às conclusões supramencionadas.

4.2.6 Análise crítica à metodologia de formação aplicada

Sendo o foco do presente projeto, e após a aquisição do conhecimento necessário relativo às tarefas operacionais em questão e à situação atual da empresa quanto ao incumprimento das mesmas, por parte dos colaboradores, procedeu-se à análise crítica da metodologia de formação aplicada.

Quanto à modalidade, ambas as formações cumpriam o carácter de formação inicial e continua. Formação inicial já que os novos colaboradores, no posto de trabalho, recebiam formação, das chefias de linha e/ou de um membro da sua equipa mais experiente antes de iniciarem este tipo de atividades operacionais. Esta formação residia apenas na exemplificação de como cada uma das tarefas deveria ser executada.

Formação continua já que após a formação inicial, todos os anos os colaboradores eram sujeitos a uma formação mais completa, sendo desta vez realizada em sala, com apresentação de conteúdos formativos e posterior avaliação de cada um dos colaboradores, no que toca à aptidão para a realização de ambas as tarefas.

O objetivo da formação continua residia no aperfeiçoamento dos conhecimentos, capacidades práticas, atitudes e comportamentos, para a melhoria continua na montagem de *foils* e o manuseamento de PCBAs, de forma a evitar os incidentes internos e externos resultantes de erros humanos (transmissão e fomentação da aplicação dos três níveis do Saber). Assim, a subseção MOE2 – P definia o período anual disponível para a execução de cada uma das formações (montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs) e informava o departamento de recursos humanos (HRL).

Por sua vez, o departamento de HRL, fazia a gestão e planeamento de diferentes ações formativas, para cada uma das formações, que eram compostas por um grupo específico de colaboradores. O planeamento era acompanhado pela introdução em sistema, da convocatória dos diferentes colaboradores, dos diferentes grupos, para cada ação formativa. Este procedimento acontecia em *loop*, até todos os colaboradores estarem formados.

A comunicação das ações formativas era realizada através do *software* interno existente para o efeito (Bcore) e, no período em que as formações estavam a ser administradas, na reunião diária de arranque de turno, todas as chefias de linha tinham de verificar se algum dos seus colaboradores tinha ações de formação agendadas para aquele dia, libertar o colaborador na hora definida e encaminhá-lo para o local da formação (*training room* de MOE2).

A figura 35 ilustra as etapas seguintes da metodologia existente, que acontecia em *loop* para cada uma das ações formativas planeadas.

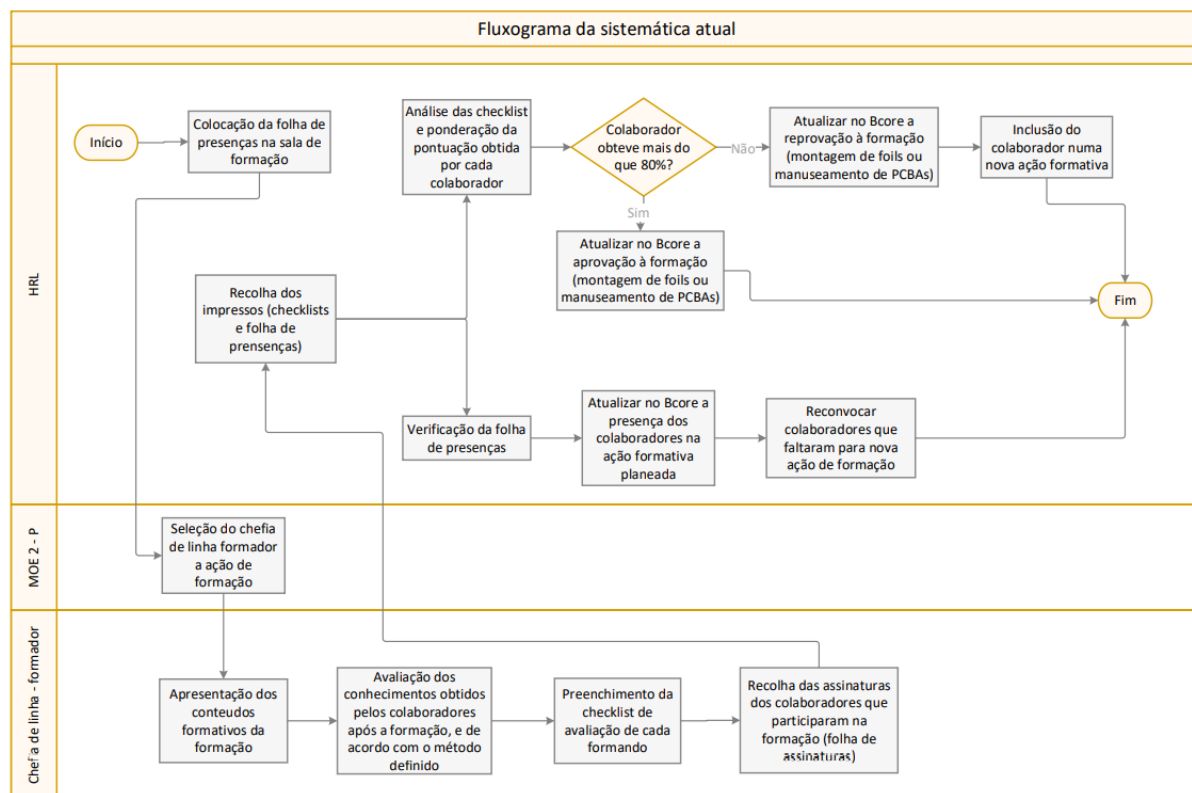


Figura 33: Metodologia de formação atual

A duração das ações formativas de qualquer uma das formações era de uma hora. Tendo em consideração a dimensão da sala de formação de MOE2 onde eram administradas ambas as formações, e as restrições de distanciamento exigidas pela situação pandémica vivida no momento, cada ação de formação abrangia apenas 4 colaboradores. Pré-pandemia, cada ação formativa incluía 10 colaboradores.

A tabela 14 ilustra a periodicidade e os horários definidos para a ocorrência das formações.

Tabela 14: Calendarização da metodologia de formação atual da empresa

Calendarização		
Turno	Horário	Nº ações formativas/semana
1º	7:00h-8:00h	4
2º	20:30h-21:30h	4
4º	4:15h-5:15h	4
5º	4:15h-5:15h	2

Assim, existiam quatro ações formativas por semana, duas de montagem de *foils* no primeiro e duas de manuseamento de PCBAs no primeiro, segundo e quarto turnos, e uma ação formativa de cada uma das formações no quinto turno.

O planeamento das turmas das ações formativa não seguia qualquer tipo de critério, sendo a seleção dos colaboradores para cada ação formativa feita de forma aleatória. HRL deveria ter apenas em consideração que cada ação formativa não incluísse mais do que 2 colaboradores da mesma secção (existem nove secções no total, que se distinguem pelos produtos que produzem) e, dentro destas, mais do que um colaborador da mesma linha (uma secção é composta por várias linhas produtivas), de forma a não enviesar a produtividade das mesmas.

Desta forma, a metodologia permitia, no momento, a formação de vinte e oito colaboradores, por semana, para cada uma das formações.

Tendo em consideração o *feedback* dos colaboradores e de HRL, foi possível perceber que existiam inúmeros colaboradores que nunca tinham tido nenhuma das formações na modalidade de formação continua ou que já não a tinham há mais do que um ano (período de atualização em vigor e definido pela empresa). Estes colaboradores relatavam que foram aprendendo com os colaboradores mais antigos (que muitas vezes faziam ambas as atividades incorretamente, incumprindo os *standards*) e/ou desenvolvendo estratégias próprias para a execução das tarefas, tendo em consideração aquilo que acreditavam ser correto/incorreto. Foi também possível perceber que os colaboradores não percecionavam os resultados positivos da aplicação de ambas as formações, indo muitas vezes desmotivados e contrariados para estas ações formativas.

Relativamente aos conteúdos formativos de ambas as formações, apresentados no anexo 2, foi possível identificar as seguintes lacunas:

- Existência de dois ficheiros com conteúdos formativos significativamente diferentes para a formação de montagem de *foils*, em que cada formador poderia tomar a liberdade de escolher aquele que pretendia utilizar (isto provocava a desigualdade de conhecimento dos colaboradores);
- Conteúdos formativos de manuseamento de PCBAs eram expostos numa formação que englobava outros temas, despromovendo o tema da importância que carecia;
- Conteúdos formativos pouco elucidativos, que expunham apenas as regras dos *standards*, sem explicação do motivo e da importância de cada uma delas;
- Conteúdos formativos não expunham todos os conceitos/temas essenciais para a correta execução das atividades por parte dos colaboradores (identificação das necessidades formativas mal/não executada);
- Conteúdos formativos não evidenciavam de forma clara as consequências do incumprimento dos *standards*, nomeadamente, custos, redução da qualidade, insatisfação do cliente, entre

outros, não criando nos colaboradores o sentido de responsabilidade, de compromisso e de motivação necessários;

- Conteúdos desadequados, meramente expositivos e incapazes de prender a atenção dos colaboradores durante a formação.

Relativamente ao método de avaliação utilizado para definir a aprovação/reprovação dos colaboradores a ambas as formações, também foram identificadas lacunas.

Para além de ambas as formações serem acerca de atividades operacionais manuais, realizadas no dia-a-dia dos colaboradores, onde é essencial a existência de conhecimento dos *standards* a serem cumpridos, mas também de habilidades práticas para que a execução seja feita da forma correta, em ambas era avaliada apenas uma das componentes.

Na formação de montagem de *foils* eram avaliadas as habilidades práticas dos colaboradores, e na de manuseamento de PCBAs a avaliação recaía apenas sobre conhecimento destes acerca dos *standards* a serem cumpridos.

Os pontos de avaliação dos colaboradores na formação de montagem de *foils* baseava-se na resposta de “sim” ou “não” por parte do formador às seguintes questões, após a execução de uma montagem de *foil* pelo colaborador:

- O colaborador teve o cuidado de não tocar na área de contacto?
- O colaborador inseriu a *foil* verificando que as abas laterais ficaram totalmente inseridas nos ganchos do conector?
- O conector ficou totalmente fechado?

Os pontos de avaliação dos colaboradores na formação de manuseamento de PCBAs baseava-se no registo da resposta dada pelo colaborador às seguintes questões:

- Questão 1: Ao colocar o PCB no ICT/FCT-20, devo manusear sempre que possível com as duas mãos e cuidadosamente encaixo o PCB na base do ICT/FCT-20?

Resposta do colaborador: a) Sim b) Não

- Questão 2: O PCB sofreu um choque, mas não encontro nenhum componente danificado, qual o procedimento correto?

Resposta do colaborador: a) Introduzo unidade no processo; b) Informo o chefe e envio unidade para a bancada de análise

- Questão 3: Quando encontro uma caixa/ *container* com materiais fora de posição?

Resposta do colaborador: a) Continuo a produzir normalmente; b) Carrego no botão vermelho e chamo a chefia de Linha.

Tendo em consideração todos as regras definidas em ambos os *standards* e a criticidade de ambas as tarefas, os métodos de avaliação utilizados tornavam-se insuficientes para que fosse possível perceber se o colaborador dotava dos conhecimentos e habilidades práticas para a correta execução das mesmas. Para além disto, a formação era apenas de cariz teórico, não existindo qualquer componente prática, mesmo sendo a avaliação da montagem de *foils* totalmente prática.

Desta forma, tendo em consideração a análise crítica da autora da presente dissertação baseada nos resultados da observação dos colaboradores no sistema produtivo, o resultado de entrevistas informais a membros do departamento de QMM e de HRL, foi possível identificar quatro lacunas na metodologia de formação, nomeadamente, falta de eficácia, tanto na transmissão de conhecimento como na abrangência de colaboradores; inexistência de critérios de priorização de colaboradores a serem sujeitos à formação; inexistência de uma metodologia eficiente para a avaliação das formações administradas; e inexistência de um procedimento para a formação eficaz de novos colaboradores

Para além de todas as lacunas acima identificadas, foi ainda possível identificar outras, que influenciavam negativamente os resultados das formações e incitavam a contínua vulnerabilização da qualidade na montagem de *foils* e no manuseamento de PCBAs, particularmente a descrença por parte dos formadores (chefias de linha) da importância das ações formativas, bem como de alguns dos *standards* expostos nas mesmas, executando essa função apenas por obrigação, influenciavam negativamente a aquisição de conhecimentos por parte dos formandos; a falta de domínio/conhecimento por parte dos formadores dos conteúdos formativos a serem expostos aos colaboradores; e o facto da formação ser deixada para segundo plano em relação à produtividade das linhas - ações formativas eram muitas vezes canceladas/adiadas em consequência da situação em que a linha produtiva do formador (chefia de linha) e/ou dos formandos (colaboradores) estava no dia/momento planeado para a ação formativa).

4.3 Síntese dos problemas identificados

A análise crítica à situação atual da empresa mostrou que o elevado número de reclamações externas e de incidentes internos relacionados com montagem de *foils* mal executadas e componentes danificados das PCBAs provocados por incorretos manuseamentos, estavam de facto relacionadas com a falta de conhecimento e de habilidades práticas dos colaboradores em relação aos *standards* definidos, que eram reflexo de um conjunto de problemas, nomeadamente:

- *Standard* de montagem de *foils* mal definido;
- Metodologia de formação implementada pouco eficiente, conteúdos formativos e métodos de avaliação das formações de montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs mal definidos.
- Corpo colaborativo desprovido de conhecimento dos *standards* a cumprir e de habilidades técnicas, para a correta execução da montagem de *foils* e do manuseamento de PCBAs;
- Corpo colaborativo não direcionado para a importância do cumprimento dos *standards*, da qualidade e da satisfação do cliente;

Neste sentido, e para além da Bosch Car Multimedia ser uma empresa que assenta a sua cultura na importância da qualidade e na procura constante pela excelência, que prima pela prevenção ativa das falhas, pela padronização de todos os processos, com foco na satisfação do cliente, já que segue uma filosofia baseada na TQM e na melhoria contínua, fazia parecer que estes princípios e valores começavam a ser descurados, no chão de fábrica de MOE2. Isto era, muitas vezes, resultado da vontade da obtenção da máxima produtividade, ultrapassando, muitas vezes, a capacidade planeada, mesmo que isso incluísse a vulnerabilização do cumprimento das instruções de trabalho *standard* para a execução correta das tarefas e, por consequência, a diminuição a qualidade empregue e o aumento de defeitos internos e externos.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Após a análise do problema em estudo e a identificação dos principais problemas associados ao mesmo, iniciou-se a segunda fase do ciclo PDCA. Este capítulo expõe, ainda que de uma forma geral, a apresentação e implementação das propostas de melhoria, bem como o processo de pensamento até chegar às mesmas. De forma a conduzir o trabalho a ser executado de uma forma organizada, foi desenvolvida a tabela 15 baseada na ferramenta da qualidade 5W2H, que apresenta o plano de ações das melhorias. De salientar que esta foi alimentada ao longo do projeto, sendo a tabela abaixo referente à fase inicial da utilização da mesma.

Tabela 15: Plano de ações das melhorias

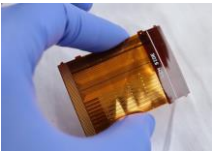
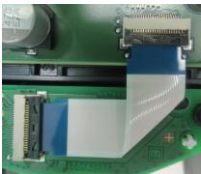
5W					2H	
What?	Who?	Where?	Why?	When?	How?	How much?
Redefinição do <i>standard</i> de montagem de <i>foils</i>	Responsáveis: Jéssica Cerqueira e membro de QMM-MQ-QE, com o envolvimento das chefias de QMM e MOE2	QMM e MOE2	<i>Standard</i> está mal definido, já que não é passível de ser cumprido a 100% e não minimiza a possibilidade da ocorrência de <i>foils</i> mal montadas quanto poderia	15/mar/21	Criação de um <i>standard</i> que possa ser cumprido e que garanta a qualidade nas montagens de <i>foils</i>	-
Reestruturação da metodologia de formação	Responsáveis: Jéssica Cerqueira e membro de QMM-MQ-QE, com o envolvimento das chefias de QMM e MOE2	QMM e MOE2	Metodologia de formação pouco robusta e ineficaz	15/abr/21	Criação de uma metodologia de formação devidamente estruturada e que contenha todas as fases essenciais do ciclo formativo	?
Reestruturação da formação de montagem de <i>foils</i>	Responsáveis: Jéssica Cerqueira e membro de QMM-MQ-QE, com o envolvimento das chefias de QMM e MOE2	QMM e MOE2	Conteúdos formativos e método de avaliação necessitam de ser reformulados	30/abr/21	Criação de novos conteúdos que sejam mais completos, chamativos e que apelem à consciencialização dos colaboradores para a importância da qualidade e do cumprimento dos <i>standards</i> .	-
Reestruturação da formação de manuseamento de PCBAs	Responsáveis: Jéssica Cerqueira e membro de QMM-MQ-QE, com o envolvimento das chefias de QMM e MOE2	QMM e MOE2		30/abr/21	Criação de novos métodos de avaliação que sejam capazes de contemplar todos os conceitos/temas essenciais a correta execução das tarefas	-
Iniciação do projeto piloto da nova sistemática e das formações reestruturadas	Responsáveis: Jéssica Cerqueira e membro de QMM-MQ-QE, com o envolvimento das chefias de QMM e MOE2	MOE2	Validação da nova metodologia, dos novos conteúdos formativos e métodos de avaliação	01/jun/21	Colocação em prática da nova metodologia de formação para as formações de montagem de <i>foils</i> e manuseamento de PCBAs, utilizando os conteúdos e métodos de avaliação reformulados	-

5.1 Redefinição do *standard* de montagem de *foils*

Após a análise do sistema produtivo da empresa e a observação direta dos colaboradores nas linhas produtivas da Audi e da BMW descritas anteriormente, foi possível perceber que algumas das regras implícitas no *standard* de montagens de *foils* estavam mal definidas. A empresa apresenta um portfólio de produtos vasto e para além do processo de montagem da *foil* ser idêntico em todos eles, existem fatores que variam de produto para produto, como por exemplo, o tamanho e o *layout* da(s) *foil*(s) que incorpora e a posição do conector de ligação das *foils* na PCBA. Neste sentido, o *standard* desta atividade deve ser aplicável a qualquer uma das montagens que os colaboradores tenham de executar.

Na tabela 16 são apresentadas as regras do *standard* de montagem de *foils* que se verificaram impraticáveis no sistema produtivo e o motivo dessa conclusão.

Tabela 16: Regras a ser redefinidas no *standard* de montagem de *foils*

Regras a ser revistas	Motivo	Exemplo ilustrativo
1. Manusear a <i>foil</i> sempre e apenas pelas extremidades 	1. Existem <i>foils</i> com <i>layouts</i> e dimensões demasiado pequenas/estreitas para que permitam o manuseamento das mesmas seja executado apenas pelas extremidades; 2. Existem conexões de <i>foil</i> que exigem uma rotatividade da mesma e que não permite o manuseamento apenas pelas extremidades e, caso aconteça provoca um risco maior do que o benefício.	
2. Abrir o conector com o dedo indicador e polegar 	1. Existem conectores com dimensões demasiado pequenas para que a abertura do mesmo seja feita com o dedo polegar e indicador como representado na figura; 2. Existem produtos que a posição do conector da <i>foil</i> na PCBA é rodeada de uma multiplicidade de componentes e, o cumprimento desta regra, aumenta a probabilidade de os colaboradores tocarem/rasparem com os dedos/unhas nos componentes	

3. Após o fecho do conector com mais do que 80 pinos, carregar com os 2 dedos indicadores nas extremidades do conector. Nos conectores com menos do que 80 pinos, passar o dedo levemente sobre os conectores	1. Tendo em consideração o tempo que os colaboradores têm para executar a tarefa e a diversidade de conectores existentes nos vários produtos, torna-se pouco razoável exigir que os colaboradores tenham conhecimento e em atenção o número de pinos que cada um dos conectores aglomera	-
---	---	---

De forma a encontrar a melhor solução para o problema identificado no *standard* de montagem de *foils*, e com o objetivo de criar regras que fossem passíveis de ser cumpridas no sistema produtivo, não existindo apenas nos procedimentos da empresa, e que evitassem os defeitos de montagem de *foils* associados, foram realizadas várias simulações de montagem em diferentes produtos, constituídos por variados tipos, *layouts* e posições da *foil* e do conector de ligação.

Foram realizadas também visitas às diferentes linhas produtivas da empresa de forma a simular nos postos de montagem de *foils* e a coletar a opinião dos colaboradores, já que é determinante que se criem *standards* que evidenciem as melhores práticas para a execução das tarefas, mas que sejam entendidos e bem recebidos por aqueles que os colocam em prática no seu dia-a-dia. Caso isto não aconteça, o incumprimento e a desacreditação da importância destes procedimentos por parte dos colaboradores é a consequência.

Neste sentido, foi proposta a alteração destas regras do *standard*, para as seguintes regras:

1. Manusear a *foil* sempre pelo corpo da mesma, sem nunca tocar na área de contactos;
2. Abrir o conector suavemente, utilizando o dedo polegar (conectores localizados na parte inferior do PCBA) ou o dedo indicador (conectores localizados na parte superior e lateral da PCBA);
3. Após o fecho do conector de *foils* com largura igual ou inferior à de um dedo carregar levemente para garantir que este está devidamente fechado. Após o fecho do conector de *foils* com largura superior à de um dedo passar o dedo levemente ao longo de todo o seu comprimento para garantir que este está devidamente fechado.

A proposta de melhoria foi apresentada aos departamentos de QMM e de MOE2 de forma a levantar possíveis riscos não detetados e a coletar a opinião dos especialistas do processo. Ambos os departamentos concordaram com a alteração destas regras do *standard*, não verificando qualquer tipo de risco associado. O apêndice 3 e o anexo 2 apresentam, respetivamente, o *standard* de montagem de *foils* anterior e o redefinido após a implementação das ações de melhoria.

5.2 Reestruturação da metodologia de formação

Tendo em consideração a análise crítica efetuada, e de forma a suprimir as lacunas identificadas na metodologia de formação existente até ao momento na empresa e, com o objetivo de melhorar a qualidade na montagem de *foils* e no manuseamento de PCBAs, foi realizada uma reestruturação profunda à metodologia de formação até então aplicada na empresa.

Após várias reuniões com o departamento de qualidade (QMM), o departamento de montagem final (MOE2) e o departamento de recursos humanos (HRL), e tendo em consideração os requisitos e objetivos a cumprir, referidos no capítulo 1.2, foi definida e aprovada uma nova metodologia de formação, a ser aplicada a ambas as formações que será apresentada de seguida.

Os próximos capítulos evidenciam as diferentes alterações feitas à metodologia de formação anteriormente aplicada, passando por três das etapas do ciclo formativo: identificação das necessidades de formação, planeamento da formação e execução da formação.

5.2.1 Identificação das necessidades de formação

O levantamento do diagnóstico das necessidades de formação relativamente à montagem de *foils* e ao manuseamento de PCBAs, foi realizado no início do projeto e é exposto em maior detalhe nos capítulos 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4. Na sequência do diagnóstico, devem ser analisados e identificados fatores a nível organizacional, individual e operacional que evidenciam a necessidade de formação. Assim, tabela 17, resume as necessidades de formação identificadas em cada um dos níveis.

Tabela 17: Resumo do diagnóstico das necessidades formativas

Diagnóstico das necessidades formativas	
Nível organizacional	Indicadores organizacionais: reclamações de cliente no ano de 2020 <i>Foils</i> mal montadas: 9 incidentes Custos de não qualidade externos associados: 45 000€ Manuseamentos de PCBAs incorretos: 14 incidentes Custos de não qualidade externos associados: 70 000€ Rejeição interna: nº de incidentes no IRR em março de 2021 <i>Foils</i> mal montadas: 1231 incidentes (apenas nas linhas produtivas da BMW) Custos de não qualidade internos associados (estimados): 615,50€ Manuseamento de PCBAs incorretos: 117 incidentes Custos de não qualidade internos associados (estimados): 9 360€
Nível operacional	Ambas as tarefas totalmente manuais, com elevada criticidade e que devem ser executadas respeitando todos os requisitos definidos nos <i>standards</i> para que possam ser executadas corretamente, não colocando em questão a qualidade dos processos produtivos e dos produtos entregues.
Nível individual	Colaboradores não possuem conhecimento (baseado no incumprimento dos requisitos expostos no <i>standard</i>) e habilidades técnicas necessárias para a correta execução de ambas as tarefas.

5.2.2 Planeamento da formação

Para que o planeamento da formação seja executado corretamente e resulte na melhoria dos conhecimentos dos colaboradores, é essencial que numa primeira instância se definam os objetivos a cumprir, os aspetos relacionados com o contexto da formação a administrar e os aspetos relacionados com os conteúdos que serão utilizados para a mesma. Assim, de seguida é apresentada a tabela 18, com resposta às seis questões que são apresentadas pela literatura como essenciais para que o plano esteja devidamente estruturado.

Tabela 18: Planeamento das formações de montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs

Questões	Resposta
Porquê formar? Quais os objetivos e resultados esperados?	Objetivos: Dotar os colaboradores de conhecimentos teóricos e práticos (atuais e futuros) para a correta execução da montagem de <i>foils</i> e do manuseamento de PCBAs; Consciencializar e sensibilizar os colaboradores para a importância da qualidade, do cumprimento dos <i>standards</i> e da satisfação do cliente. Resultados esperados: - Satisfação dos colaboradores relativamente à nova metodologia - Melhoria dos conhecimentos práticos e teóricos dos colaboradores para a correta execução de ambas as tarefas; - Redução dos incidentes internos e externos resultantes da falta de conhecimento/comprometimento dos colaboradores
Quem deve ser formado? A quem se deve dirigir a formação?	Todos os colaboradores que operam nas linhas produtivas de MOE2 e executam e/ou podem vir a executar a montagem de <i>foils</i> e o manuseamento de PCBAs (inclui operários e técnicos de análise): - 429 colaboradores em 1º turno - 380 colaboradores em 2º turno - 215 colaboradores em 4º turno - 250 colaboradores em 5º turno Para além de nem todos os colaboradores executarem atualmente ambas as tarefas, devido à rotatividade existente no sistema produtivo todos devem ser sujeitos a ambas as formações.
Quem vai formar? Quem será o formador?	De forma a uniformizar a passagem de conhecimento a todos os colaboradores, deve existir um único formador (ou um grupo de formadores restrito, em caso de necessidade futura) focado unicamente na tarefa de formar. Requisitos do formador: - Representante do departamento de QMM-MQ-QE; - Dotado de <i>soft skills</i> e <i>hard skills</i> para administrar formação; - Dotado de conhecimentos teóricos e técnicos para a execução de ambas as tarefas; - Focado na melhoria contínua de ambas as tarefas relativamente à dimensão humana; - Orientado para a importância da qualidade, do cumprimento dos <i>standards</i> e da satisfação do cliente.

Em que formar? Qual o conteúdo da formação?	Conteúdos: - Conteúdos formativos sobre a montagem de <i>foils</i> - Conteúdos formativos sobre o manuseamento de PCBAs Estrutura dos conteúdos formativos: - Exposição da fragilidade dos materiais e da criticidades das tarefas; - Exposição do motivo das formações; - Exposição da forma como as tarefas devem ser executadas para reduzir/eliminar os defeitos internos e externos (apresentação dos <i>standards</i> e importância do cumprimento dos mesmos para a qualidade organizacional e satisfação do cliente); - Fomentação da importância do contributo de cada um dos formandos para a qualidade.
Como formar? Quais os métodos de formação?	Estrutura da formação: - Diagnóstico dos conhecimentos dos colaboradores (prático e teórico) - Formação teórica e prática - Avaliação dos conhecimentos dos colaboradores após a formação (prática e teórica) Métodos formativos: - Simbiose entre métodos expositivos e métodos ativos
Que recursos? Quais os recursos, monetários e não-monetários, necessários?	Recursos não-monetários: - Reestruturação da sistemática de formação (procedimento, duração da formação, horários, etc); - Reestruturação dos conteúdos formativos; - Reestruturação dos métodos de avaliação da formação; - Definição do formador; - Preparação da sala de formação (<i>layout</i> e materiais/equipamentos necessários) - Desenvolvimento de uma aplicação para gestão da sistemática de formação Recursos monetários: - Orçamento para a preparação da sala de formação - Orçamento para a compra dos materiais/equipamentos necessários - Orçamento para o desenvolvimento da aplicação para a gestão da sistemática de formação

Tendo em consideração os objetivos que se pretendiam alcançar com a nova metodologia formação, foi necessário reestruturar a forma como ambas as formações estavam a ser administradas, de forma a aumentar o grau de adequação do *design* das mesmas às características e necessidades do posto de trabalho. Assim, as fases a aplicar, em cada ação formativa, de ambas as formações, são apresentadas na figura 36.

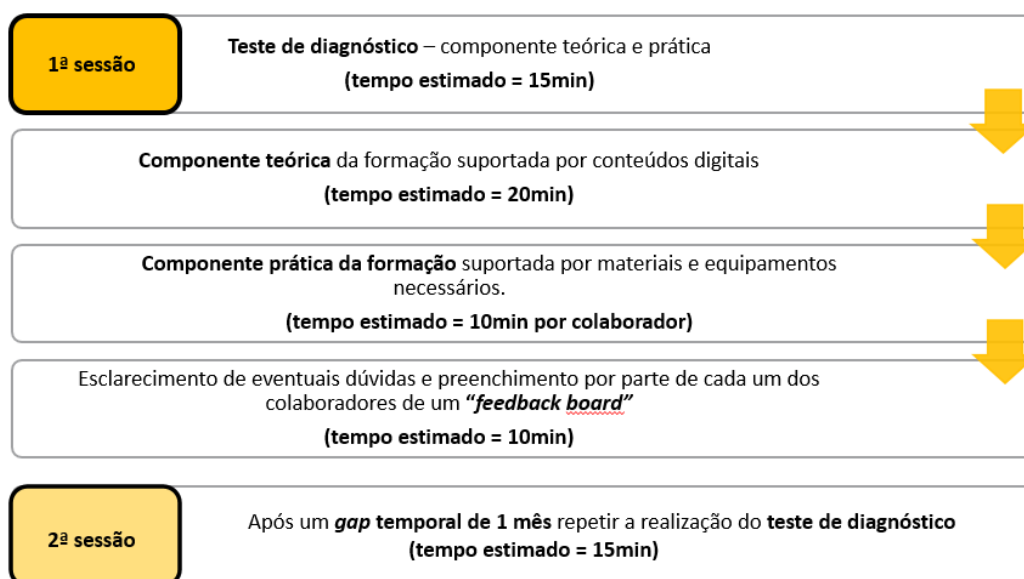


Figura 34: Nova metodologia de formação

As principais diferenças relativas à metodologia anteriormente aplicada, recai sobre a introdução de dois momentos de avaliação, avaliação diagnóstica e avaliação final e, ainda sobre a introdução de um momento para recolha da opinião dos colaboradores relativamente à formação.

Como pode ser verificado na figura 36, cada ação formativa é composta por duas sessões. Na primeira sessão será feita a avaliação diagnóstica dos colaboradores, a formação teórico-prática dos colaboradores e a recolha da opinião dos colaboradores em relação à formação e, terá uma duração de aproximadamente 1 hora e 45 minutos. A segunda sessão terá uma duração de aproximadamente 15 minutos, onde será realizado apenas o teste de avaliação final de cada um dos colaboradores. De salientar, que as turmas da primeira e da segunda sessão serão sempre as mesmas.

O motivo da necessidade da existência das duas sessões e do *gap* temporal existente entre ambas, prendeu-se ao facto de garantir que os conhecimentos demonstrados pelos colaboradores lhes eram intrínsecos. Tendo em consideração que a maioria deles, no seu dia-a-dia, realizam a montagem de *foils* e/ou o manuseamento de PCBAs, a existência deste *gap* temporal trazia maior certeza de que de facto os colaboradores passariam a aplicar, no seu local de trabalho, aquilo que lhes foi transmitido durante as formações. Se o momento de avaliação ocorresse logo na primeira sessão, após a formação, os conhecimentos demonstrados poderiam refletir apenas a memória de curto prazo do que tinham acabado de ouvir.

A recolha da opinião dos colaboradores, pretendia medir o seu grau de satisfação e melhorar continuamente, de forma a trazer o melhor resultado possível, já que a motivação e o estado de espírito

com que os colaboradores estão nas formações é crucial para que o conhecimento possa ser transmitido e apreendido.

Para além disto, foi possível aumentar o número de colaboradores abrangidos em cada ação formativa, tendo em consideração as restrições de distanciamento impostas. Assim, cada ação formativa poderia agora aglomerar seis colaboradores, dois a mais do que a anteriormente aplicada. Este aumento foi conseguido pela alteração da sala onde as formações eram administradas. Foi proposta à empresa que quando as restrições deixassem de existir, cada ação formativa fosse composta por um número máximo de 8 colaboradores, para que a eficiência da transmissão de conhecimento não fosse posta em causa. Tendo em consideração o aumento da duração de cada ação formativa e que o formador será um representante do departamento de QMM-MQ-QE, foi necessária a criação de horários para as formações que permitissem que o formador laborasse o maior tempo possível no horário do departamento, das 8h30 às 17h30 (requisito do departamento de QMM).

A tabela 19 ilustra os novos horários, bem como o nº de ações formativas de cada formação, a ocorrer numa semana.

Tabela 19: Calendarização da nova metodologia de formação

Calendarização da nova metodologia			
Turno	1ª sessão	2ª sessão	Nº ações formativas/semana
1º	09:00h – 10:45h	10:45h – 11:00h	2 montagem de <i>foils</i> 3 manuseamento de PCBAs
2º	15:00h-16:45h	16:45 – 17:00h	2 montagem de <i>foils</i> 3 manuseamento de PCBAs
4º	23:00h – 00:45h	03:00h – 03:30h	3 montagem de <i>foils</i> 3 manuseamento de PCBAs
5º	01:00h - 02:45h		2 montagem de <i>foils</i> 2 manuseamento de PCBAs

Assim, enquanto formava o primeiro e segundo turnos o formador poderia estar em horário normal, sendo apenas necessário fazer alteração de horário quando estivesse a formar o quarto e quinto turnos. Tendo em consideração que cada ação formativa passa a englobar seis colaboradores, e que o número de ações a ocorrer numa semana também aumentou, a nova metodologia iria possibilitar a formação de sessenta e seis colaboradores para a formação de manuseamento de PCBAs e de 54 colaboradores para a formação de montagem de *foils*. A escolha do maior número de ações formativas recaiu inicialmente sobre a formação de manuseamento de PCBAs, já que os custos de não qualidade associados a estes defeitos eram superiores. No entanto, com a continuidade da aplicação da metodologia de formação acontecerá o inverso.

O planeamento e a convocatória das turmas para as primeiras sessões de cada ação formativa, manteve-se da responsabilidade do departamento de HRL, ocorrendo da mesma forma que no passado. Por sua

vez, a responsabilidade do planeamento e a convocatória da segunda sessão recaiu sobre o departamento de QMM-MQ-QE, já que o *software* atualmente utilizado não permitia a existência de duas sessões para uma mesma ação formativa. Assim, após a primeira sessão de uma determinada ação formativa, o formador teria de enviar email para a chefia de linha de cada um dos colaboradores, a convocar para a segunda sessão, a ocorrer cerca de um mês depois, como referido anteriormente. A figura 37 ilustra o procedimento de uma forma geral.

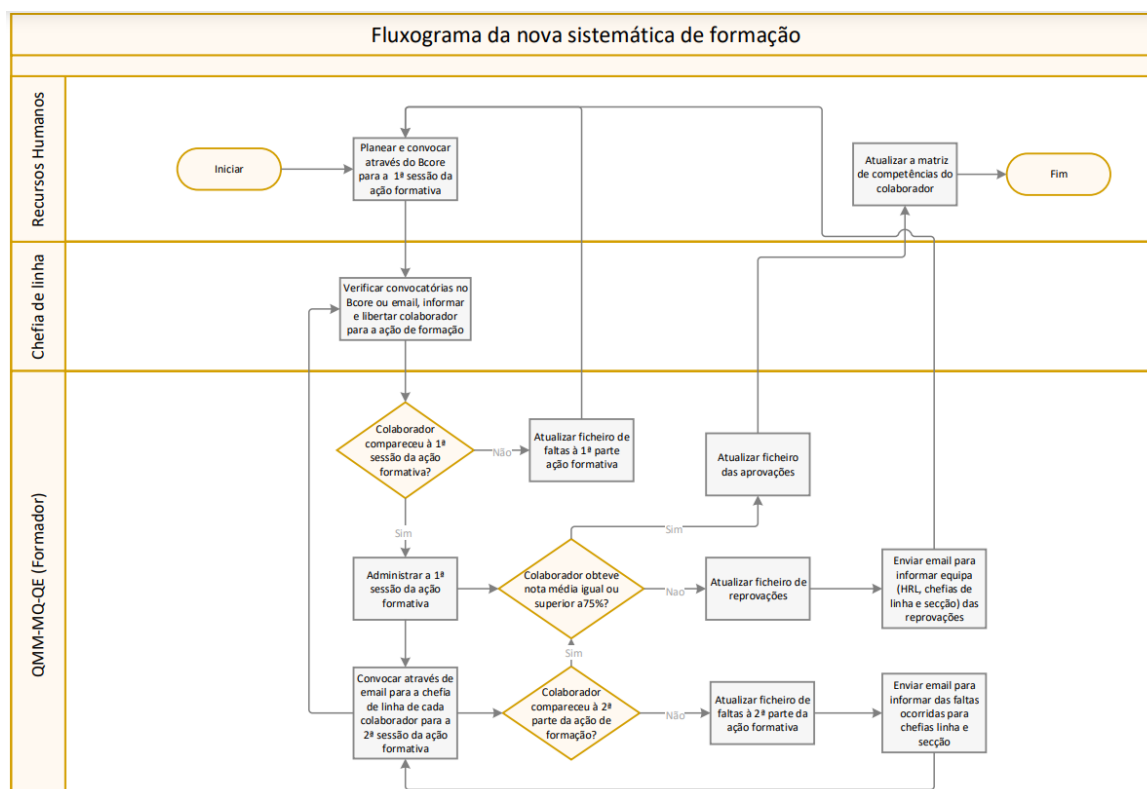


Figura 35: Fluxograma da nova metodologia de formação

Relativamente à formação de novos colaboradores, ficou definido que após 1 mês, no máximo, da chegada de novos colaboradores à empresa estes teriam de ser sujeitos a ambas as formações. A metodologia a aplicar seria exatamente a mesma a aplicar a colaboradores atuais, e anteriormente apresentada na figura 36. Desta forma, sempre que era admitido um novo colaborador para operar nas linhas produtivas de MOE2, a formação de montagem de *foils* e de manuseamento de PCBAS em sala, fazia parte da formação inicial obrigatória. A partir desta, tal como para os colaboradores atuais da empresa, um ano depois o colaborador seria novamente convocado, como forma de formação contínua. Tendo em consideração que na nova metodologia, os colaboradores ficam aprovadas a cada uma das formações se obtiverem uma percentagem igual ou superior 75% na nota global do teste de avaliação,

quando algum reprovava a qualquer uma das formações, este teria de ser reconvocado, o mais rápido possível, no máximo em 2 meses, para nova ação formativa.

Até que o colaborador fique aprovado à formação, este fica impedido de realizar a tarefa em questão na linha produtiva. De salientar que o cumprimento deste requisito, não é totalmente controlado pelo departamento de QMM-MQ-QE, já que tendo em consideração a dimensão do chão-de-fábrica e o número de colaboradores, torna-se impossível que os responsáveis de qualidade consigam verificar esta situação em todas as linhas e para todos os colaboradores reprovados. Desta forma, sempre que um colaborador reprove a uma formação, o formador envia um *email* a informar o responsável de qualidade da linha produtiva à qual o colaborador está afeto, à chefia de linha e à chefia de secção desse colaborador. O responsável de qualidade deve validar, numa fase inicial, que o colaborador não executa a(s) tarefa(s), sendo da responsabilidade das chefias de linha e da chefia de secção organizar as suas equipas garantir este requisito, até que o colaborador fique aprovado à formação, para que a qualidade empregue nestas tarefas críticas não seja colocada em causa. Caso se exceda o limite dos 2 meses previamente definido, o colaborador é sujeito a uma sessão de revisão, dada pelo responsável de qualidade, que pretende focar os aspetos mais importantes para a correta execução das atividades operacionais, com uma duração de aproximadamente 10 minutos. O procedimento foi comunicado a todas as partes de interesse, através do documento apresentado no apêndice 4.

Por sua vez, o planeamento das turmas para cada ação formativa, deve seguir as seguintes prioridades:

- 1.** Colaboradores afetos às secções que detenham o maior número de reclamações de cliente e o maior número de incidentes internos, relativos a montagens de *foils* e/ou manuseamentos de PCBAs incorretos (as secções devem comunicadas pelo departamento de MOE2 e/ou QMM a HRL);
- 2.** Novos colaboradores contratados;
- 3.** Colaboradores reprovados em formações anteriores;
- 4.** Restantes colaboradores de MOE2

Assim, numa fase inicial são formados os colaboradores afetos a secções com problemas de qualidade relativos a cada uma das formações, seguindo-se como prioritários os novos colaboradores e os colaboradores reprovados, de forma a evitar que colaboradores sem os conhecimentos e habilidades práticas necessárias estejam a executar as tarefas e, por fim, os restantes colaboradores de MOE2. Estas prioridades devem ser verificadas e cumpridas aquando do planeamento de cada ação formativa de cada uma das formações.

Preparação da nova sala de formação

Como referido anteriormente, a nova metodologia propõe a formação teórico-prática dos colaboradores. Neste sentido, houve a necessidade de preparar a nova sala de formação com os equipamentos e materiais necessários para execução prática de ambas as tarefas, nomeadamente: dispositivos, aparelhos exemplo e as respetivas *foils* (FFC e FPC) para formação e avaliação prática da montagem de *foils* (exemplos de vários produtos, de forma a contemplar todos os tipos de *foils* e direções de montagem); 1 caixa de armazenamento de *foils*; 2 rampas de abastecimento: 1 de *container* e 1 de *blister*; 1 *container*; 1 *blister*; 1 *conveyor*; PCBAs necessários e uma máquina de sistema de inspeção das PCBAs (FCT).

Esta preparação não teve qualquer custo, já que se aproveitaram matérias e equipamentos que iriam para refugo/sucata e foi realizada em conjunto com a equipa de manutenção e serralharia da empresa. Para além disto, foi ainda definido um *layout* para as paredes da sala de formação, de forma a recriar um ambiente motivacional. O *layout* deveria incitar para a importância da qualidade e do contributo de cada um dos colaboradores para a obtenção da mesma. Para isto, foi necessário o apoio do departamento de comunicação da empresa. Após várias reuniões ficou definido o *layout* apresentado na figura 38, que representa 2 das paredes da sala de formação.

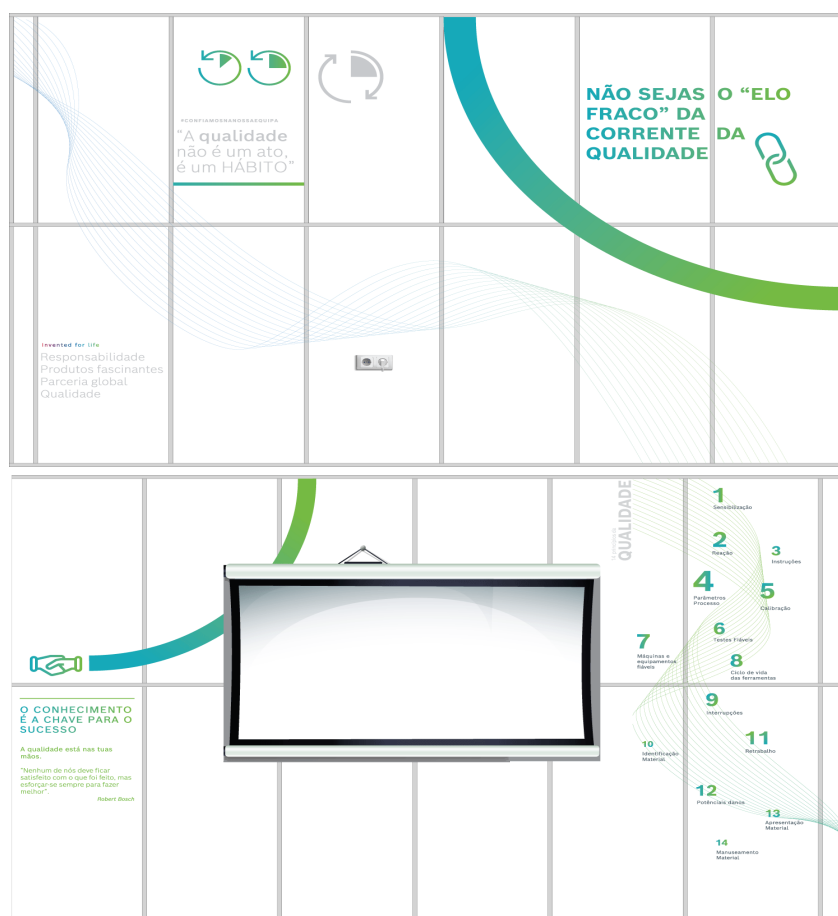


Figura 36: Layout das paredes da sala de formação

Para a colocação dos vinis com o *layout* definido nas paredes da sala de formação, foi necessário a contratação de uma empresa externa. O custo rondou os 350€. A sala de formação dispunha dos restantes materiais e equipamentos necessários para a administração das formações.

A figura 39 ilustra o resultado final obtido após as ações acima mencionadas. Nas mesas podem ser vistos os vários dispositivos e aparelhos para a montagem de *foils*, e do lado direito, a sequência de equipamentos e materiais utilizados para a formação de manuseamento de PCBAs.

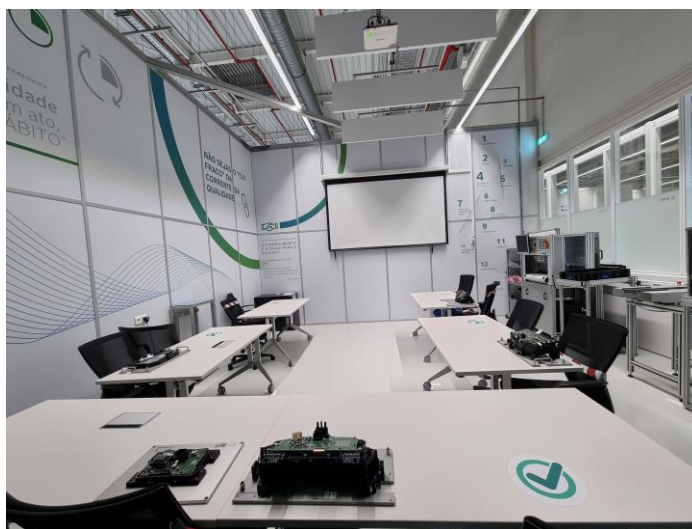


Figura 37: Nova sala de formação

Preparação dos novos conteúdos formativos

Tendo em consideração as lacunas anteriormente identificadas nos conteúdos formativos utilizados para as formações de montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs, foi necessário proceder à preparação de novos conteúdos formativos.

Pretendia-se a criação de conteúdos formativos expositivos e ativos, que abrangessem todos os fatores essenciais para que os colaboradores contassem com conhecimentos e habilidades para a correta execução de ambas as tarefas, que os sensibilizasse para a necessidade de alteração de atitudes e para a importância do cumprimento dos *standards*, de forma a promover a consciência e motivação coletiva para a qualidade.

Assim, de forma a potenciar a adequação dos métodos pedagógicos ao público-alvo de ambas as formações, criou-se uma estrutura organizada para a sua preparação. Inicialmente são apresentados *slides* com a exposição do tema de formação e explicação do que é uma *foil*, que tipo de *foils* existem na empresa, importância e criticidade da *foil* (formação de montagem de *foils*), o que é uma PCBA,

apresentação dos vários *layouts*/dimensões de PCBA existentes na empresa e da importância e criticidade das PCBAs (formação de manuseamento de PCBAs). De seguida, é apresentado o motivo da necessidade formativa, de forma a consciencializar para a importância e criticidade de ambas as tarefas, através da apresentação dos valores de prejuízo de defeitos internos e externos; dos efeitos que ambos os defeitos provocam nas unidades finais, caso as tarefas sejam executadas incorretamente e; exposição da fragilidade dos sistemas de teste/inspeção existentes na empresa. Por fim, exibe-se o cumprimento das instruções de trabalho *standard* como forma de eliminar/reduzir estes defeitos. Enumera-se todas as regras intrínsecas a cada um dos *standards*, mas desta vez, com a explicação da importância de cada uma delas e a razão pela qual devem ser cumpridas (o que irão evitar). Pretende-se que esta parte seja interativa, com a participação dos colaboradores para que todos percebam aquilo que devem fazer e para isto, os conteúdos formativos apresentam um conjunto de imagens/vídeos iterativos que demonstram situações corretas e incorretas tendo em consideração os *standards*, e a cada imagem/vídeo apresentados os colaboradores são questionados se está de acordo com o *standard* ou não.

A escolha desta estrutura teve por base a análise previamente realizada ao sistema produtivo e os conteúdos formativos pretendem expor com clareza os conceitos e temas sobre os quais se verificou um menor conhecimento e/ou incumprimento por parte dos colaboradores.

A mensagem a transmitir, pretende incitar a importância de cada um dos formandos para que seja possível atingir os altos padrões de qualidade com os quais a empresa se compromete, corrigindo a postura anterior de passagem de conhecimento que expunha os *standards* como forma de obrigação de cumprimento, sem explicação do motivo/necessidade do cumprimento. Desta forma, ambas as formações se caracterizam com objetivos técnicos e comportamentais de aperfeiçoamento, através da melhoria dos conhecimentos, das capacidades práticas, das atitudes e das formas de comportamento aos colaboradores.

O apêndice 5 expõe os conteúdos formativos criados para a formação de montagem de *foils* e para a formação de manuseamento de PCBAs.

Preparação dos novos métodos de avaliação da formação

De seguida, foi necessário preparar os métodos de avaliação da formação, nomeadamente, avaliação de nível 1, que pretende aquilatar a satisfação dos formandos face à nova metodologia de formação e a avaliação de nível 2, que pretende determinar os resultados da formação ao nível dos conhecimentos dos colaboradores.

Relativamente à avaliação de nível 1, foi criado um questionário a ser respondido pelos colaboradores no final da 1ª sessão de cada uma das formações. O questionário é totalmente anónimo e composto por

onze questões. Nove das questões são fechadas de resposta obrigatória, uma das questões é fechada, mas de resposta facultativa e, a última é uma questão aberta, também de resposta facultativa.

A tabela 20, resume as questões definidas para o questionário, o tipo de questão que se trata, bem como as várias opções para resposta a cada uma delas.

Tabela 20: Questionário de feedback dos colaboradores relativamente às formações

Questionário por módulo de formação	Tipo de questão	Respostas possíveis
Ambos No geral, o que achaste da formação?	Pergunta fechada de resposta múltipla (obrigatória)	1. Útil 2. Interativa 3. Dinâmica 4. Pouco interessante 5. Pouco útil 6. Confusa 7. Pouco adaptada à realidade das linhas produtivas
Montagem de foils Gostaste mais desta formação do que da anterior de montagem de <i>foils</i> ? Manuseamento de PCBAs Gostaste mais desta formação do que da anterior de componentes danificados/contaminação?	Pergunta fechada de resposta única (obrigatória)	1. Sim 2. Não 3. Não tive a formação anterior
Ambos A linguagem utilizada foi clara?	Pergunta fechada dicotómica (obrigatória)	1. Sim 2. Não
Ambos Entendeste todos os conceitos de que falamos?	Pergunta fechada dicotómica (obrigatória)	1. Sim 2. Não
Ambos Aprendeste algo que ainda não sabias?	Pergunta fechada dicotómica (obrigatória)	1. Sim 2. Não
Ambos Vais conseguir colocar em prática na tua linha aquilo que aprendeste aqui?	Pergunta fechada de resposta única (obrigatória)	1. Sim 2. Não 3. Talvez
Ambos Achas que as seguintes situações acontecem e dificultam o cumprimento dos <i>standards</i> ?	Pergunta fechada de resposta única (facultativa)	1. Pressão por parte das chefias para cumprimento de objetivos de produção 2. A chefia não se preocupa com o cumprimento destes <i>standards</i> 3. A linha não tem capacidade para cumprir estes <i>standards</i> 4. Não considero estes <i>standards</i> essenciais 5. Não vou conseguir corrigir os maus hábitos de trabalho
Ambos Achaste o espaço e materiais utilizados adequados à formação?	Pergunta fechada dicotómica (obrigatória)	1. Sim 2. Não
Ambos Achas que este género de formação devia acontecer com mais frequência?	Pergunta fechada dicotómica (obrigatória)	1. Sim 2. Não
Montagem de foils De alguma forma, esta formação irá melhorar a tua montagem de <i>foils</i> ? Manuseamento de PCBAs De alguma forma, esta formação irá melhorar o teu manuseamento de PCBs?	Pergunta fechada dicotómica (obrigatória)	1. Sim 2. Não
Ambos Tens alguma sugestão ou comentário sobre a formação? Escreve na caixa abaixo.	Pergunta aberta (facultativa)	-

A questão número sete, apresenta como principal objetivo reunir dados relativos à opinião dos colaboradores de situações que foram sido reportadas ao longo da análise no chão de fábrica, que poderão estar a influenciar de forma negativa o cumprimento dos *standards* nas linhas produtivas e que, caso existam devem ser analisadas e corrigidas, para que a empresa consiga caminhar para a melhoria continua. É de resposta facultativa por se referir a tópicos sensíveis, acerca dos quais os colaboradores podem preferir não dar opinião, mesmo que lhes seja comunicado que o questionário é totalmente anónimo e facultativo.

Relativamente à avaliação de nível 2, foi criado um teste, em forma de questionário, com componente teórica e componente prática, que servirá para avaliação diagnóstica dos colaboradores e para a avaliação final após a administração de ambas as formações. A utilização do mesmo teste para os dois momentos de avaliação teve como sentido, manter os mesmos parâmetros de avaliação, para que fosse possível medir os resultados da formação nos conhecimentos dos colaboradores.

De forma a possibilitar a associação entre parte teórica, prática e entre o teste de diagnóstico e de avaliação final e, de forma a cumprir com a política de privacidade da empresa, cada colaborador na primeira sessão era associado a um número, um ID. Este número seria posteriormente utilizado para identificação do colaborador em todos os momentos de avaliação.

Neste sentido, o teste de diagnóstico teórico, de ambas as formações, era precedido por um conjunto de questões, de forma a criar um perfil para o respondente. A primeira questão recai sobre o ID do colaborador, seguindo-se com a resposta a um conjunto de questões relativas ao género, faixa etária, secção, linha e turno onde labora e antiguidade na empresa.

As questões para avaliação dos testes teóricos, incidiram sobre os conhecimentos essenciais para a correta execução de ambas as tarefas e, sobre a forma a proceder em determinadas situações ao longo da sua execução e que são transmitidos ao longo da formação. De salientar, que ao contrário do que acontecia nos métodos avaliativos anteriores, é o próprio colaborador quem responde a cada uma das questões.

A tabela 21 ilustra as questões teóricas dos testes de montagem de *foils* e a resposta a cada uma delas (opção sublinhada). As restantes opções evidenciam muitos dos erros cometidos pelos colaboradores em relação a cada uma das questões.

Por sua vez, a tabela 22 ilustra as questões teóricas dos testes de manuseamento de PCBAs.

A primeira questão de cada um dos questionários, trata-se da seleção de imagens relacionadas com boas práticas e más práticas de ambas as tarefas operacionais.

Tabela 21: Questões teóricas de montagem de foils

Questão	Tipo de questão	Resposta possíveis
Selecione as imagens que considera que estão corretas	Pergunta fechada de resposta múltipla	Cada um dos números das diferentes imagens apresentadas
Ao pegar numa <i>foil</i>, esta caiu na base de montagem. O que devo fazer?	Pergunta fechada de resposta única	1. Limpá-la cuidadosamente e montá-la na unidade <u>2. Colocar a <i>foil</i> na caixa do refugo</u> 3. Levar a <i>foil</i> para a bancada de análise 4. Montá-la. Qualquer contaminação será detetada no AOI
Existem regras quanto ao tipo de luvas a utilizar para fazer a montagem de <i>foils</i>?	Pergunta fechada de resposta única	1. Sim, posso utilizar luvas de pano ou de nitrilo 2. Não. Posso utilizar qualquer tipo de luvas 3. Sim, devo utilizar luvas de pano <u>4. Sim, devo utilizar luvas de nitrilo</u>
O que devo ter em atenção quanto às luvas?	Pergunta fechada de resposta única	<u>1. O tamanho das luvas deve ser adequado ao tamanho da minha mão</u> 2. Apenas importa usar o tipo de luvas correto 3. Devo escolher um tamanho ligeiramente maior que a minha mão para ter liberdade de movimentos 4. As luvas devem ser um número abaixo do ideal para garantir que não prendem nos componentes
Para abrir o conector das <i>foils</i> devo:	Pergunta fechada de resposta única	1. Abrir o conector com a própria <i>foil</i> 2. Utilizar qualquer ferramenta que ajude na abertura do conector <u>3. Realizar um movimento suave, evitando tocar noutro sítio para além do conector</u> 4. Utilizar a forma que for mais confortável
Depois de montar a <i>foil</i> e fechar o conector, deu "MAU" na análise do <i>cognex</i>. Devo:	Pergunta fechada de resposta única	1. Abrir o conector e voltar a montar a <i>foil</i> <u>2. Passar levemente o dedo sobre o conector e testar novamente</u> 3. Puxar ligeiramente a <i>foil</i> e testar novamente 4. Usar qualquer ferramenta para alisar a <i>foil</i> e testar novamente
A <i>foil</i> é uma peça forte e resistente que deve ser bem encaixada no conector	Pergunta fechada dicotómica	1. Verdadeiro <u>2. Falso</u>
Após resultado "MAU" no AOI das <i>foils</i> devo, sempre que possível reajustar a <i>foil</i> ou abrir o conector e colocá-la corretamente	Pergunta fechada dicotómica	1. Verdadeiro <u>2. Falso</u>
Na produção utilizamos dois tipos de <i>foils</i>: FFC (<i>Flexible Flat Cable</i>) e FPC (<i>Flexible Printed Circuit</i>)	Pergunta fechada dicotómica	<u>1. Verdadeiro</u> 2. Falso
Se o manuseamento da <i>foil</i> for incorreto podemos ter diversos tipos de defeitos, entre eles, contactos levantados, contaminações e <i>foils</i> cortadas	Pergunta fechada dicotómica	<u>1. Verdadeiro</u> 2. Falso
Uma <i>foil</i> mal montada ou danificada numa unidade é sempre detetada internamente, garantindo que o defeito não passa para o cliente	Pergunta fechada dicotómica	1. Verdadeiro <u>2. Falso</u>
Uma unidade não ligar poderá ser consequência de uma <i>foil</i> mal montada ou danificada	Pergunta fechada dicotómica	<u>1. Verdadeiro</u> 2. Falso

Tabela 22: Questões teóricas de manuseamento de PCBAs

Questão	Tipo de questão	Resposta possíveis
Selecione as imagens que considera que estão corretas	Pergunta fechada de resposta múltipla	Cada um dos números das diferentes imagens apresentadas
Caso encontre PCBs caídos nos containers devo	Pergunta fechada de resposta única	1. Enviar os PCBs para a bancada de análise <u>2. Não utilizar aquele container e informar a chefia de linha</u> 3. Verificar se há danos nos PCBs. Caso não haja, voltar a colocar no container 4. Retirar os PCBs caídos e colocar na caixa de refugo
Quando estou a colocar ou retirar um PCB dos sistemas de teste (FCT, ICT) devo	Pergunta fechada de resposta única	1. Utilizar sempre uma mão apenas 2. Manusear sempre um PCB em cada mão 3. Manusear pelos componentes para facilitar o manuseamento <u>4. Manusear o PCB colocando-o com as mãos nas aberturas da base</u>
Ao transportar os PCBs com as mãos devo:	Pergunta fechada de resposta única	1. Garantir que cumpro o tempo de ciclo 2. Utilizar sempre uma mão apenas 3. Obrigatoriamente utilizar luvas de nitrilo <u>4. Certificar-me que não bato com o PCB em nenhum lado</u>
Para retirar os PCBs do blister (caixas de transporte) devo:	Pergunta fechada de resposta única	<u>1. Manusear o PCB com as duas mãos e pelas aberturas do blister</u> 2. Pegar da forma mais ergonómica 3. Retirar os PCBs da direita para a esquerda 4. Retirar sempre com uma mão
Quando o PCB dá “MAU” num teste funcional (FCT, ICT, etc.) devo	Pergunta fechada de resposta única	1. Voltar a testar porque pode ser rejeição indevida <u>2. Levar o PCB à bancada de análise</u> 3. Pegar no PCB e verificar visualmente a existência de componentes danificados. Caso não detete, passa para o posto seguinte 4. Colocar o PCB na caixa de refugo
Durante o manuseamento, bati com o PCB. O que deve acontecer?	Pergunta fechada de resposta única	1. Verificar se o PCB tem algum dano. Caso não tenha, continuar o processo 2. Submeter o PCB ao processo porque qualquer dano será detetado pelos sistemas de teste 3. Informar chefia e enviar o PCB para analisar pelo técnico <u>4. Informar a chefia e deve ir para refugo</u>
Se o manuseamento de PCBs for incorreto, podemos ter diversos tipos de defeitos, entre eles, componentes danificados e contaminações	Pergunta fechada dicotómica	<u>1. Verdadeiro</u> 2. Falso
Os sistemas de teste (ICT, FCT, AOI, SUB, etc.) detetam qualquer defeito nos PCBs	Pergunta fechada dicotómica	1. Verdadeiro <u>2. Falso</u>
Se um PCB passou em todos os sistemas de teste, podemos garantir que este não apresenta qualquer tipo de defeito	Pergunta fechada dicotómica	1. Verdadeiro <u>2. Falso</u>
Um componente danificado pode fazer com que a unidade final deixe de ligar	Pergunta fechada dicotómica	<u>1. Verdadeiro</u> 2. Falso
O PCB é uma peça forte e resistente com propriedades eletrónicas que torna as unidades funcionais	Pergunta fechada dicotómica	1. Verdadeiro <u>2. Falso</u>
Devo manusear o PCB de uma forma estável, não tocando nos componentes e garantindo que não bato com a PCB em nenhum lado	Pergunta fechada dicotómica	<u>1. Verdadeiro</u> 2. Falso

Para além da avaliação da componente teórica, o formador avalia a execução prática de cada uma das tarefas de cada um dos colaboradores. Para a avaliação da montagem de *foils*, o colaborador terá de montar quatro *foils* (duas FFC e duas FPC) em diferentes posições, no dispositivo de montagem existente para o efeito.

Para avaliação prática do manuseamento de PCBAs, foi necessário recriar uma sequência de passos semelhante aquela que acontece nas linhas produtivas. Desta forma, o colaborador inicia a avaliação a retirar uma PCBA do *container*, coloca-a no *conveyor* e volta a acondicioná-la no *container*. De seguida, retira uma PCBA (já fresada) do *blister*, colocada no *jig* do sistema de inspeção, retira-a do *jig* e volta a acondicioná-la no *blister*. Nesta sequência é possível avaliar todos os pontos onde pode ocorrer o manuseamento de PCBAs na linha produtiva.

De forma a que a avaliação fosse estruturada, unânime e se avaliassem todos os fatores essenciais para a correta execução de ambas as tarefas, foi definida uma *checklist* com um conjunto de passos, que o formador deve verificar, avaliar e dar uma pontuação de zero quando o passo não é cumprido e um quando este é cumprido pelo operador.

A tabela 23 ilustra a *checklist* para avaliação da componente prática montagem de *foils*.

Tabela 23: Checklist de montagem de *foils*

Momento de avaliação	Passos a avaliar				
Toda a tarefa	Colaborador pegou nas luvas indicadas para proceder à montagem de <i>foils</i> ?				
Ao longo da montagem das 4 <i>foils</i>	Colaborador abriu o conetor corretamente?	Colaborador manuseou a <i>foil</i> corretamente?	Colaborador inseriu a <i>foil</i> corretamente e verificou o seu posicionamento?	Colaborador fechou o conetor corretamente?	Colaborador passou o dedo no conetor para se certificar que está devidamente fechado?

Por sua vez, a tabela 24 ilustra a *checklist* para a avaliação da componente prática de manuseamento de PCBAs.

Tabela 24: Checklist de manuseamento de PCBAs

Momento de avaliação	Passos a avaliar					
Toda a tarefa	Colaborador cumpriu o FIFO? Colaborador não tocou em nenhum componente da PCBA? Colaborador esteve devidamente posicionado ao longo da execução da tarefa?					
<i>Container - Conveyor</i> e vice-versa	Colaborador retirou corretamente a PCBA do <i>container</i> ?	Colaborador executou o transporte <i>container - conveyor</i> da forma correta?	Colaborador colocou a PCBA no <i>conveyor</i> da forma correta?	Colaborador retirou a PCBA no <i>conveyor</i> da forma correta?	Colaborador executou o transporte <i>conveyor - container</i> da forma correta?	Colaborador inseriu corretamente a PCBA no <i>container</i> ?
<i>Blister - sistema de inspeção</i> e vice-versa	Colaborador retirou corretamente a PCBA do <i>blister</i> ?	Colaborador executou o transporte <i>blister - sistema de inspeção</i> da forma correta?	Colaborador colocou a PCBA no <i>jig</i> do sistema de teste da forma correta?	Colaborador retirou a PCBA no <i>jig</i> do sistema de teste da forma correta?	Colaborador executou o transporte sistema de teste - <i>blister</i> da forma correta?	Colaborador inseriu corretamente a PCBA no <i>blister</i> ?

Para além de permitir uma avaliação criterioso dos conhecimentos dos colaboradores, os testes teóricos e práticos, tal como estão estruturados, permitem ainda a perceção sobre quais as regras do *standard* que os colaboradores não cumprem com maior frequência.

De salientar, que o resultado final da estrutura de todos os testes, surgiu de melhorias de uma versão inicial, despoletadas por um pré-teste a 20 colaboradores do departamento de QMM-MQ-QE.

Cada uma das questões do teste teórico e cada um dos passos do teste prático, representam um ponto.

Um colaborador está aprovado a qualquer uma das formações, quando o a média do somatório das notas do teste teórico e do teste prático, for superior a 75%.

Digitalização das formações

Como forma de tornar a nova metodologia de formação mais sustentável, adaptada à automação e conectividade imposta pela Indústria 4.0. e facilitar as questões associadas à sua gestão, foi proposto à empresa a sua digitalização.

Neste sentido, pretendia-se a criação de uma aplicação dedicada e que possibilitasse o agendamento automático das 2ª sessões de cada ação formativa, tendo em consideração as turmas da 1ª sessão; a realização dos testes teóricos pelos colaboradores e o registo da avaliação prática por parte do formador, bem como a sua correção automática; a sincronização com o *software* interno de gestão de formações (Bcore) de forma a atualizar automaticamente se o colaborador está ou não aprovado à formação e, desta forma, apto à realização da tarefa. Esta aplicação iria permitir a criação de uma base de dados fiável, de fácil acesso e possibilitar a visualização rápida dos resultados das formações tendo em consideração determinados filtros, nomeadamente: comparação entre notas do teste de diagnóstico e as notas do teste de avaliação final, comparação de notas obtidas pelos colaboradores de acordo com determinados filtros, como por exemplo, secção, linha, turno, género, faixa etária, antiguidade na empresa, entre outros.

A melhoria apresentada foi aprovada pela empresa já que assenta nos principais valores do Grupo Bosch e, neste sentido, foram realizadas reuniões com o departamento responsável pela criação de aplicações/*softwares* internos. O propósito e os requisitos foram apresentados, no entanto, o departamento não possuía recursos para a criação desta aplicação durante o ano de 2021, comprometendo-se, no entanto, a iniciar o projeto no início do ano de 2022.

Por este motivo, e tendo em consideração que os departamentos de QMM e MOE2 pretendiam iniciar a execução da nova metodologia de formação o mais rápido possível, foi necessária a criação de uma estratégia alternativa.

Neste sentido, e tendo em consideração que se pretendia que a alternativa fosse, pelo menos, mais sustentável do que a anterior e que facilitasse a gestão das formações recorreu-se à utilização da plataforma *online* *Mentimeter* para a resposta dos colaboradores ao questionário inicial, ao teste teórico e ao questionário de opinião.

Foram então criados no *Mentimeter* três apresentações para cada uma das formações, uma referente ao questionário inicial e teste de diagnóstico teórico (ambos na mesma apresentação) (figura 40); outra para o questionário para recolha de opinião dos colaboradores em relação à formação; e a terceira para o teste de avaliação teórico (figura 41).



Figura 39: Imagem ilustrativa da apresentação Mentimeter com o questionário inicial e teste de diagnóstico teórico



Figura 38: Imagem ilustrativa da apresentação Mentimeter com o questionário de recolha de opinião dos colaboradores

De forma a permitir a agregação e tratamento de dados exportados da plataforma e a sua conexão com a avaliação prática de cada colaborador, foram criados ficheiros em *Microsoft Excel*, para a associação de cada colaborador ao ID; tratamento de dados de questionário inicial e do teste teórico; tratamento de dados do teste prático; tratamento de dados de recolha de opinião dos colaboradores; e gestão de presenças/faltas às ações formativas.

Estes são compostos por diversas fórmulas (numéricas e de escalas de cores) e tabelas dinâmicas, de forma a minimizar a dificuldade e o tempo necessário para a gestão e medição dos resultados das formações (figura 42).

The image shows a complex Microsoft Excel spreadsheet used for training management. The spreadsheet is divided into several sections with various colored headers (green, yellow, blue). It contains numerous columns for dates, names, scores, and status. The data is organized into rows, with some rows highlighted in different colors. The spreadsheet appears to be a detailed record of training sessions and participant performance.

Figura 40: Imagem ilustrativa dos ficheiros Microsoft Excel para gestão da nova metodologia de formação

De forma a permitir a utilização da plataforma do *Mentimeter* foi necessário a aquisição de computadores portáteis para a sala de formação. Tendo em consideração que numa primeira fase cada ação formativa contaria apenas com seis formandos (devido às restrições impostas pela situação pandémica vivida), foram adquiridos seis computadores.

De salientar que a utilização de computadores, contribui ainda para uma redução dos custos diretos associados a um ano de formação. Tendo em consideração os custos com papel, impressão e todos os materiais necessários caso não se recorresse à digitalização, a aquisição dos computadores gera uma poupança anual direta de aproximadamente 100€. Para além disto, produz uma poupança de custos não mensuráveis como as deslocações necessárias para impressão e disponibilização dos impressos, o tempo necessário para o tratamento dos dados e para a digitalização de todos os documentos preenchidos sendo este um procedimento obrigatório na empresa, quando se utiliza o formato em papel), entre outros.

5.2.3 Execução da formação

Antes do início da terceira fase do ciclo formativo, foram organizadas duas simulações da nova metodologia de formação: uma de montagem de *foils* e outra de manuseamento de PCBAs.

Estas tiveram como convidados a chefia administrativa da empresa, as chefias do departamento de QMM e de MOE2, a chefia de secção de QMM-MQ, os coordenadores de QMM-MQ-QE e de MOE2 – P e, tiveram como objetivo aprovar a metodologia estruturada, a qualidade dos conteúdos formativos e dos métodos de avaliação utilizados, de forma a garantir que respondiam às necessidades iniciais e iam de encontro à estratégia da empresa.

Após a aprovação de todos os responsáveis, ficou definido que os primeiros 3 meses, seriam o projeto piloto para a validação da nova metodologia de formação. Por se tratar de um projeto piloto foi aplicado apenas ao primeiro e segundo turnos, já que, tendo em consideração a análise realizada no capítulo 4, eram aqueles com maior número de incidentes, no que toca a montagens de *foils* mal executadas e PCBAs manuseados incorretamente.

Tendo em consideração a mesma análise, a lista de prioridades apresentada no capítulo 5.2.6., bem como a estratégia da empresa, os colaboradores das secções de MOE20 e MOE28 destes turnos eram os prioritários para serem convocados para ambas as formações. Para cada ação formativa, podiam ser convocados apenas dois colaboradores da mesma secção e nunca colaboradores da mesma linha de produção. Tendo em consideração tudo isto, foi acordado com HRL que, enquanto os colaboradores de MOE20 e MOE28 não estivessem todos formados para ambas as formações, cada ação formativa deveria abranger dois colaboradores de MOE20, dois colaboradores de MOE28 e dois colaboradores de qualquer outra secção. Sempre que fosse enviada a lista de colaboradores reprovados pelo formador ou um novo colaborador fosse admitido, as duas vagas disponíveis em cada ação formativa, deveriam ser preenchidas por estes colaboradores, com um prazo máximo de dois meses.

Com todos os recursos monetários e não-monetários prontos e disponíveis, em junho, iniciou-se a terceira fase do ciclo formativo: a execução das formações.

As primeiras 10 ações formativas de cada formação contaram com a participação da autora da presente dissertação e da responsável do departamento de QMM-MQ-QE pelo projeto em questão, de forma a verificar a qualidade do espaço físico (privação de ruído, iluminação, entre outros), verificar a qualidade/robustez dos conteúdos formativos e métodos de avaliação, garantir que estavam disponíveis todos os recursos necessários para a administração de ambas as formações e verificar a postura, a forma de comunicação com os colaboradores, a qualidade da mensagem transmitida, as habilidades formativas, entre outros do formador.

Desta participação surgiram melhorias ligadas, sobretudo, à postura e forma de comunicação do formador, mas também ao nível dos conteúdos formativos e dos métodos de avaliação.

Após este período, vários representantes de QMM-MQ-QE foram convidados também a participar nas ações formativas, de forma a coletar outras opiniões. O *feedback* dado por estes foi positivo, não reproduzindo qualquer melhoria significativa.

6. DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

6.1 Impacto da nova metodologia de formação na satisfação dos colaboradores

Este capítulo dedica-se à avaliação de 1º nível de ambas as formações administradas e tem como objetivo a perceção da satisfação dos colaboradores em relação às mesmas.

Desta forma, são de seguida apresentados os resultados obtidos após o tratamento de dados referentes às respostas dos colaboradores ao questionário de satisfação implementado em cada uma das formações.

Aquando da análise destes resultados, existiam 233 respostas ao questionário de satisfação relativamente à formação de montagem de *foils* e 273 respostas ao questionário de satisfação relativamente à formação de manuseamento de PCBAs. Estes números representavam todos os colaboradores que compareceram nas primeiras sessões de ambas as formações.

6.1.1 Formação de montagem de *foils*

A maioria dos colaboradores consideraram a formação de montagem de *foils* útil (37.57%), interessante (27.27%), interativa (18.87%) e dinâmica (16.33%). Apenas 0,36% consideraram a formação pouco adaptada à realidade das suas linhas produtivas e 0,18% dos respondentes selecionou a opção “pouco útil” (figura 43).

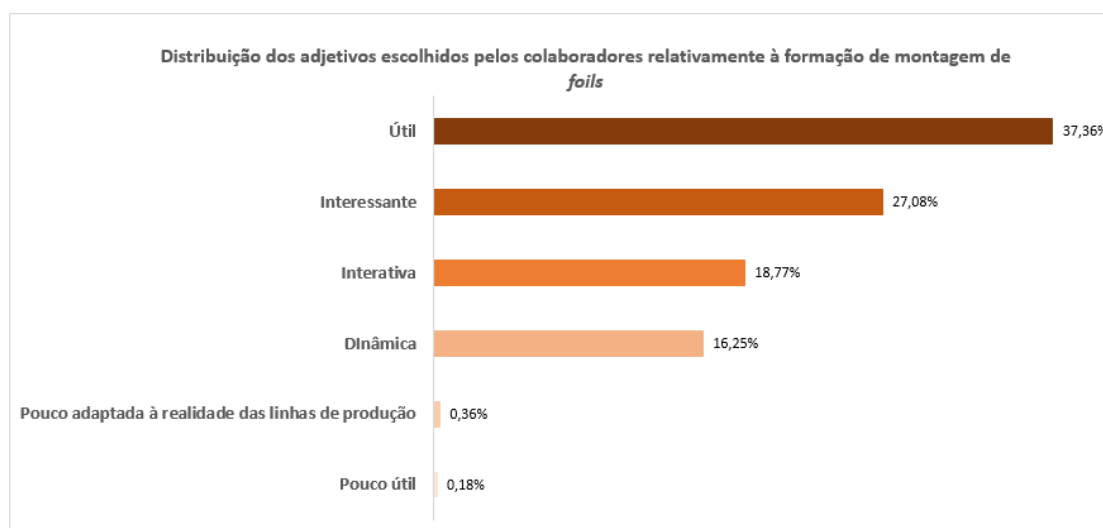


Figura 41: Caracterização da formação de montagem de foils pelos colaboradores participantes

Grande parte dos colaboradores gostaram mais da nova formação do que da anteriormente aplicada na empresa (81.22%). Dos restantes, 17.90% afirmou não ter frequentado a formação anterior.

Quanto questionados acerca da clareza da linguagem utilizada ao longo da formação, bem como dos conceitos transmitidos todos os colaboradores responderam positivamente, selecionando a opção “Sim”. Quanto à qualidade do espaço e dos materiais utilizados ao longo da formação, apenas 1.31% dos colaboradores mostraram insatisfação.

Em resposta à questão “*Achas que esta formação irá melhorar a tua montagem de foils*” 99,13% dos colaboradores selecionou a opção “Sim” e, 98.25% acredita na potencialidade da nova metodologia de formação, já que responderam de forma positiva quando questionados acerca do aumento da frequência deste tipo de formações.

85,47% dos colaboradores afirmaram que conseguirão colocar em prática aquilo que aprenderam na formação, existindo 12,85% deles com dúvidas, já que selecionaram a opção “talvez”.

Por fim, mas não menos importante, foi pedido aos colaboradores que identificassem os fatores que poderiam, de alguma forma, limitar o cumprimento dos *standards* transmitidos ao longo da formação na linha produtiva à qual estão afetos. Indo de encontro aquilo que foi anteriormente identificado no presente projeto, 80.65% identificaram a pressão exercida por parte das chefias para o cumprimento dos objetivos de produção, 13.55% a despreocupação destas para o cumprimento dos *standards*. Apenas 1.94% diz não considerar os *standards* transmitidos importantes e, os restantes colaboradores consideram as características da linha produtiva onde laboram como um fator limitador (figura 44).

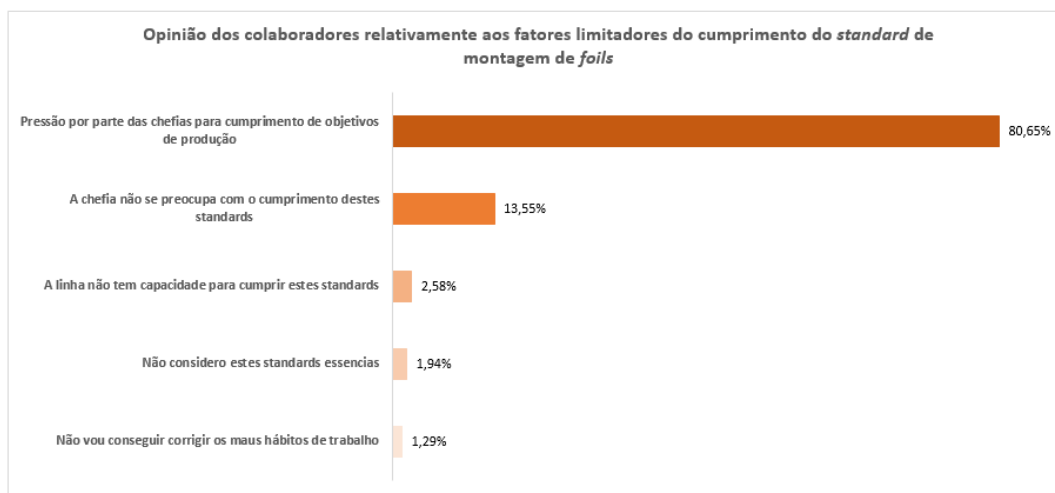


Figura 42: Fatores que influenciam negativamente o cumprimento do standard de montagem de foils de acordo com os colaboradores

6.1.2 Formação de manuseamento de PCBAs

Também em relação à formação de manuseamento de PCBAs a opinião dos colaboradores remete para a sua satisfação em relação à nova metodologia aplicada.

36.7% dos respondentes consideraram a formação útil, 26% interessante, 18.28% interativa e 17.53% dinâmica. Uma percentagem mínima (1.49%) considerou a formação pouco adaptada à realidade das linhas produtivas, o que revela a eficiência da reprodução em sala do manuseamento de PCBAs efetuado nas linhas produtivas.

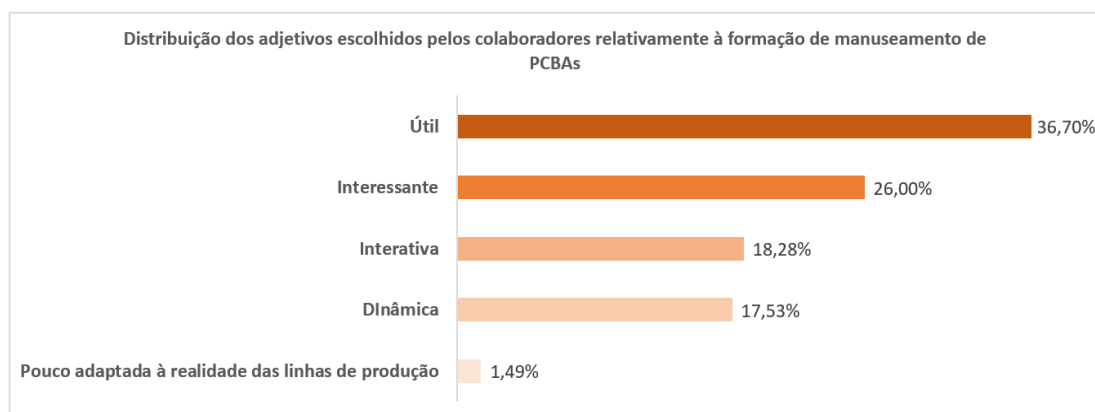


Figura 43: Caracterização da formação de manuseamento de PCBAs pelos colaboradores participantes

A maioria dos colaboradores apreciou mais a nova formação do que a anteriormente aplicada (64.1%). Dos restantes, 33.33% afirmou não ter assistido ao formato antigo.

Quanto questionados acerca da clareza da linguagem utilizada ao longo da formação, bem como dos conceitos transmitidos todos os colaboradores responderam positivamente, selecionando a opção “Sim”.

Quanto à qualidade do espaço e dos materiais utilizados ao longo da formação, apenas 1.83% dos colaboradores mostraram insatisfação.

Em resposta à questão “*Achas que esta formação irá melhorar o teu manuseamento de PCBAs*” 97.44% dos colaboradores selecionou a opção “*Sim*”. A totalidade dos respondentes evidenciaram uma opinião positiva em relação ao aumento da frequência de formações com a aplicação da metodologia da nova formação de manuseamento de PCBAs. Destes, 87.80% afirma que irá conseguir colocar em prática tudo o que aprendeu na ação formativa, existindo 2.93% de colaboradores que não acreditam na possibilidade desta repetibilidade nas linhas produtivas. Os restantes demonstraram dúvidas relativamente a esta questão.

Em relação aos fatores limitadores, a pressão exercida pelas chefias de linha foi também a opção mais selecionada (71.76%), seguindo-se as características da linha produtiva à qual estão alocados (13.53%) e a despreocupação das chefias para o cumprimento dos *standards* ao longo do processo produtivo (12.94%). Apenas 0.59% dos respondentes não consideram os *standards* de manuseamento de PCBAs essenciais e, 1.18% acredita que não vai conseguir corrigir os seus maus hábitos de trabalho (figura 46).

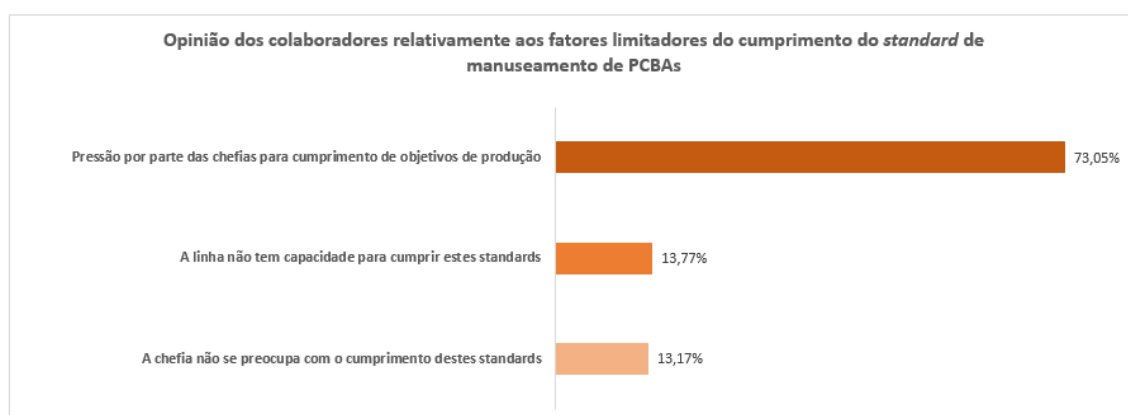


Figura 44: Fatores que influenciam negativamente o cumprimento do *standard* de manuseamento de PCBAs de acordo com os colaboradores

Assim, tendo em consideração a opinião dos colaboradores relativamente a ambas as formações, a nova metodologia de formação foi recebida com sucesso para a maioria deles e melhorou os seus conhecimentos para a correta de ambas as tarefas.

No entanto, também é verdade que foram identificados fatores que podem limitar os resultados benéficos da formação e que, devem ser alvo de análise e de melhoria por parte da empresa, nomeadamente, a pressão produtiva exercida, a desacreditação dos *standards* por parte das chefias de linha e alguns colaboradores, bem como as características das linhas produtivas que dificultam/impossibilitam o cumprimento dos *standards* definidos.

6.2 Impacto da nova metodologia de formação nos conhecimentos dos colaboradores

Tendo em consideração as características da nova metodologia de formação, existiam no momento da presente análise colaboradores em diferentes estágios do ciclo formativo. Desta forma, foram tomados em consideração os dados relativos aos colaboradores que tivessem ambas as formações concluídas, que representaram a amostra para a presente análise.

Este capítulo tem como principal objetivo entender qual o impacto de ambas as formações nos conhecimentos dos colaboradores, por meio de análise estatística dos dados obtidos com a aplicação dos testes de diagnóstico e avaliação final e, a sua correlação com os dados categóricos da amostra recolhidos através do questionário para definição do perfil do colaborador. Assim, a amostra é de 136 colaboradores, para uma população de 809 colaboradores a laborar na secção de MOE2, em primeiro e segundo turnos e visa a análise estatística de 19 variáveis em relação aos mesmos. Destas, 7 são variáveis qualitativas, 2 delas ordinais (faixa etária e antiguidade na empresa) e as restantes nominais (secção, género, turno, formação anterior de montagem de *foils* e de manuseamento de PCBAs). As restantes 12 são variáveis quantitativas contínuas e representam os resultados obtidos pelos colaboradores em cada uma das componentes (teórico-prática) no teste de avaliação diagnóstico e na avaliação final, bem como as notas globais (média de teste teórico e prático) de cada um deles em ambos os momentos de avaliação.

De salientar, que antes de proceder para a análise estatística dos dados, através do *software* SPSS procedeu-se à recodificação das variáveis categóricas, como forma de facilitar a análise. Esta recodificação baseou-se na atribuição de valores numéricos a cada um dos grupos existentes em cada uma das variáveis. A título exemplificativo, a tabela 25 ilustra o método de recodificação da variável “secção”, que se estendeu para todas as restantes variáveis qualitativas.

Tabela 25: Método de recodificação das variáveis de agrupamento

Pré-recodificação	Pós-recodificação
Nome da variável	Nome da variável
"Var_Secção"	"Var_NUM_Secção"
Grupos da variável	Grupos da variável
"MOE20"	"1"
"MOE22"	"2"
"MOE24"	"3"
"MOE25"	"4"
"MOE26"	"5"
"MOE28"	"6"

6.2.1 Caracterização da amostra

A caracterização da amostra apresenta como base o agrupamento dos vários colaboradores de acordo com as diferentes variáveis qualitativas e os diferentes grupos que as mesmas aglomeram.

Tal como esperado tendo em consideração as prioridades estipuladas, a maioria dos colaboradores laboram nas secções de MOE20 (50,74%) e MOE28 (36,76%). A amostra é composta ainda por colaboradores de MOE22 e MOE25 (2,21%, respetivamente), MOE24 (4,41%) e MOE26 (3,68%).

Quanto ao género, nota-se uma maior presença do sexo feminino, com uma percentagem de 74,26%, enquanto que o sexo masculino deteve um valor de 25,34%. Relativamente à faixa etária, o grupo com maior destaque é dos 46 aos 52 anos (28,68%), seguindo-se o dos 25 aos 31 anos e dos 46 aos 52 anos, que representam 22,79% e 16,91% dos colaboradores, respetivamente. Relativamente ao turno, a amostra mostrou-se homogénea, já que 51% dos colaboradores laboram em 1º turno e, os restantes, em 2º turno.

Por fim, para caracterização da amostra, tornou-se relevante a análise da antiguidade dos colaboradores. A maioria dos colaboradores labora na empresa há mais de 10 anos (47,06%) ou entre 2 e 5 anos (44,12%).

6.2.2 Evolução dos conhecimentos dos colaboradores

Tornou-se pertinente averiguar se existiam diferenças significativas entre os conhecimentos dos colaboradores antes da administração de ambas as formações (resultados dos testes de diagnóstico – TD) e os conhecimentos dos mesmos após a administração da formação (resultados dos testes de avaliação final – TAF). De forma a tornar a escolha do teste estatístico a aplicar mais robusta e criteriosa, precedeu-se à análise da distribuição das variáveis quantitativas em estudo, tendo em consideração a componente teórico-prática e a nota global, de ambas as formações de cada um deles. Para o efeito foi realizado o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*, para as 12 variáveis quantitativas em questão ($N > 30$).

De acordo com o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* a hipótese nula pressupõe que os dados seguem uma distribuição normal e deve ser aceite sempre que o *p-value* > nível de significância (α). Tendo em consideração que o *p-value* resultante do teste em qualquer uma das variáveis foi inferior a 0,05 existem fortes evidências para rejeitar a hipótese nula em todas elas (tabela 26). Assim, os resultados do teste de *Kolmogorov-Smirnov* sugerem, com 95% de confiança, que os dados não seguem uma distribuição normal.

Tabela 26: Teste de hipótese de normalidade de Kolmogorov-Smirnov

Teste de hipótese	H0	Os dados seguem uma distribuição normal
	H1	Os dados não seguem uma distribuição normal
Parâmetros		
Nível de significância (α) = 0,05		Intervalo de confiança (IC) = 95%

A título exemplificativo, a tabela 27 ilustra o resultado do teste para dos dados referentes aos resultados obtidos pelos colaboradores no teste de avaliação final na formação de montagem de *foils*.

Tabela 27: Output do SPSS para o teste de Kolmogorov-Smirnov para "VAR_Foil_NG2"

Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra			VAR_Foil_NG2
N			136
Parâmetros normais ^{a,b}	Média		,9063
	Estatística do teste Padrão		,07749
Diferenças Mais Extremas	Absoluto		,113
	Positivo		,113
	Negativo		-,111
Estatística de teste			,113
Significância Sig. (2 extremidades) ^c			<,001
Sig. Monte Carlo (2 extremidades) ^d	Sig.		<,001
	Intervalo de Confiança 95%	Limite inferior	,000
		Limite superior	,000

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

c. Correção de Significância de Lilliefors.

d. Método Lilliefors baseado em 10000 amostras de Monte Carlo com valor inicial 2000000.

Perante a impossibilidade de confirmar o pressuposto da normalidade dos dados das variáveis em estudo, e de forma a perceber de existência de diferenças estatisticamente significativas nos conhecimentos demonstrados pelos colaboradores antes e após a aplicação de ambas as formações, foi aplicado o teste de *Wilcoxon*. Este analisa as diferenças entre dois momentos (resultados pré-formação – TD e resultados pós-formação – TAF) no mesmo grupo de sujeitos.

Tabela 28: Teste de hipótese para o teste estatístico de Wilcoxon

Teste de hipótese	H0	Não existem diferenças significativos nos resultados obtidos pelos colaboradores no antes e após a administração da formação
	H1	Existem diferenças significativos nos resultados obtidos pelos colaboradores antes e após a administração da formação
Parâmetros		
Nível de significância (α) = 0,05		Intervalo de confiança (IC) = 95%

Tal como representado na tabela 28, a H_0 do teste de *Wilcoxon* estipula que as pontuações são iguais no momento 1 e no momento 2 e confirma-se quando o *p-value* é superior ao nível de significância (0,05).

Tabela 29: Output do SPSS para o teste de *Wilcoxon*

Postos		N	Posto médio	Soma de Classificações
VAR_PCBA_NG2 - VAR_PCBA_NG1	Classificações Negativas	12 ^a	18,63	223,50
	Classificações Positivas	121 ^b	71,80	8687,50
	Empates	3 ^c		
	Total	136		
VAR_Foil_NG2 - VAR_Foil_NG1	Classificações Negativas	7 ^d	8,00	56,00
	Classificações Positivas	123 ^e	68,77	8459,00
	Empates	6 ^f		
	Total	136		

a. VAR_PCBA_NG2 < VAR_PCBA_NG1

b. VAR_PCBA_NG2 > VAR_PCBA_NG1

c. VAR_PCBA_NG2 = VAR_PCBA_NG1

d. VAR_Foil_NG2 < VAR_Foil_NG1

e. VAR_Foil_NG2 > VAR_Foil_NG1

f. VAR_Foil_NG2 = VAR_Foil_NG1

Estatísticas de teste^a

	VAR_PCBA_NG2 - VAR_PCBA_NG1	VAR_Foil_NG2 - VAR_Foil_NG1
Z	-9,506 ^b	-9,768 ^b
Significância Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001

a. Teste de Classificações Assinadas por Wilcoxon

b. Com base em postos negativos.

Desta forma, os resultados, representados na tabela 29, sugerem que existem diferenças estatisticamente significativas ($p\text{-value} < 0,001$) nos conhecimentos demonstrados pelos colaboradores nos dois diferentes momentos de avaliação (antes e após a administração da formação) tanto em relação à montagem de *foils* como em relação ao manuseamento de PCBAs.

O seguimento da análise permitiu aferir que existiu um aumento da média dos resultados dos colaboradores do no teste de avaliação final (TAF), comparativamente com os resultados do teste de diagnóstico (TD). A tabela 30 ilustra esta evolução.

Tabela 30: Comparação das médias das notas dos colaboradores antes e após a formação

Formação/média de testes	TD prático	TAF prático	TD teórico	TAF teórico	TD nota global	TAF nota global
Montagem de <i>foils</i>	70,4%	90,1%	80,2%	85,5%	75,3%	87,8%
Manuseamento de PCBAs	75,4%	91,3%	78,9%	90,0%	77,1%	90,7%

Através da análise da tabela 30, é ainda possível aferir que relativamente a ambos os conteúdos avaliados, os colaboradores demonstravam em média, mais conhecimentos a nível teórico do que prático no momento de avaliação inicial. Esta diferença pode estar relacionada com o facto da metodologia de

formação anteriormente aplicada ser focada apenas na transmissão dos conhecimentos teóricos relacionadas com ambas as tarefas.

Tendo em consideração a condição existente para a aprovação dos colaboradores a cada uma das formações, que reside no facto da nota global ser igual ou superior a 75%, como referido anteriormente e os conhecimentos demonstrados pelos colaboradores no teste de diagnóstico, cerca de 47% da amostra estaria reprovada à formação de manuseamento de PCBAs e 37% à formação de montagem de *foils*. Após a administração das formações, estes valores reduziram para 7% e 4%, respetivamente, o que também evidencia uma melhoria significativa nos conhecimentos dos colaboradores em relação aos conteúdos/conceitos de ambas as formações.

6.2.3 Perceção das principais lacunas nos conhecimentos e habilidades técnicas dos colaboradores

De seguida, tornou-se pertinente perceber quais os conhecimentos e habilidades técnicas que os colaboradores menos contavam antes da administração de ambas as formações.

A figura 47 ilustra a percentagem de colaboradores que realizaram corretamente cada um dos passos avaliados na componente prática do teste de diagnóstico de montagem de *foils*.

Geral	Foil 1					Foil 2				Foil 3				Foil 4 - solta				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
97%	29%	96%	90%	98%	32%	50%	97%	87%	97%	49%	95%	84%	98%	31%	66%	65%	96%	33%
Luvas	Abrir conetor/tocar em comp.	Manusear foil	Inserir foil	Fechar conetor	Passar dedo	Abrir conetor/tocar em comp.	Manusear foil	Inserir foil	Fechar conetor	Abrir conetor/tocar em comp.	Manusear foil	Inserir foil	Fechar conetor	Abrir conetor/tocar em comp.	Manusear foil	Inserir foil	Fechar conetor	Passar dedo

Figura 45: Avaliação prática geral da montagem de *foils* no teste de diagnóstico

É possível perceber que na montagem das 4 *foils* onde os colaboradores mais erraram (não cumpriram o *standard* definido) foi na abertura do conetor. Na montagem das *foils* FPC (*foil* 1 e *foil* 4 – solta) também não estavam a cumprir o último passo de montagem que reside na passagem do dedo sobre o conetor, de forma a garantir que este se encontra devidamente fechado.

Por sua vez, a figura 48 ilustra a percentagem de colaboradores que realizaram corretamente cada um dos passos avaliados na componente prática do teste de diagnóstico de manuseamento de PCBAs. Neste caso, as regras do *standard* mais infringidas pelos colaboradores recaem sobre a remoção e colocação das PCBAs no *container* e no *blister*.

Container - Conveyor									Blister - FCT 20								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
74%	17%	91%	63%	51%	84%	88%	38%	100%	65%	54%	96%	69%	69%	98%	98%	47%	100%
FIFO	Retirar container	Tocar nos componentes	Transporte	Colocar no conveyor	Retirar do conveyor	Transporte	Inserir no container	Posicionamento nos postos	FIFO	Retirar do blister	Tocar nos componentes	Transporte	Colocar no FCT	Retirar do FCT	Transporte	Colocar no blister	Posicionamento nos postos

Figura 46: Avaliação prática geral do manuseamento de PCBAs no teste de diagnóstico

Na componente teórica do teste de diagnóstico de montagem de *foils*, denota-se que existiu uma maior percentagem de erro por parte dos colaboradores em 4 questões específicas.

Na questão “*Depois de montar a foil e fechar o conetor, deu “MAU” na análise cognex. Devo:*”, apenas 57% dos colaboradores selecionaram a opção, sendo que 32% dos restantes selecionaram a opção “*Abrir o conetor e voltar a montar a foil*” que representa uma fuga grave ao *standard* definido.

A análise à classificação da afirmação “*Após o resultado “MAU” no posto de inspeção das foils, devo sempre que possível reajustar a foil ou abrir o conetor e colocá-la corretamente*”, reforçou a certeza de que os colaboradores têm este tipo de comportamento no seu dia-a-dia, já que cerca de 20% a classificou como verdadeira.

Cerca de 30% dos colaboradores selecionaram a opção “*Verdadeiro*” para a classificação da afirmação “*Uma foil mal montada ou danificada numa unidade é sempre detetada internamente, garantindo que o defeito não passa para o cliente*”, o que demonstra o desconhecimento dos mesmos em relação à possibilidade de falha dos sistemas de teste, referido anteriormente.

A questão “*A foil é uma peça forte e resistente que deve ser bem encaixada no conetor*” foi considerada como verdadeira por cerca de 24% dos colaboradores, o que indica que os mesmos não conheciam a fragilidade e criticidade incumbida neste material.

Por sua vez, no teste de diagnóstico teórico de manuseamento de PCBAs, existiram 5 questões específicas onde os colaboradores mais erraram.

À questão “*Para retirar as PCBAs do blister (caixa de transporte) devo:*” apenas 59% dos colaboradores selecionaram a opção correta, e como resposta à questão “*Quando estou a colocar/retirar uma PCBA do sistema de teste (FCT, ICT) devo:*” apenas 65% destes selecionaram a opção correta. Isto demonstra a falta de conhecimento em relação às regras a aplicar nestas situações, facto também evidenciado nos resultados da componente prática.

Cerca de 23% dos mesmos consideraram verdadeira a seguinte afirmação: “*Os sistemas de teste (ICT, FCT) das linhas detetam qualquer defeito nas PCBAs*” e cerca de 27% classificou como “verdadeiro” a afirmação “*Se uma PCBA passou em todos os sistemas de teste, podemos garantir que esta não apresenta qualquer tipo de defeito*”, demonstrando, mais uma vez, o desconhecimento em relação à cobertura dos testes realizados.

Por sua vez, a afirmação “*A PCBA é uma peça robusta com propriedades eletrónicas que tornam as unidades funcionais*” foi considerada verdadeira por cerca de 42% dos colaboradores,

Sendo esta e os seus componentes, como vimos anteriormente, extremamente sensíveis a choque e embates.

Esta análise tornou-se de elevada pertinência, já que os seus resultados indicam as principais lacunas nos conhecimentos e habilidades dos colaboradores antes da administração da formação que, por sua

vez, podem apontar as direções de análises futuras das equipas de *problem solving* da empresa para a melhoria contínua de ambas as tarefas operacionais.

Foram verificadas as percentagens de cada um dos pontos acima mencionados nos testes de avaliação final dos colaboradores, verificando-se que cerca de 90% dos mesmos responderam corretamente às questões e executaram cada um dos passos das componentes práticas da forma correta.

6.2.4 Análise das classificações dos colaboradores dependendo das variáveis de agrupamento

Tornou-se igualmente pertinente averiguar se existiam diferenças significativas nos resultados obtidos pelos colaboradores em cada um dos momentos de avaliação dependendo das 7 variáveis qualitativas e, para tal, recorreu-se ao teste estatístico de *Kruskal-Wallis*.

Este teste não-paramétrico deve ser utilizado quando importa analisar K amostras independentes, não requerendo que os dados sejam normalmente distribuídos.

Neste contexto, o K iguala os diferentes grupos de cada uma das variáveis de agrupamento. A hipótese H0 é aceite quando o *p-value* > nível de significância (α) e sugere que as diferenças entre cada um dos distintos grupos das variáveis de agrupamento não são estatisticamente significativas. As hipóteses testadas através do teste estatístico de Kruskal-Wallis são apresentadas na tabela 31.

Tabela 31: Testes de hipótese para o teste estatístico de Kruskal-Wallis

Teste de hipótese 1	H0.1	Não existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final de montagem de <i>foils</i> , tendo em consideração a frequência ou não da formação anteriormente administrada
	H1.1	Existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final de montagem de <i>foils</i> , tendo em consideração a frequência ou não da formação anteriormente administrada
Teste de hipótese 2	H0.2	Não existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final de manuseamento de PCBAs, tendo em consideração a frequência ou não da formação anteriormente administrada
	H1.2	Existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final de manuseamento de PCBAs, tendo em consideração a frequência ou não da formação anteriormente administrada
Teste de hipótese 3	H0.3	Não existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração as diferentes secções às quais os colaboradores pertencem
	H1.3	Existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração as diferentes secções às quais os colaboradores pertencem
Teste de hipótese 4	H0.4	Não existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração as diferentes faixas etárias dos colaboradores
	H1.4	Existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração as diferentes faixas etárias dos colaboradores
Teste de hipótese 5	H0.5	Não existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração os diferentes níveis de antiguidade dos colaboradores
	H1.5	Existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração os diferentes níveis de antiguidade dos colaboradores

Teste de hipótese 6	H0.6	Não existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração os diferentes turnos onde os colaboradores laboram
	H1.6	Existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração os diferentes turnos onde os colaboradores laboram
Teste de hipótese 7	H0.7	Não existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração o género dos colaboradores
	H1.7	Existem diferenças significativas nos resultados do teste de diagnóstico e de avaliação final, tendo em consideração o género dos colaboradores

Parâmetros

Nível de significância (α) = 0,05

Intervalo de confiança (IC) = 95%

A título exemplificativo, a tabela 32 ilustra o *output* do SPSS para o primeiro teste de hipótese da tabela 31. Pretende-se averiguar se existem diferenças significativas nos resultados dos testes de diagnóstico e de avaliação final de montagem de *foils*, tendo em consideração a frequência ou não dos colaboradores na formação anteriormente aplicada.

Tabela 32: Output do software SPSS para teste de hipótese 1

Estatísticas de teste ^{a,b}				
	VAR_PCBA_N G1	VAR_PCBA_N G2	VAR_FOIL_NG 1	VAR_Foil_NG2
H de Kruskal-Wallis	1,378	,641	,155	1,786
df	1	1	1	1
Significância Sig.	,240	,423	,693	,181

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: VAR_NUM_FormAntFoil

Os resultados do teste sugerem que não existem diferenças significativas ($p\text{-value} > 0,05$ para todas as variáveis) entre os resultados obtidos pelos colaboradores que frequentaram a formação anterior de montagem de *foils* e aqueles que não frequentaram. Procedeu-se à execução do mesmo teste estatístico tendo em consideração os resultados de ambos os testes relativos ao manuseamento de PCBAs e a frequência ou não dos colaboradores na formação anterior (H0.2) e, os dados também sugerem a não existência de diferenças significativas.

Em conjunto, os resultados incutem a ineficiência na transmissão de conhecimento da metodologia de formação anteriormente aplicada nas formações de montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs.

Relativamente à hipótese H0.3, que apresenta como variável de agrupamento a secção onde os colaboradores laboram, os resultados sugerem a sua rejeição, já que se verificou a existência de diferenças estatisticamente significativas nos resultados obtidos pelos colaboradores no teste de diagnóstico de montagem de *foils* ($p\text{-value} = 0,004$).

Foi novamente aplicado o teste de *Kruskal-Wallis* tendo em consideração as notas da componente teórico-prática separadamente e o seu resultado sugeriu que as diferenças significativas estavam

concentradas na componente teórica e não na componente prática (*p-value* de 0,002 e 0,272, respetivamente). Uma análise mais profunda foi realizada aos resultados obtidos pelos colaboradores das diferentes secções na componente teórica do teste de diagnóstico de montagem de *foils*, e foi possível verificar que a média dos colaboradores da secção de MOE28 era superior aos das restantes secções, e aproximadamente 20% mais alta do que a dos colaboradores da secção com menor média nos resultados obtidos (MOE26). Esta discrepância pode ter resultado de uma formação (meramente teórica) de montagem de *foils* que foi administrada a todos os colaboradores de MOE28 em 2020, na sequência de um projeto que pretendia a melhoria continua da montagem de *foils* nesta secção em específico.

Os resultados obtidos no teste de *Kruskal-Wallis* sugeriram também que existiam diferenças significativas entre os colaboradores considerando a variável de agrupamento faixa etária (H0.4), tanto nos resultados dos testes de diagnóstico como de avaliação final de ambas as formações (*p-value* < 0,001 ou *p-value* = 0,011).

Através da análise das médias das classificações dos diferentes grupos, foi possível verificar que os colaboradores situados na faixa etária entre 53 aos 59 anos tiveram classificações inferiores aos restantes colaboradores no TD e TAF de ambas as formações. Importante salientar que a média dos resultados destes colaboradores é inferior aos resultados dos colaboradores dos restantes grupos desta variável entre 6% a 20%.

Desta forma, os dados sugerem que os colaboradores com idades entre os 53 e os 59 anos, tendem a possuir menos conhecimentos e habilidades práticas para a correta execução de ambas as tarefas. Isto pode estar relacionado com a redução da aptidão para a aprendizagem, redução da mobilidade devido a doenças profissionais características dos colaboradores pertencentes a estas faixas etárias, menor predisposição para cumprir todas as regras exigidas, entre outros.

Também relativamente à variável de agrupamento antiguidade dos colaboradores, parecem existir diferenças significativas nas médias dos resultados dos colaboradores, já que todos os valores de *p-value* < 0,05.

Através da análise da média dos diferentes grupos desta variável, foi possível concluir que os colaboradores que laboram na empresa à mais do que 5 e menos do que 10 anos são os que obtiveram melhores resultados nos TD de ambas as formações e, por sua vez, os que estão na empresa entre 2 a 5 anos foram os que obtiveram melhores resultados nos TAF de ambas as formações. Por sua vez, os colaboradores que laboram na empresa há menos de 1 ano ou há mais de 10 anos foram os que obtiveram piores resultados nos testes de diagnóstico e avaliação final de ambas as formações. A

inexperiência e falta de formação dos colaboradores iniciantes e a descredibilização e incumprimento deliberado das regras *standards* pelos anos de profissão e experiência dos colaboradores mais antigos, podem ser alguns dos fatores influenciadores para este fenómeno. Por sua vez, os colaboradores que laboram entre 2 a 5 anos demonstraram, antes da administração de ambas as formações, não ter tantos conhecimentos e habilidades técnicas para a correta execução de ambas as tarefas como os que já contam com experiência na empresa de 5 a 10 anos, no entanto, parecem corrigir os seus erros e assimilar novo conhecimento de forma mais efetiva do que os segundos, podendo a motivação característica dos colaboradores com este nível de antiguidade ser um dos fatores que catalisam esse fenómeno.

A hipótese H0.7 foi também rejeitada já que os resultados do teste de *Kruskal-Wallis* evidenciaram a existência de diferenças significativas nos resultados dos testes de diagnóstico e de avaliação final de ambas as formações tendo em consideração a variável de agrupamento género. Procedeu-se à análise das médias obtidas pelos colaboradores do sexo masculino e do sexo feminino e, verificou-se que as médias dos primeiros eram superiores em todos os testes relativamente aos segundos. Não se conseguiu fazer uma interpretação lógica destes resultados, podendo este fenómeno estar associado ao facto de os colaboradores com mais de 10 anos de antiguidade e com idades entre os 53 e os 59 anos se concentrarem sobretudo no género feminino da amostra.

O teste de *Kruskal-Wallis* não evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significativas tendo como a variável de agrupamento o turno onde os colaboradores laboram ($p\text{-value} > 0,05$), pelo que a hipótese H0.6 foi aceite.

6.3 Impacto da nova metodologia de formação nos incidentes internos

Tendo em consideração que no projeto piloto a prioridade foi a formação dos colaboradores em primeiro e segundo turno das linhas produtivas da Audi (secção MOE20) e da BMW (secção MOE28), de forma a perspetivar o impacto das formações no número de incidentes internos relativos a *foils* mal montadas e componentes danificados por manuseamentos incorretos, foi realizada uma comparação entre os valores (disponíveis) no início do presente projeto e o final do projeto piloto, representada na tabela 33.

No geral, os dados evidenciam uma redução mais efetiva nas linhas produtivas da BMW do que nas linhas produtivas da Audi. Relativamente a montagens de *foils* mal executadas, denota-se que ambos os turnos em análise das linhas produtivas da BMW tiveram uma redução do número de incidentes superior a 30%, que foi o objetivo estabelecido no início do presente projeto.

Relativamente a componentes danificados, a redução do número de incidentes apenas não atingiu o objetivo no primeiro turno das linhas produtivas da Audi, tendo os restantes superado os 30%.

Tabela 33: Evolução do n° de incidentes internos (foils mal montadas e componentes danificados)

Incidentes	Secção	Turno	Incidentes pré-formação	Incidentes pós-formação	Redução (%)
Foils mal montadas	MOE28 (BMW)	1º	388	133	66%
		2º	393	204	48%
Componentes danificados	MOE20 (AUDI)	1º	23	18	22%
		2º	12	7	42%
	MOE28 (BMW)	1º	21	8	62%
		2º	16	6	63%

A maior percentagem de redução incide sobre o primeiro turno das linhas produtivas da BMW (68%) relativamente a montagens de *foils* mal executadas, e a menor sobre o primeiro turno das linhas produtivas da Audi (22%) relativamente a componentes danificados.

Assim, os dados parecem demonstrar que muitos dos incidentes internos relacionados com *foils* mal montadas e componentes danificados, de primeiro e segundo turno da secção MOE28, estavam de facto relacionados erros operacionais ocorridos ao longo da montagem e do manuseamento das PCBAs, que por sua vez, eram influenciados pela falta de formação dos colaboradores. Denota-se também uma diminuição dos defeitos em MOE20, no entanto, menos enfatizada. Isto pode querer significar que possam estar a surgir componentes danificados devido a outro fator que não os manuseamentos de PCBAs mal-executados pelos colaboradores, nomeadamente, alterações nos processos no sistema produtivo, que foram acontecendo ao longo do presente projeto.

7. CONCLUSÕES

No presente capítulo, são apresentadas as principais conclusões deste trabalho e as propostas para o trabalho futuro.

7.1 Considerações finais

Para as considerações finais deste estudo, torna-se imprescindível refletir e destacar a importância da formação profissional para a qualidade organizacional.

Através do presente projeto, torna-se perceptível que para as atividades operacionais totalmente manuais e dependentes do fator humano, torna-se essencial a existência de *standards* devidamente definidos e

claros, mas mais do que isto, que a comunicação dos mesmos seja feita de forma eficiente aos colaboradores da empresa. De nada adianta a existência de documentos escritos, quando no *Gemba* as regras definidas não são cumpridas. Aqui se destaca a importância da formação profissional teórica, prática e comportamental dos colaboradores, pois só assim, estes contarão com os conhecimentos essenciais, para garantir a mitigação da possibilidade da ocorrência de defeitos ocasionados pela incorreta execução das atividades operacionais manuais, a estabilidade dos processos e, conseqüentemente, o cumprimento dos requisitos de qualidade atualmente impostos.

Para o treino de colaboradores relacionados com questões de qualidade, a metodologia de formação a aplicar deve ser escolhida e definida de forma cuidadosa, tendo em consideração todos os fatores que lhe são inerentes, nomeadamente o formador escolhido, os conteúdos formativos utilizados, os métodos de avaliação aplicados, as características do local onde são administradas, bem com as questões relacionadas com a sua estrutura intrínseca. Para a administração deste tipo de formação profissional, é essencial que os formadores sejam providos de *soft e hard skills* específicas e que mantenham uma visão focada na importância da qualidade e do cumprimento dos *standards*, pois só assim serão capazes de transmitir com a eficiência e a assertividade necessária os conhecimentos teóricos e práticos aos colaboradores (formandos), e a importância da aplicação diária e consecutiva das instruções de trabalho *standard* definidas. A par disto, os conteúdos formativos devem ser constituídos e esclarecedores para todos os tópicos de relevância para a correta execução de cada uma das atividades operacionais sobre as quais se propõem a servir de base formativa, e prender a atenção dos colaboradores ao longo de toda a ação formativa.

A metodologia escolhida, deve incorporar a avaliação da formação quanto à receptividade e satisfação dos colaboradores que a frequentam, a avaliação dos conhecimentos adquiridos através da mesma, a análise da transferência do conhecimento para o local de trabalho, bem como o seu impacto ao nível dos resultados organizacionais da empresa.

Através da análise despoletada no início do presente projeto, verificou-se, de facto, ineficiência da metodologia de formação aplicada na empresa até então e a existência de indicadores a nível organizacional, operacional e individual, de natureza teórica, técnica e comportamental, para a necessidade da formação dos colaboradores para a montagem de *foils* e manuseamento de PCBAs. Em 2020, a empresa somou um prejuízo de 115 000€ em reclamações de cliente e, em março de 2021 custos de não-qualidade internos resultantes da execução incorreta de ambas as atividades operacionais rondava os 10 000€. Para além disto, verificou-se a desadequação do *standard* de montagem de *foils* definido face à realidade do sistema produtivo, que servia de base aos conteúdos formativos utilizados,

e a catalisação de todos estes problemas devido à desacreditação dos colaboradores e chefias diretas, que assumiam a posição de formador na metodologia de formação anteriormente apicada, da importância da qualidade e do cumprimento dos *standards*, e a sua correlação direta com a insatisfação do cliente e prejuízos para a empresa.

A utilização de todas as ferramentas da qualidade ao longo do projeto tornou-se essencial, já que permitiu a identificação de fatores cruciais para a compreensão do fenómeno em estudo que tiveram grande impacto no desenvolvimento da nova metodologia de formação, que demonstrou resultados positivos em comparação com a anteriormente utilizada.

Tendo em consideração os resultados do projeto piloto para a validação da nova metodologia de formação, os colaboradores mostraram-se recetivos, motivados e satisfeitos com ambas as formações administradas, verificando-se a sua preferência comparativamente com a metodologia de formação anteriormente aplicada.

Também em relação aos conhecimentos e habilidades práticas demonstradas pelos colaboradores, se verificou uma evolução positiva significativa face aos existentes antes da administração de ambas as formações. Foi nas habilidades práticas que se notou uma maior evolução, já que no teste de diagnóstico os resultados médios obtidos pelos colaboradores rondavam os 70%, passando para valores superiores a 90% no teste de avaliação aplicado após as formações. Somando ainda a evolução verificada ao nível dos conhecimentos teóricos dos colaboradores, verificou-se um aumento dos resultados globais, em ambas as formações, de cerca de 13%. De salientar que caso os resultados dos testes de diagnóstico servissem para a aprovação dos colaboradores às formações, 47% destes estariam reprovados à de manuseamento de PCBAs e 37% à formação de montagem de *foils*. Com a administração de ambas as formações estes valores foram significativamente diminuídos, existindo no teste de avaliação final cerca de 7% de reprovação na formação de manuseamento de PCBAs e apenas 4% na formação de montagem de *foils*.

De acordo com os resultados dos testes estatísticos implementados, foi também possível perceber que fatores como a faixa etária, a antiguidade e a secção onde os colaboradores estão alocados podem influenciar os resultados dos colaboradores, ou seja, a sua predisposição e facilidade para a aquisição do conhecimento transmitido nas ações formativas, que se fará refletir na forma como estes executam ambas as atividades operacionais no seu dia-a-dia. Por outro lado, os dados dos testes sugerem que as formações anteriores não resultaram num impacto significativo nos conhecimentos dos colaboradores, já que não se evidenciaram diferenças estatisticamente significativas nos conhecimentos demonstrados

no teste de diagnóstico entre o grupo de colaboradores que as tinham frequentado em comparação com aqueles que não foram abrangidos pelas mesmas.

Também foi possível perceber, ainda que de uma forma geral, a redução dos incidentes internos das secções e turnos compostos pela maioria dos colaboradores formados. De salientar que esta redução é preliminar e meramente indicativa, tendo em consideração que os colaboradores afetos a ambas as secções não estavam todos formados e não foi executada nenhuma análise para a medição da influência de outros fatores.

Desta forma, a reestruturação da metodologia de formação, com base nas etapas do ciclo formativo defendido por Gomes *et al.* (2010) e Noe (2010), levou a melhorias significativas na satisfação e nos conhecimentos dos colaboradores que, por sua vez, gerou um aumento da qualidade empregue em ambas as tarefas operacionais, que resultou do cumprimento das instruções de trabalho *standard* no chão de fábrica de MOE2.

7.2 Trabalho futuro

Como proposta de trabalho futuro surge em primeira instância a avaliação de 3º e 4º nível da nova metodologia de formação, que não foram passíveis de serem realizadas devido à limitação temporal do presente projeto. Desta forma, deverá ser executada a avaliação da transferência do conhecimento e do comportamento dos colaboradores no seu local de trabalho, de forma a perceber se estes de facto passaram a implementar no seu dia-a-dia os conhecimentos e habilidades práticas adquiridas, bem como o impacto de ambas as formações ao nível organizacional, nomeadamente, no número de defeitos internos e externos, bem como nos custos resultantes dos mesmos.

Após a finalização desta análise e caso os resultados se demonstrem positivos, tal como na avaliação de nível 1 e 2 da nova metodologia de formação, sugere-se a extensão de ambas as formações a todos os colaboradores de MOE2 e a extensão da formação de manuseamento de PCBAs também aos colaboradores de MOE1, já que também neste departamento se executa esta atividade operacional com elevada frequência. Para isso será necessária uma análise específica do contexto, que poderá seguir a realizada na presente dissertação e a adequação dos conteúdos e métodos formativos, caso exista essa necessidade. Outra proposta de trabalho futuro reside no desenvolvimento da aplicação sugerida para a gestão de ambas as formações.

Para além disto e dos resultados positivos ao nível do conhecimento e habilidades práticas dos colaboradores, torna-se essencial que o trabalho de melhoria continua se prolongue no local de trabalho, que parta das chefias diretas (chefias de linha e de secção) e dos responsáveis de qualidade, para que

a mudança de atitude/comportamento, a correção dos erros e a melhoria da qualidade empregue em ambas as atividades operacionais manuais sejam efetivas. Desta forma, sugere-se também a formação das chefias de linha para ambas as tarefas operacionais.

Sugere-se também uma análise mais profunda à relação identificada entre os resultados obtidos pelos colaboradores em ambos os momentos de avaliação e as variáveis categóricas que os caracterizam, de forma a entender o seu motivo, já que daqui poderão surgir novas oportunidades de melhoria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alliger, G. M., & Janak, E. A. (1989). Kirkpatrick's levels of training criteria: thirty years later. *Personnel Psychology*, 42(2), 331–342. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/J.1744-6570.1989.TB00661.X>
- Alsalamah, A., & Callinan, C. (2021). Adaptation of Kirkpatrick's four-level model of training criteria to evaluate training programmes for head teachers. *Education Sciences*, 11(3), 116. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/educsci11030116>
- Araújo, S.S. (2020). *Melhoria dos processos de montagem de componentes eletrônicos aplicando Lean Six Sigma e TRIZ numa empresa de componentes para a indústria automóvel* [Master's thesis, Universidade do Minho]. Repositório Institucional da Universidade do Minho
- Arthur, W., Bennett, W., Edens, P. S., & Bell, S. T. (2003). Effectiveness of training in organizations: A meta-analysis of design and evaluation features. *Journal of Applied Psychology*, 88(2), 234–245. Retrieved from <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.2.234>
- Arulrajah, A. A. (2017). Productivity and Quality Management through Human Resource Management: A Systematic Review. *International Review of Management and Business Research*, 6(2), 419–437. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1911198405?accountid=14468%0Ahttp://wx7cf7zp2h.search.serialssolutions.com?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rft_id=info:sid/ProQ%3Aabiglobal&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre=article&rft.j
- Baldwin, T. T., & Ford, K. (1988). Transfer of training: a review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41(1), 63–105. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/J.1744-6570.1988.TB00632.X>
- Bayo-Moriones, A., Cerio, J. M. D., León, S. A. E., & Selvam, R. M. (2011). The impact of ISO 9000 and EFQM on the use of flexible work practices. *International Journal of Production Economics*, 130(1), 33–42. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v130y2011i1p33-42.html>
- Brown, J. (2002). Training Needs Assessment: A Must for Developing an Effective Training Program. *Public Personnel Management*, 31(4), 569–578. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/009102600203100412>
- Brown, T., & Jones, L. (2001). *Action Research and Postmodernism: Congruence and critique* (1st ed.). Open University Press. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/27399631_Action_Research_and_Postmodernism_Congruence_and_critique
- Cantarello, S., Filippini, R., & Nosella, A. (2012). Linking human resource management practices and customer satisfaction on product quality. *The International Journal of Human Resource Management*, 23(18), 3906–3924. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09585192.2012.665064>
- Cekada, T. L. (2010). Training Needs Assessment: Understanding What Employees Need to Know. *Professional Safety*, 55, 28-33.
- Choi, M., & Yoon, H. J. (2015). Training investment and organizational outcomes: a moderated mediation model of employee outcomes and strategic orientation of the HR function. *The International Journal of Human Resource Management*, 26(20), 2632–2651. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09585192.2014.1003084>
- CIToolkit. (2021, June 9). *PDCA Cycle*. Retrieved from <https://citoolkit.com/articles/pdca-cycle/>
- Costa, D. F. M. (2017). *Aplicação de técnicas de melhoria da qualidade no contexto da indústria*

- automóvel* [Master's thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 144–357. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Cowling, A., & Newman, K. (1995). Banking on people: TQM, service quality, and human resources. *Personnel Review*, 24(7), 25–40. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/00483489510095789>
- Dhar, R. L. (2015). Service quality and the training of employees: The mediating role of organizational commitment. *Tourism Management*, 46, 419–430. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.TOURMAN.2014.08.001>
- Dias, A. C. (2015). *Diagnóstico de Necessidades de Formação em Contexto Organizacional* [Master's Thesis, Universidade de Évora]. Repositório Institucional da Universidade de Évora.
- Dwyer, G. (2002). Quality management initiatives and people management strategies: The need for integration in the new millennium in an Irish context. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 19(5), 524–539. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/02656710210427502>
- Ender, E. (2020). *Estudo de caso da aplicação de cinco passos do pilar de controle de qualidade em uma linha de montagem de motores elétricos* [Master's thesis, UTPF]. Repositório Institucional da UTPF.
- Faesarella, I. S., Sacomano, J. B., & Carolinetti, L. C. R. (2006). *Gestão da Qualidade : Conceitos e Ferramentas*.
- Feng, P. P., & Ballard, G. (2008). Standard work from a lean theory perspective. *Proceedings of IGLC16: 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Retrieved from <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-895674fb-3185-40c0-aef9-36acf1912e51.pdf>
- Fernandes, M. (2005). *Educação e Formação em Turismo* [Master's Thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Ferreira, S. S. (2016). *A integração da formação na gestão de recursos humanos: o caso da Abylos* [Master's thesis, ISEG].
- Freitas, M. (2016). *Impacto da Formação e do Desenvolvimento de RH no Capital Humano: O Caso da empresa Projetos Educativos de Angola* [Master's Thesis, Universidade de Lisboa]. Repositório Institucional da Universidade de Lisboa.
- García, M. U. (2007). Training and business performance: the Spanish case. *The International Journal of Human Resource Management*, 16(9), 1691–1710. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09585190500239341>
- Gomes, Cabral-Cardoso, C., Cunha, M., Cunha, R., Marques, C., & Rego, A. (2010). *Manual de gestão de pessoas e do capital humano* (2nd ed.). Silabo.
- Gomes, P. J. P. (2004). A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufacturados aos serviços de informação. *Cadernos BAD (Portugal)*, 2, 6–18. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/82013>
- Jamba, I. C. (2018). *Políticas e práticas de formação profissional continua: O caso de um grupo de empresas de consultoria e engenharia* [Master's thesis, IPS].
- Lai, K. hung, Yeung, A. C. L., & Cheng, T. C. E. (2012). Configuring quality management and marketing implementation and the performance implications for industrial marketers. *Industrial Marketing Management*, 41(8), 1284–1297. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2012.07.003>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill Irwin.

- Martins, F. M. (2013). *O Ciclo Formativo e os requisitos de uma certificação numa entidade formadora: Reflexão sobre um Estágio* [Master's thesis, Universidade de Lisboa]. Repositório Institucional da Universidade de Lisboa.
- Moody, D., Motwani, J., & Kumar, A. (1998). Implementing quality initiatives in the human resources department of a hospital: a case study. *Managing Service Quality: An International Journal*, 8(5), 320–326. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/09604529810235781>
- Neto, E. S. B. (2009). *Melhoria contínua na Inforlândia* [Master's Thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Noe, R. (2010). *Employee training and development* (5th ed.). New York: McGraw-Hill Irwin. Retrieved from <https://doi.org/10.4324/9781351278607-11>
- Noe, R., Hollenbeck, J., Gerhart, B., & Wright, P. (2006). *Human Resource Management: Gaining a Competitive Advantage* (5th ed.). New York: McGraw-Hill Irwin. Retrieved from <https://pt1lib.org/book/5335268/576248>
- O'Driscoll, M. P., & Taylor, P. J. (2006). Congruence between theory and practice in management training needs analysis. *The International Journal of Human Resource Management*, 3(3), 593–603. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09585199200000167>
- Ortner, H. M. (2000). The human factor in quality management. *Accreditation and Quality Assurance*, 5(4), 130–141. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/S007690050432>
- Padachi, K., & Lukea, S. (2016). Barriers to employee training in small and medium sized enterprises: Insights and evidences from Mauritius. *European Journal of Training and Development*, 40(4), 232–247. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/EJTD-02-2014-0018>
- Patton, W. D., & Pratt, C. (2002). Assessing the Training Needs of High-Potential Managers. *Public Personnel Management*, 31(4), 464–484. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/009102600203100404>
- PMI. (2017). *Agile Practice Guide* (1st ed.). Project Management Institute, Inc.
- Reid, R. D., & Sanders, N. R. (2010). *Operations Management: an integrated approach* (4th ed.). United States: George Hoffman.
- Saks, A. M., & Belcourt, M. (2006). An investigation of training activities and transfer of training in organizations. *Human Resource Management*, 45(4), 629–648. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/HRM.20135>
- Salas, E., Tannenbaum, S. I., Kraiger, K., & Smith-Jentsch, K. A. (2012). The Science of Training and Development in Organizations: What Matters in Practice. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(2), 74–101. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/23484697?seq=1#metadata_info_tab_contents
- Santos, C. D. P. dos. (2008). *Proposta de implementação de uma FMEA no forno de vapor TEKA* [Master's Thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Saunders, M., Thornhill, A., & Lewis, P. (2006). *Research Methods for Business Students* (4th ed.).
- Seleme, R., & Stadler, H. (2010). *Controle da Qualidade - As ferramentas essenciais* (2nd ed.). Brasil: IBPEX.
- Shenge, N. A. (2014). Training Evaluation: Process, Benefits, and Issues. *Ife Psychologia*, 22(1), 50–58.
- Silva, C. S. B. (2011). *Melhoria da Qualidade num processo de vidração cerâmica* [Master's thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Silva, M. Â. G. (2009). *Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade* [Master's Thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Smidt, A., Balandin, S., Sigafoos, J., & Reed, V. A. (2009). The Kirkpatrick model: A useful tool for evaluating training outcomes. *Journal of Intellectual & Developmental Disability*, 34(3), 266–274. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/13668250903093125>

- Sokovic, M., Pavletic, D., & Kern Pipan, K. (2010). Quality improvement Methodologies - PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476–483. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2018.07.011>
- Sumbo, H. B. (2019). *Formação profissional contínua nas organizações: relevância do diagnóstico de necessidades de formação* [Master's thesis, Universidade de Lisboa]. Repositório Institucional da Universidade de Lisboa.
- Tarí, J. J., & Sabater, V. (2006). Human aspects in a quality management context and their effects on performance. *The International Journal of Human Resource Management*, 17(3), 484–503. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09585190500521557>
- Velada, A. (2007). *Avaliação da eficácia da formação profissional: fatores que afetam a transferência da formação para o local de trabalho* [Doctoral dissertation, ISCTE]. Repositório Institucional do ISCTE.
- Westbrook, R. (1995). Action research: A new paradigm for research in production and operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 15(12), 6–20. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/01443579510104466>
- Whyte, W. (1991). *Participatory Action Research* (1st ed.). Sage Publications.
- Yang, C. C. (2006). The impact of human resource management practices on the implementation of total quality management: An empirical study on high-tech firms. *TQM Magazine*, 18(2), 162–173. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/09544780610647874>
- Yin, R. K. (2008). *Case Study Research: Design and Methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. Retrieved from <https://1lib.eu/book/2325436/c02bcb>

APÊNDICE 1 – ANÁLISE DAS RECLAMAÇÕES DE CLIENTE

Tabela 34: Tabela resumo da análise das reclamações de cliente relacionadas com defeitos na montagem de foils

QC	Tipo reclamação	Cliente	Produto	Defeito	Tipo de foil	Technical Root Cause	Managerial Root Cause	Não detecção	Efeito na unidade final
1	OKM	BMW	KTM	Contaminação foil/conetor	FPC	Montagem da foil	Falta de conhecimento do operador do standard de montagem de foil	Defeito intermitente	Funcionalidade do display NOK
2	Campo	BMW	BKombi	Contactos foil danificados	FPC	Montagem da foil	Falta de conhecimento do operador do standard de montagem de foil	Defeito intermitente	Funcionalidade do display NOK
3	OKM	Audi	FPK 2+ C-BEV	Foil desalinhada com o conetor	FFC	Montagem da foil	Operador não cumpriu o standard	Defeito intermitente	Black Screen
4	OKM	Audi	C8PA	Conetor aberto	FFC	Montagem da foil	Operador não cumpriu o standard	Parâmetros da câmara de inspeção não detetaram o defeito	Funcionalidade do display NOK
5	OKM	Audi	Gen 1	Foil desalinhada com o conetor	FPC	Montagem da foil	Standard não é robusto o suficiente para este modo de falha	Parâmetros da câmara de inspeção não detetaram o defeito	Funcionalidade do display NOK
6	OKM	BMW	4.1	Contactos foil danificados	FFC	Montagem da foil	Standard não é robusto o suficiente para este modo de falha	Defeito intermitente	Funcionalidade do display NOK
7	OKM	BMW	4.1	Contactos foil danificados	FFC	Montagem da foil	Operador não cumpriu o standard	Defeito intermitente	Black Screen
8	OKM	eBike	eBike	Conetor aberto	FPC	Montagem da foil	Falta de conhecimento do operador do standard de montagem de foil	Não existe sistema de inspeção de montagem da foil	Funcionalidade do display NOK
9	Campo	Renault	V2	Conetor aberto	FPC	Montagem da foil	Falta de conhecimento do operador do standard de montagem de foil	Parâmetros da câmara de inspeção não detetaram o defeito	Funcionalidade do display NOK

Tabela 35: Resumo da análise das reclamações de cliente relacionadas com defeitos manuseamentos de PCBAs

QC	Tipo reclamação	Cliente	Produto	Defeito	Technical Root Cause	Managerial Root Cause	Não detecção	Efeito na unidade final
1	OKM	Audi	C8	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Imagem do display alterada
2	OKM	Audi	C8	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Imagem do display alterada
3	OKM	Audi	C8	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Imagem do display alterada
4	Campo	Audi	C8	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Imagem do display alterada
5	Campo	Audi	C8	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Imagem do display alterada
6	Campo	Audi	C8	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Imagem do display alterada
7	OKM	Audi	C8PA	Componente danificado	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Operador não cumpriu o standard	Defeito não testado no sistema de testes	Funcionalidades do display afetadas
8	OKM	Audi	B9PA	Componente danificado	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Operador não cumpriu o standard	Defeito intermitente	Funcionalidades do display afetadas
9	OKM	Audi	A3NF	Componente danificado	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Operador não cumpriu o standard	Defeito não testado no sistema de testes	Imagem do display alterada
10	OKM	BMW	4.1	Componente danificado	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito não testado no sistema de testes	Funcionalidades do display afetadas
11	OKM	BMW	4.1	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Funcionalidades do display afetadas
12	Campo	BMW	4.1	Componente com crack	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Operador não cumpriu o standard	Defeito intermitente	Funcionalidades do display afetadas
13	OKM	BMW	4.1	Componente danificado	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Operador não cumpriu o standard	Defeito não testado no sistema de testes	Ruído (componente solto dentro do cluster)
14	OKM	Volvo	-	Componente danificado	Colisão/bending durante o PCB Handling ao longo do processo	Falta de conhecimento do operador do standard	Defeito intermitente	Funcionalidades do display afetadas

APÊNDICE 2 – REGISTOS DOS DEFEITOS INTERNOS RELACIONADOS COM A MONTAGEM DE

CLASSIFICAÇÃO DE DEFEITOS CONFIRMADOS MOE2

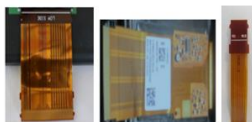
Conexão das foils

FLAW GROUP	GROUP
31 - Foils FFC	31,71 - Contaminação
	31,163 - Mal montada
32 - Foils FPC	32,71 - Contaminação
	32,163 - Mal montada
33 - Conetor de ligação das foils	33,71 - Contaminação
	33,166 - Mal fechado
	33, 167 - Aberto

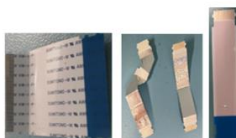


O registo adequado destes tipo de rejeições torna-se essencial para a veracidade e fidelidades dos dados de rejeição interna

FOIL FPC



FOIL FFC



Interno | BgP/QMM83 | 2021-03-01

© Bosch Car Multimediale Portugal, S.A. 2021. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



Figura 47: Alerta da qualidade afixado nas bancadas dos técnicos de análise para a correta execução dos defeitos internos relacionados com a montagem de foils

FOILS

APÊNDICE 3 – STANDARD DE MONTAGEM DE FOILS REDEFINIDO

Montagem de Foils (FFC/FPC)

Área de aplicação: MOE2

Fotos

Exemplos Foils FFC- Flex Foil Cable



Exemplos Foils FPC- Flex Printed Circuit



A



B

BigP/MOE2.10 | 2020-xx-xx

S. MOE2.115. V06. Montagem Conexão de Foils FFC, FPC

© Robert Bosch GmbH 2019. All rights reserved, also regarding any dissemination, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



Objetivo

- Garantir uma correta montagem da(s) foil(s) FFC e FPC no(s) conector(es)
- Evitar contaminação das foils e/ou conectores
- Garantir qualidade no processo de montagem de foils

Especificação

Esta atividade só pode ser realizada por colaboradores que tenham resultado positivo na formação de montagem de foils.

Sempre que é comunicado às chefias de linha que algum colaborador reprovou nesta formação, este colaborador não poderá executar esta atividade até voltar a repetir a formação e ser aprovado à mesma.

1- Antes da Montagem

- 1.1- O colaborador tem de verificar se o posto de montagem da(s) foil(s) está limpo e livre de contaminações;
- 1.2- A caixa onde são armazenadas as foils para montagem na linha, deve ser perfurada (Fig.A) e deve ter tampa (Fig.B) para evitar que contaminações se acumulem dentro da caixa.

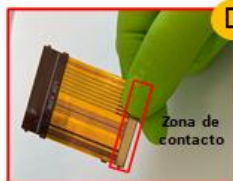
Montagem de Foils (FFC/FPC)

Área de aplicação: MOE2

Fotos



C



D



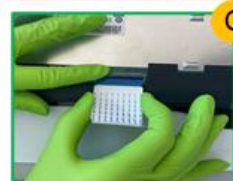
E



E



F



G

2 – Processo de Montagem

- 2.1 – Usar luvas de nitrilo, ajustadas ao tamanho da mão, para manusear e montar as foils (Fig. C) (*)
- 2.2 – Abrir o conector suavemente, sem forçar o conector para trás, evitando tocar nos pinos do mesmo ou em qualquer área da PCB. É proibida a utilização de qualquer tipo de ferramenta;
- 2.3 – Pegar numa foil de cada vez, sem tocar nas zonas de contacto (Fig. D)
- 2.4 – Inserir a foil no conector de uma só vez, com um ligeiro ângulo de inclinação em relação ao conector (aprox. 30°) e com os contactos virados para baixo, sem raspar com os mesmos em nenhuma superfície (Fig. E)
- 2.5 – Garantir que as abas da foil estão corretamente encaixadas nos ganchos do conector, e que a mesma se encontra paralela ao conector (Fig. F)
- 2.6 – Fechar o conector utilizando a mão livre (a outra deve continuar a garantir o correto posicionamento da foil). Estar atento ao click do conector, sem aplicar força excessiva, risco de danificar, nem força insuficiente, risco de não fechar (Fig. G)
- 2.7 – Garantir que o conector está devidamente fechado visualmente e passando levemente o dedo sobre o mesmo (este passo é obrigatório para os conectores mais largos e recomendado para os mais pequenos)

(*) Podem existir linhas de produção que utilizam as luvas de pano para realizar o processo de montagem de foils. Neste caso, esta alteração deve estar representada na IFC dessas linhas e avaliada em PFMEA.

2

BigP/MOE2.10 | 2020-xx-xx

S. MOE2.115. V06. Montagem Conexão de Foils FFC, FPC

© Robert Bosch GmbH 2019. All rights reserved, also regarding any dissemination, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



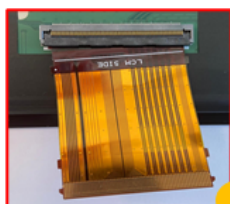
Montagem de Foils (FFC/FPC)

Área de aplicação: MOE2

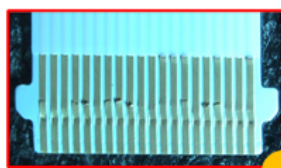
Fotos



H



I



J



K

2.8 – Depois do conector ter sido fechado, não é permitido nenhum ajuste na foil, nem abertura do mesmo na linha de produção (Fig. H);

2.9 – Quando a unidade der "MAU" no posto de inspeção ou se detectar visualmente uma incorreta montagem (Fig. I) a unidade tem de ser imediatamente levada para a bancada de análise (**).

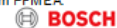
Na bancada de análise:

- Depois de abrir o conector suavemente e sem utilizar qualquer tipo de ferramenta, o técnico de análise, tem de analisar a foil com o auxílio da lupa, de modo a detetar possíveis danos ou contaminações;
- Após a análise, o técnico tem de fazer o registo da mesma

Em projetos onde é permitida a reutilização de foils (consultar Fluxo de Análise do produto):

- Caso a foil esteja danificada (Fig. J) ou contaminada (Fig. K), o técnico de análise, tem de fazer refugo da mesma imediatamente;
- Caso esteja em condições de reutilização, o técnico tem de assinalar a foil com uma pinta a marcador preto fora da zona de contacto;
- Quando der entrada na bancada de análise uma foil já assinalada, esta tem de ser sucata, uma vez que só é permitida 1 reutilização da mesma foil;
- Em caso de foils originalmente montadas no display pelo fornecedor é permitida a abertura do conector apenas 3 vezes. Quando este limite é excedido, fazer refugo do display.

(**) Podem existir produtos/linhas que aplicam passos intermediários entre os descritos neste standard. Esses passos devem ser descritos nas IFCs dessas linhas/produtos e analisadas em PFMEA.



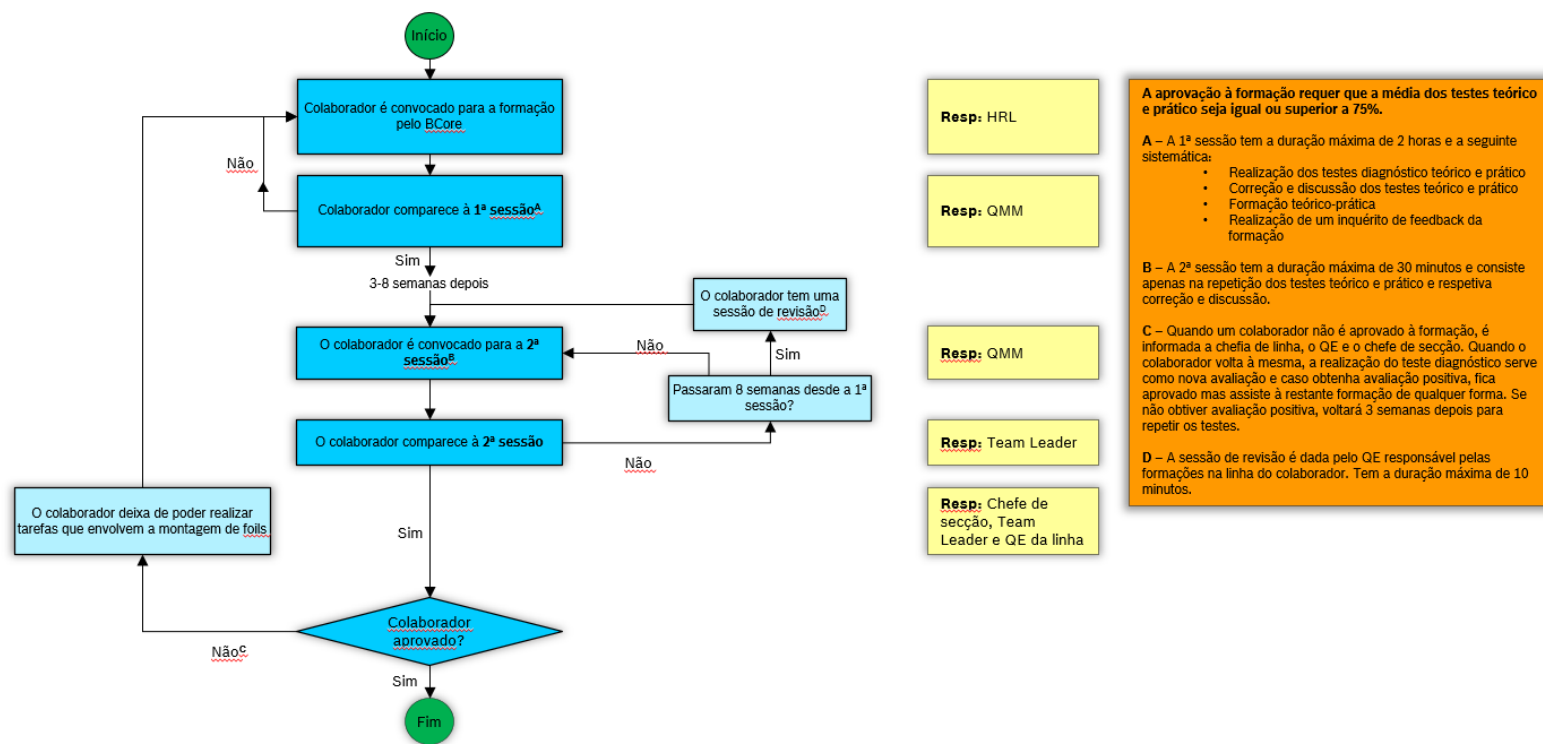
3

fig/MOE2.10 | 2020-09-02
S_MOE2.10_V08_Montagem - Conector de Foil FFC/FPC
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any deposit, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

Figura 48: Instruções de trabalho standard de montagem de foils redefinidas

APÊNDICE 4 – COMUNICAÇÃO DA NOVA METODOLOGIA DE FORMAÇÃO

NOVA METODOLOGIA DE FORMAÇÃO



Interno | BrgP/QMM-MQ-QE | 20201-04-09
P_MOE2_152_Formação de PCB Handling e Foils Assembly

© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



Figura 49: Folha de comunicação a MOE2 da nova metodologia de formação

APÊNDICE 5 – CONTEÚDOS FORMATIVOS DESENVOLVIDOS PARA A ADMINISTRAÇÃO DAS FORMAÇÕES

MONTAGEM DE FOILS

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO ELIMINAR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/CLIENTES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADOS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/BOARD

MONTAGEM DE FOILS QUAIS OS TIPOS DE FOILS QUE TEMOS NA BOSCH?

FFC (FLEXIBLE FLAT CABLE)

FPC (FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT)

ORDO VS COM REBORO MENOS FRÁGEIS

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO ELIMINAR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/CLIENTES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADOS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/BOARD

MONTAGEM DE FOILS O QUE É UMA FOIL?

É um fita elétrica e flexível, cuja principal função é garantir a comunicação entre dois componentes.

PCB
DISPLAY
CORPO DA FOIL

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO ELIMINAR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/CLIENTES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADOS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/BOARD

TESTE DE DIAGNÓSTICO

15 MINUTOS

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO ELIMINAR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/CLIENTES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADOS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/BOARD

MONTAGEM DE FOILS QUE DEFEITOS TEMOS ASSOCIADOS ÀS FOILS?

MANUSEAMENTO INCORRETO

Fois danificadas

Fois contaminadas

Fois mal montadas

X

AGENDA		
01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UM FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/CLIENTES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADAS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/ROAD

19

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2. CUMPRIR OS 5 PASSOS CHAVE

1. Abrir o conetor
2. Inserir a foil
3. Garantir o correto posicionamento da foil
4. Fechar o conetor
5. Garantir que o conetor está devidamente fechado

COMO VAMOS GARANTIR QUE CUMPRAMOS OS 5 PASSOS COM QUALIDADE PARA O PRODUTOR PARA O CLIENTE?

22

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2. CUMPRIR OS 5 PASSOS CHAVE

➡ 2. Inserir a foil

- ✓ Pegar na foil evitando tocar nos contactos da foil
- ✓ Inserir a foil de uma só vez com os contactos virados para baixo
- ✓ Encaixar as abas da foil nos ganchos do conetor *
- ✓ Não raspar com os contactos da foil em nenhuma superfície

* Existem produtos onde se curva ligeiramente a foil para trás neste passo

25

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

1. GARANTIR OS CUIDADOS ESSENCIAIS

➡ Antes de iniciar a montagem da foil

- ✓ Luvas de nitrilo adequadas ao tamanho da nossa mão
- ✓ Posto de montagem de foils devidamente limpo
- ✓ Garantir que as luvas estão sempre limpas

20

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2. CUMPRIR OS 5 PASSOS CHAVE

➡ 1. Abrir o conetor

- ✓ Abrir o conetor suavemente, evitando tocar nos componentes das PCBs ou em qualquer outra zona – contacto mínimo
- ✓ Não forçar o conetor para trás – risco de danificar o conetor
- ✓ Evitar tocar nos pinos do conetor – risco de contaminação
- ✓ Não utilizar quaisquer ferramentas

23

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2. CUMPRIR OS 5 PASSOS CHAVE

➡ 2. Inserir a foil

- ✓ Inserir a foil com um ligeiro ângulo

26

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2. CUMPRIR OS 5 PASSOS CHAVE

1. Abrir o conetor
2. Inserir a foil
3. Garantir o correto posicionamento da foil
4. Fechar o conetor
- 5.

21

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2. CUMPRIR OS 5 PASSOS CHAVE

➡ 1. Abrir o conetor

- ✓ Abrir o conetor suavemente, evitando tocar nos componentes das PCBs ou em qualquer outra zona – contacto mínimo
- ✓ Não forçar o conetor para trás – risco de danificar o conetor
- ✓ Evitar tocar nos pinos do conetor – risco de contaminação
- ✓ Não utilizar quaisquer ferramentas

21

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2. CUMPRIR OS 5 PASSOS CHAVE

➡ 3. Garantir o correto posicionamento da foil

- ✓ Garantir que as abas da foil estão corretamente encaixadas nos ganchos do conetor
- ✓ Garantir que a linha branca / azul da foil está paralela ao conetor

➡ 4. Fechar o conetor

- ✓ Utilizar a mão livre
- ✓ Estar atento ao click do conetor
- ✓ Não aplicar força excessiva (risco de danificar) nem força insuficiente (risco de não fechar)

➡ 5. Garantir que o conetor está devidamente fechado

- ✓ Nos conetores mais largos, passar levemente o dedo ao longo do conetor

27

MONTAGEM DE FOILS
#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

FOILS DANIFICADAS
Contactos danificados



Foil cortada



10 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO ELIMINAR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/CLIENTES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADOS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/ROUND

13 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

MONTAGEM DE FOILS
#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES / CLIENTES
COMO PASSAM OS DEFEITOS NOS TESTES DO PROCESSO?



- Defeitos podem ser intermitentes
- Defeitos podem ocorrer depois dos testes
- Os testes não são 100% fiáveis (brilhos, sombras, etc.)

PORQUE É QUE A MONTAGEM DE FOILS É CRÍTICA?

 Processo totalmente manual e dependente dos colaboradores

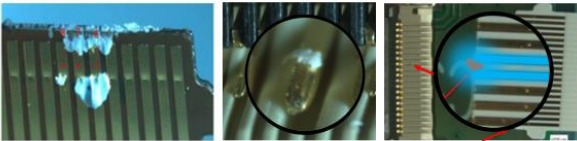
16 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

MONTAGEM DE FOILS
#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

FOILS CONTAMINADAS

Contaminações isolantes resultantes de resíduos orgânicos

Contaminações condutivas resultantes de resíduos metálicos

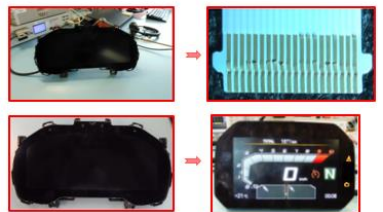


11 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

MONTAGEM DE FOILS
#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES / CLIENTE

- ➔ Funcionamento intermitente
- ➔ Perda de funções
- ➔ Falta de iluminação
- ➔ Iluminação intermitente



14 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

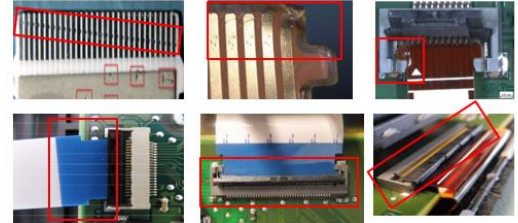
AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO ELIMINAR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/CLIENTES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADOS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/ROUND

17 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

MONTAGEM DE FOILS
#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

FOILS MAL MONTADAS



12 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

MONTAGEM DE FOILS
#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES / CLIENTE

- ➔ Funcionamento incorreto
- ➔ Falta de iluminação



15 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

MONTAGEM DE FOILS
#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS

Reclamações do cliente

Ano	Reclamações
2018	6
2019	8
2020	7

Só nos 6 primeiros meses de 2021 temos registo de 6514 foils NOK!

TOTAL = 21 UNIDADES RECLAMADAS
> 5 000 € / unidade

> 105 000 €

Monetários
Insatisfação do cliente
Imagem
Ambiente de trabalho

40 m

18 Infineon - Rgt019148-120101414
© Bosch Car Electronics Portugal S.A. 2020. All rights reserved. none regarding any design, registration, trademark, selling, distribution, or use in the event of application for industrial property rights.

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

28

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

1 Abrir o conetor

29

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

2 Inserir a foil

30

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

3 Garantir o correto posicionamento da foil

31

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

4 Fechar o conetor

32

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

5 Garantir que o conetor está devidamente fechado

33

MONTAGEM DE FOILS

COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?

1. GARANTIR OS CUIDADOS ESSENCIAIS

É PROIBIDO puxar/ajustar a foil depois do conetor estar fechado

É PROIBIDO abrir o conetor e proceder a nova montagem da foil depois deste ter sido fechado

↓
PORQUÊ?

↓
Porque aumentamos o risco de **danificar e contaminar** a foil

Sempre que der "**MAU**" na inspeção das foils as unidades têm de ir **OBRIGATORIAMENTE** para a bancada do técnico de análise para este examinar o defeito

34

MONTAGEM DE FOILS

STANDARDS VS IFCs

3. O QUE DEVO FAZER NO MEU DIA-A-DIA

O cumprimento dos **standards** é essencial para que os nossos produtos tenham sempre a maior **qualidade** possível

↓
MAS
↓

Devo cumprir **SEMPRE** aquilo que está descrito nas **IFCs, alertas e notas de qualidade**, mesmo que tenha algo diferente do standard.

Todas essas instruções são estudadas ao pormenor e são necessárias para garantir a qualidade

35

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS À INCORRETA MONTAGEM DE FOILS	07 COMO ELIMINAR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA FOIL? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/ESTERES	08 TREINO DE MONTAGEM DE FOILS
03 TIPOS DE FOILS UTILIZADAS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/RECURSO

36



Figura 50: Novos conteúdos formativos da formação de montagem de foils



AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS AO MAU MANUSEAMENTO DE PCBs	07 COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA PCB? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/ELÉTRICAS	08 TREINO DE MANUSEAMENTO DE PCBs
03 PCBs UTILIZADAS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/QUIZ

MANUSEAMENTO DE PCBs
CARACTERÍSTICAS DAS PCBs

DIMENSÃO

≠

FORMA / DESIGN

≠

COMPLEXIDADE ELETRÔNICA

=

FRAGILIDADE

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS AO MAU MANUSEAMENTO DE PCBs	07 COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA PCB? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/ELÉTRICAS	08 TREINO DE MANUSEAMENTO DE PCBs
03 PCBs UTILIZADAS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/QUIZ

MANUSEAMENTO DE PCBs
O QUE É UMA PCB?

Printed Circuit Board (PCB) é uma placa eletricamente isolante com duas faces que apresenta um complexo circuito elétrico

INÍCIO

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS AO MAU MANUSEAMENTO DE PCBs	07 COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA PCB? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/ELÉTRICAS	08 TREINO DE MANUSEAMENTO DE PCBs
03 PCBs UTILIZADAS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/QUIZ

TESTE DE DIAGNÓSTICO

15 MINUTOS

AGENDA

01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS AO MAU MANUSEAMENTO DE PCBs	07 COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA PCB? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/ELÉTRICAS	08 TREINO DE MANUSEAMENTO DE PCBs
03 PCBs UTILIZADAS NA BOSCH CARACTERÍSTICAS COMUNS E NÃO COMUNS DOS VÁRIOS TIPOS	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK/QUIZ

MANUSEAMENTO DE PCBs
DEFEITOS ASSOCIADOS AO MAU MANUSEAMENTO DE PCBs

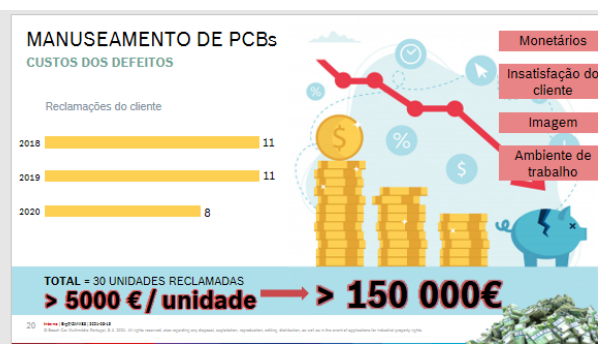
MANUSEAMENTO INCORRETO

Componentes danificados

Soldas partidas

Contaminações

X



AGENDA

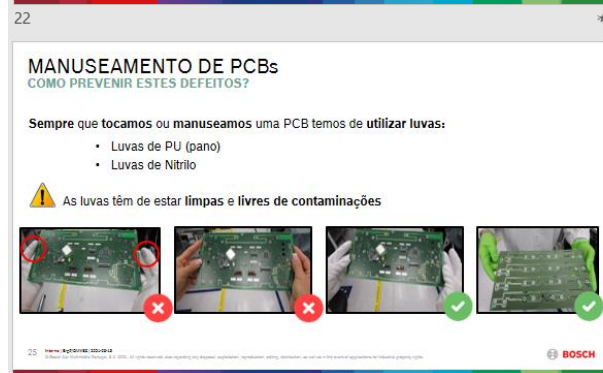
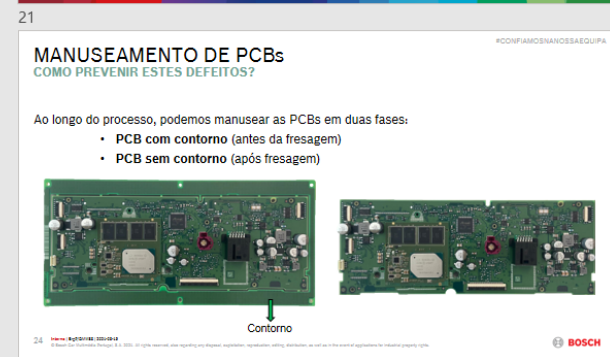
01 TESTE DE DIAGNÓSTICO	04 DEFEITOS ASSOCIADOS AO MAU MANUSEAMENTO DE PCBs	07 COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?
02 O QUE É UMA PCB? QUAL A FUNÇÃO QUE DESEMPENHA?	05 CONSEQUÊNCIAS DOS DEFEITOS NAS UNIDADES/COMPONENTES	08 TREINO DE MANUSEAMENTO DE PCBs
03 PCBs UTILIZADAS NA NOSSA CARACTERÍSTICAS DAS PCBs	06 CUSTOS ASSOCIADOS AOS DEFEITOS	09 FEEDBACK

#CONFIAMOSNANOSSEQUIPA

21 Bosch



- ### MANUSEAMENTO DE PCBs
- #### COMO PREVENIR ESTES DEFEITOS?
- As regras de ouro para prevenir defeitos:
1. Não tocar/pegar nos componentes
 2. Durante o transporte da PCB garantir a estabilidade da placa para impedir curvaturas e stress (cumprir IFC)
 3. Evitar embates com as placas e sempre que isto aconteça, colocar a mesma para análise / refugo
-
- #CONFIAMOSNANOSSEQUIPA
- 23 Bosch



MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DE PCB COM CONTORNO

Colocar ou retirar a PCB do container quando posto de montagem é realizado sentado e/ou não permite que se retire com as duas mãos

- Manusear a PCB pelos contornos, com uma mão
- Retirar ou colocar a PCB de baixo para cima
- Suportar a placa com duas mãos quando estiver fora do container

28

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DA PCB COM CONTORNO

Transporte da PCB

- Transportar a PCB pelo contorno
- Transportar a PCB com as duas mãos

29

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DE PCB COM CONTORNO

Colocar PCB nos correias de transporte

- Manusear a PCB pelo contorno
- Manusear a PCB com as duas mãos sempre que seja possível*
- Pousar a PCB na sua totalidade nas correias de transporte

* Nissan realiza esta tarefa com apenas 1 mão

30

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DA PCB SEM CONTORNO

Transporte da PCB

- Transportar a 1 PCB de cada vez pelas extremidades
- Transportar a PCB com as duas mãos sempre que as dimensões/design o permitam
- Transporte da PCB com uma mão tem de ser feito pela zona central da mesma para se garantir a estabilidade

* Evitar uma linha de MOE2 onde se execute este tipo de transporte

31

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DA PCB SEM CONTORNO

Transporte da PCB

- Transportar a 1 PCB de cada vez pelas extremidades
- Transportar a PCB com as duas mãos sempre que as dimensões/design o permitam
- Transporte da PCB com uma mão tem de ser feito pela zona central da mesma para se garantir a estabilidade

32

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DA PCB SEM CONTORNO

Retirar a PCB dos tapetes

- Pegar com as duas mãos sempre que a dimensão/design permitam
- Pegar na PCB pelas extremidades

33

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DA PCB SEM CONTORNO

Colocar ou retirar a PCB do blister

- Retirar ou colocar a PCB pelas zonas de pega
- Retirar as PCBs da mais próxima para a mais distante (FIFO)
- Colocar as PCBs da mais distante para a mais próxima (FIFO)

34

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DA PCB SEM CONTORNO

Colocar ou retirar a PCB do blister

- Retirar ou colocar a PCB pelas zonas de pega
- Retirar as PCBs da mais próxima para a mais distante (FIFO)
- Colocar as PCBs da mais distante para a mais próxima (FIFO)

35

MANUSEAMENTO DE PCBs
MANUSEAMENTO DA PCB SEM CONTORNO

Colocar/retirar nas bases de testes elétricos e funcionais

- Retirar ou colocar a PCB respeitando as zonas de pega

* Evitar uma linha de MOE2 onde o correto é pegar pelo componente

IMPORTANTE
A colocação do PCB nas bases dos sistemas de teste/dispositivos deve ser definida e identificada no monitor e na instrução de trabalho (IFC)

36

MANUSEAMENTO DE PCBs

MANUSEAMENTO DA PCB SEM CONTORNO

Retirar ou colocar nas bases de testes elétricos e funcionais quando existe zona de abordagem definida (MOE1 e algumas linhas MOE2)

- Colocar ou retirar a PCB **respeitando as zonas de pega/abordagem** (identificadas a verde)

IMPORTANTE

A colocação do PCB nas bases dos sistemas de teste/dispositivos deve ser definida e identificada no monitor e na instrução de trabalho (IFC)

MANUSEAMENTO DE PCBs

POSICIONAMENTO DO COLABORADOR

Retirar ou colocar nas bases de testes elétricos e funcionais

- O colaborador deve posicionar-se sempre paralelamente (de frente) para FCT, ICT e Jigs

CHOQUE MECÂNICO

MANUSEAMENTO DE PCBs

CUIDADOS ESSENCIAIS

- Sempre que um PCB cai em qualquer lado ou sofre um choque é refugo
- As máscaras de proteção têm de ser utilizadas
- As tampas acrílicas têm de estar fechadas durante as pausas de produção (+ 10min)
- Sempre que um container cai ao chão todas as placas devem ir para refugo

MANUSEAMENTO DE PCBs

CUIDADOS ESSENCIAIS

- Sempre que existam containers com placas caídas, nenhuma das placas pode ser utilizada. O chefe de linha tem de ser imediatamente informado
- Nunca abastecer ou utilizar PCBs em containers danificados. Containers NOK são identificados para posterior envio para a área de manutenção
- Garantir sempre que os PCBs estão no mínimo 1cm dentro do container

MANUSEAMENTO DE PCBs

CUIDADOS ESSENCIAIS

- Acondicionamento das PCBs na bancada de análise tem de ser feito nas áreas definidas para o efeito respeitando o WIP

MANUSEAMENTO DE PCBs

STANDARDS VS IFCs

- O QUE DEVO FAZER NO MEU DIA-A-DIA

O cumprimento dos **standards** é essencial para que os nossos produtos tenham sempre a maior **qualidade** possível

↓
MAS
↓

Devo cumprir **SEMPRE** aquilo que está descrito nas **IFCs, alertas e notas de qualidade**, mesmo que tenha algo diferente do standard. Todas essas instruções são estudadas ao pormenor e são necessárias para garantir a qualidade

Figura 51: Novos conteúdos formativos da formação de manuseamento de PCBA

ANEXO 1 – PRINCÍPIOS DA QUALIDADE



Figura 52: 14 Princípios da Qualidade do Grupo Bosch

1. Sempre que ocorre algum defeito, este deve ser comunicado a todos os operadores, principalmente ao operador do posto de trabalho em questão, de forma a sensibilizar e evitar a recorrência dos mesmos;
2. Existem limites de reação pré-definidos, implementados e que devem ser cumpridos. Caso existam desvios, estes devem ser comunicados e deve-se agir em conformidade com o planeado;
3. Têm de existir instruções de trabalho, de higiene, de segurança, entre outras e estas têm de ser atualizadas sempre que haja alguma alteração;
4. Todos os parâmetros do processo que tenham impacto na qualidade do produto têm de estar definidos e verificados sistematicamente;
5. Todas as ferramentas de inspeção e controlo de parâmetros de processo devem estar calibradas;
6. Todos os testes ou processos para detetar erros devem ser fiáveis;
7. Todas as máquinas e equipamentos têm manutenção preventiva e reativa de forma a torná-los fiáveis;
8. Cada ferramenta tem de ser inspecionada quando retirada ou desmontada, para verificar danos de desgaste ou fissuras;
9. Têm de existir *standards* definidos que indiquem como se deve proceder após uma interrupção, uma vez que as interrupções ao processo produtivo representam um risco de qualidade nos produtos;
10. Todos os materiais têm de estar claramente identificados em toda a cadeia de valor, como sendo um material conforme, não conforme, ou um material bloqueado;

11. Tem de existir um processo *standard* definido para o retrabalho de peças, ou unidades rejeitadas;
12. Todos os materiais que saiam fora do seu fluxo normal produtivo são potenciais danos para a qualidade do produto e, por isso, devem ser sucitados de imediato;
13. Todos os materiais devem estar no local devidamente identificados e deve existir um sistema plantado que assegure a utilização correta das peças;
14. Todo o manuseamento do material deve estar claramente definido, assim como devem ser asseguradas as condições de transporte e armazenamento, de forma a prevenir qualquer influência negativa na qualidade dos produtos.

ANEXO 2 – CONTEÚDOS FORMATIVOS UTILIZADOS NA METODOLOGIA DE FORMAÇÃO ANTERIOR

MONTAGEM DE FOILS
Curso

MENSAGEM DO FUNDADOR
St. Robert Bosch
Todos nós devemos-nos esforçar para melhorar o status atual; nenhum de nós deve estar satisfeito com o que foi alcançado, e deve sempre esforçar-se para fazer melhor.

Evolução dos processos na Bosch
ANTES: Ajustamento manual, Ajustamento de dois semáforos manual, Utilização das Solas PTIC no processo de montagem, Ajustamento manual dos contactos a mão.
DEPOIS: Ajustamento com robôs automáticos, Ajustamento automático dos semáforos, Ajustamento automático dos contactos a máquina.

Evolução dos processos na Bosch
AGORA: Montagem de dois semáforos manual.
NO FUTURO: Montagem de dois semáforos manual, com contactos de cobre e prata.
O futuro ainda é imprevisível para um dos materiais mais frágeis da empresa! Não haver um futuro, asseguremos o presente!

Agenda do curso
1. Introdução: Diagnosticar
2. Situação a nível "eu no papel do outro"
3. Situação atual "somos todos responsáveis"
4. Montagem de foils "como fazer?"
5. Situação a nível "reflexão e avaliação"
6. Conclusão: Implementar mudanças

Atividade a pares - eu no papel do outro
Para a atividade, os participantes devem estar sentados em pares. No final da atividade, cada um tem de se apresentar ao final da formação de informação que o colega a seguir tem de fornecer.

Situação atual - somos todos responsáveis
Contactos levantados, Foil mal montado, Contaminação, Foil cortado.
Um contacto levantado, uma foil mal montada, uma contaminação ou uma foil cortada são suficientes para o ecrã do nosso cliente não funcionar. Se não fizermos isto bem, de que valem os restantes processos?

Situação Atual - somos todos responsáveis
Em 2008, em reclamações externas devido a foils em 2019, houve um aumento de reclamações externas devido a foils em 2019.

Montagem de foils - Como fazer?
Aberto o conector, Confirmar posição dos dados, Fechar o conector com o dedo do indicador, Montar o foil, Fechar o conector.

MONTAGEM DE FOILS
Cuidados essenciais
Utilizar luvas ajustadas ao tamanho das mãos!

Utilizar o dedo indicador e polegar para abrir o conector. Não forçar a abertura deste para trás - risco de partir!

Não inserir foil com contactos para cima!

Não tocar nos contactos com luvas ou mãos!

Inserir a foil com um ângulo aproximado de 90°, de forma a não raspar das abas do conector.

Não colocar a foil primeiro de um lado e depois do outro. Colocar paralelamente! E muitas vezes a causa do defeito abaixo.

Não sobrepor a foil no poka-yoke. Este deve ajustar e servir de segurança para sabermos se ficou bem ou mal colocada.

Não tocar nos pinos inferiores do conector ao inserir foils! É muitas vezes a causa do defeito abaixo. É crucial não raspar com os contactos em qualquer superfície. Proteger os contactos é essencial!

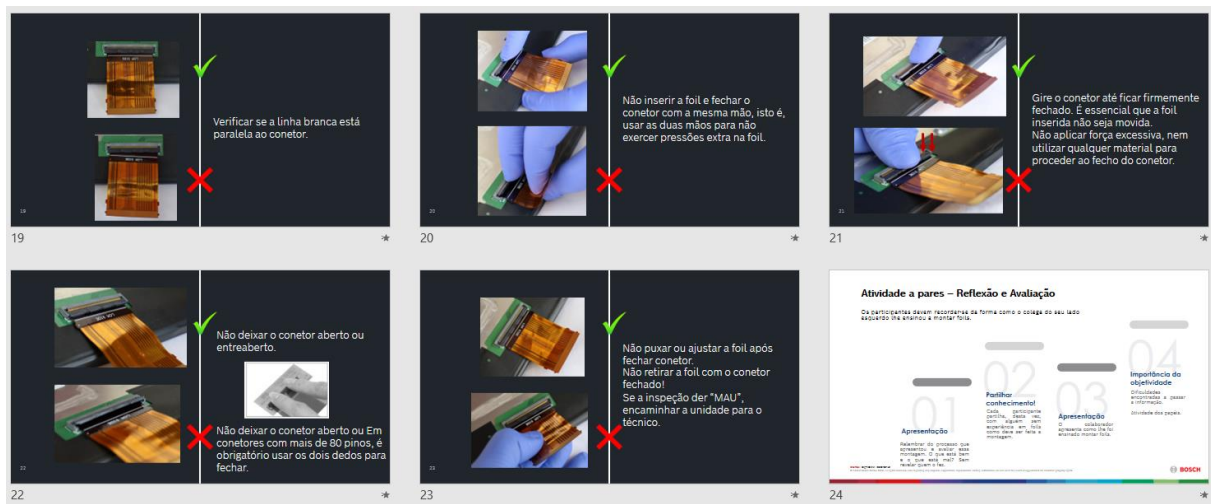


Figura 53: Conteúdos formativos para a formação de montagem de foils (ficheiro 1)

Formação_Montagem_Conexão de foils

Índice

- Tipos de Foils
- Aspectos a ter em atenção antes da montagem - Contaminação
- Processo de Montagem de Foils
- Verificação / Controlo após conexão
- Exemplos OK / NOT OK
- Realização prática - Montagem / conexão de foils
- Checklist de validação

Formação_Montagem_Conexão de foils

Objetivos

Principais objetivos:

- Realizar uma perfeita conexão da foil ao conector, no topo, a foil tem de estar totalmente inserida no conector.

Formação_Montagem_Conexão de foils

Objetivos

Principais objetivos:

- Avaliar e validar corretamente as amostras (OK e NOT OK)

Formação_Montagem_Conexão de foils

Exemplos de Conectores

CONECTOR ZIF (Zero Insertion Force) CONECTOR LIF (Low Insertion Force)

Formação_Montagem_Conexão de foils

Exemplos de Foils

FOILS FFC - Flex Foil Cable

FOILS FPC - Flex Printed Circuit

Formação_Montagem_Conexão de foils

Especificações

1. Antes da Montagem / Conexão

1.1 Verificar que no ponto de montagem da(s) foil(s), não existe qualquer tipo de contaminação - importante cumprir com os procedimentos de limpeza (ISO).

Neste processo de conexão das foils, é fundamental que toda a área envolvente esteja limpa.

Qualquer partícula é uma potencial fonte de contaminação, podendo causar defeitos elétricos (curto circuito/isolamento).

Formação_Montagem_Conexão de foils

Especificações

2. Processo de Montagem / Conexão

2.1 Abrir o conector com o dedo

Formação_Montagem_Conexão de foils

Especificações

2.2 Pegar na foil pelas extremidades podendo contudo utilizar-se o indicador para guiar a foil. Não é permitido tocar na zona de contacto (evitar contaminação).

Zona de contacto

Atenção: no caso das foils FPC, ter cuidado não puxar com demasiada força para não danificar o conector na zona perto da foil. Nunca puxar no display pela FOL.

Formação_Montagem_Conexão de foils

Especificações

2. Processo de Montagem / Conexão

2.3 Pagar na foil sem tocar na área de contacto e inserir corretamente no conector.

A área de contacto tem que ficar completamente inserida no conector.

Formação_Montagem_Conexão de foils

Especificações

2.4 Após inserção da foil, verificar se as abas laterais da foil estão totalmente inseridas nos ganchos laterais do conector (conectores do tipo ZIF).

E se a foil está completamente dentro do conector no caso dos conectores do tipo LIF.

Formação_Montagem_Conexão de foils

Especificações

2.5 Fechar o conector na sua totalidade, ou seja, de forma a que não seja possível a sua abertura por handling/vibração.

2.6 Verificar que a foil ficou bem montada e o conector bem fechado.

Formação_Montagem_Conexão de foils

Especificações

2. Processo de Montagem / Conexão

Validação de montagem com inspeção via cognos (não é permitido a abertura do conector)

No 2º lado NOT OK (se re-foils for efetuado sem abrir o conector) a unidade deverá ser enviada para o técnico de análise.

FOIL FFC sem estar conectada por ex. Display ou FPC - foil vai para refugo

FOIL FPC conectada por ex. Display ou FPC - foil tem que validar

FOIL FPC conectada no ndo - acesso tem que validar

NOTA: Se abrimos o conector se a mesma via para refugo de linha / fornecedor



Figura 54: Conteúdos formativos para a formação de montagem de foils (ficheiro 2)



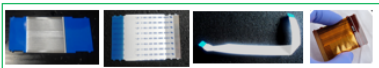
Figura 55: Conteúdos formativos para a formação de manuseamento de PCBAs

ANEXO 3 – STANDARD DE MONTAGEM DE FOILS

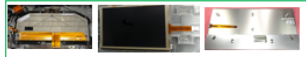
Montagem/Conexão de Foils (FFC/FPC)

Fotos/Desenhos

Exemplos Foils FFC- Flex Foil Cable



Exemplos Foils FPC- Flex Printed Circuit



Caixa para foils no posto de montagem



2.1



2.2



BigP/MOE2.10 | 2020-xx-xx
S_MOE2_115_V06_Montagem Condição de Foils FFC_FPC
© Robert Bosch GmbH 2019. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

Objetivo

- Montar/conectar corretamente a foil no PCB
- Evitar contaminação
- Garantir qualidade

Especificação

1- Antes da Montagem

1.1- O colaborador tem de verificar se no posto de montagem da(s) foil(s), não existe qualquer tipo de contaminação.

1.2- A caixa onde são depositadas as foils para montagem na linha, deve ser perfurada e deve ter tampa (tal como mostra figura ao lado), para evitar que contaminação se acumule dentro da caixa.

1.3- O colaborador tem de pegar na foil pelas extremidades, não é permitido tocar na zona de contacto (evitar contaminação).

2- Processo de Montagem

2.1- Usar luvas de nitrilo, ajustadas ao tamanho da mão, para manusear as foils

2.2- Abrir o conector com o dedo indicador e polegar (não forçar a abertura do conector para trás para evitar danificá-lo)

2.3- Colocar contatos da foil virados para baixo

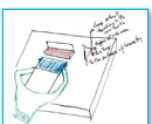
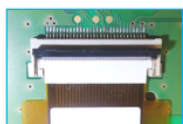
2.4- Evitar tocar nos contatos (evitar contaminação)

BOSCH

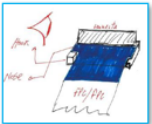
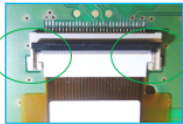
Montagem/Conexão de Foils (FFC/FPC)

Fotos/Desenhos

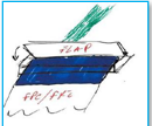
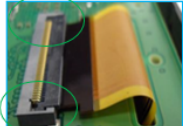
2.4



2.4



2.5



BigP/MOE2.10 | 2020-xx-xx
S_MOE2_115_V06_Montagem Condição de Foils FFC_FPC
© Robert Bosch GmbH 2019. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

Especificação

2.5- Não raspar a zona dos contatos em nenhum superfície pois é muito sensível e pode danificar-se facilmente

2.6 - Inserir a foil inclinada (recomendável ângulo de aproximadamente 30° em relação ao conector)

2.7- Ajustar a foil ao poka-yoke (ajustar abas laterais ao poka-yoke sem sobrepor o mesmo)

2.8- Assegurar que a foil está paralela ao conector

2.9- Assegurar que o conector ficou bem fechado

2.10- Após fechar o conector, nenhum ajuste pode ser feito – caso dê mau na inspeção, tem que ir para a bancada de análise.

Em caso de abertura do conector:

- Se se tratar de uma foil FFC, a mesma vai para refugo.
- Se se tratar de uma foil FPC, a mesma vai para a bancada do técnico pois só após a sua validação poderá voltar a entrar no processo. No entanto, se o conector for aberto 3X, a foil vai para refugo.

Área de aplicação: MOE2

BOSCH

Figura 56: Instrução de trabalho standard existente na empresa para a montagem de foils