



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Alexandra Cunha Ribeiro

**Implementação da metodologia QRQC na secção
de montagem de uma empresa produtora de
aparelhos óticos de precisão**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Sérgio Dinis Teixeira de Sousa

outubro de 2023

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-NãoComercial

CC BY-NC

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

AGRADECIMENTOS

Como diz o hino da Universidade do Minho, "estes anos são viagem", e que viagem. A conclusão da dissertação é o fechar de um capítulo que vai deixar saudades. Estando aqui, não posso deixar de agradecer as amizades, aprendizagens e experiências que me transformaram na pessoa que sou hoje.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Sérgio Dinis Teixeira de Sousa, pela sua orientação experiente, *insights* valiosos e apoio contínuo ao longo de todo o processo de pesquisa e desenvolvimento da dissertação. A sua dedicação e disponibilidade foram fundamentais.

Gostaria também de expressar a minha gratidão à equipa da Leica - Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., com especial destaque ao meu supervisor em empresa, o Engenheiro Rui Pimentel, e aos meus mentores, a Engenheira Cristina Gonçalves e o Engenheiro Rémi Ferreira. Agradeço à organização a disponibilidade e a prontidão em facilitar os recursos, permitindo-me ter acesso aos dados e informações relevantes para o projeto. A todo o departamento de Qualidade e equipa da Câmara agradeço o apoio e flexibilidade para o esclarecimento de dúvidas e partilha de conhecimento.

Não posso deixar de mencionar os meus colegas e amigos que forneceram apoio ao longo desta jornada. As discussões enriquecedoras, trocas de ideias e encorajamento mútuo foram cruciais para manter a motivação e sanidade ao longo dos 5 anos.

Agradeço aos meus familiares, aos que me puderam ver aqui chegar e aos que me apoiaram durante o meu percurso, não estando aqui hoje. Obrigada pelo incentivo ao longo dos anos.

Quero expressar a minha gratidão a todos os autores cujas pesquisas e trabalhos serviram de base para esta dissertação. O presente trabalho não teria sido possível sem o contributo conjunto destas pessoas e instituições.

Por último, mas não menos importante, quero dedicar a presente dissertação à minha mãe e agradecer pela educação e valores transmitidos.

Mais uma vez, o meu sincero obrigado a todos os envolvidos, que desempenharam um papel fulcral na concretização deste projeto.

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 da metodologia QRQC na secção de montagem de uma empresa produtora de aparelhos óticos de precisão

RESUMO

A presente dissertação tem como intuito apresentar o projeto desenvolvido na Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S. A, na qual foi aplicada a metodologia QRQC, de forma a dar uma resposta rápida e eficaz a problemas de qualidade na secção de montagem da fábrica.

Diante do quadro atual de competitividade entre as organizações, a capacidade das empresas em produzir, reter e disseminar conhecimento torna-se essencial para o seu desempenho, assim como a velocidade em responder às necessidades dos seus clientes. O presente projeto surgiu da necessidade da organização dar continuidade à melhoria dos níveis de rejeição interna, através da resolução de problemas diretamente no chão de fábrica, de forma rápida e sistemática. O foco a atingir consistia na criação de pensamento orientado para a rápida resolução de problemas, em equipa.

Numa primeira abordagem foi realizado um diagnóstico sobre o processo de resolução de problemas e foram analisados os principais indicadores associados à gestão da qualidade do produto.

Posto isto, foi desenvolvida a proposta de implementação da metodologia QRQC. Motivada pelas necessidades internas da organização, foi desenvolvida uma proposta complementar, uma ferramenta de apoio à decisão para o controlo e garantia de qualidade, baseada em critérios críticos de avaliação de problemas de qualidade esporádicos.

O período de implementação mostrou-se curto para extrapolar ganhos mesuráveis quanto à implementação da metodologia QRQC. Não obstante, o teste piloto foi bem-sucedido. O *feedback* da equipa foi positivo, todos os ciclos QRQC foram fechados dentro do prazo previsto e a reincidência dos problemas à data de fim de estágio foi nula. A nível da proposta complementar, durante o período de teste, a taxa de acerto da matriz sugestão foi de 90,9%.

PALAVRAS-CHAVE

Apoio à decisão, Gestão da Qualidade, Indicadores de desempenho, QRQC, Resolução de problemas

Implementation of the QRQC methodology in the assembly section of a precision optical devices company

ABSTRACT

This dissertation aims to present the project developed at Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S. A, in which the QRQC methodology was applied, to provide a quick and effective response to quality problems in the assembly section of the factory.

Given the current situation of competitiveness between organizations, the ability of companies to produce, store and disseminate knowledge becomes essential for their performance, as well as the speed in responding to the needs of their customers. This project arose from the organization's need to continue improving internal rejection rates, by solving problems directly on the factory floor, quickly and systematically. The focus to be achieved consisted in the creation of a logical and structured thinking process aimed to quickly solve problems, as a team.

In a first approach, a diagnosis was carried out on the problem-solving process and the main indicators associated with product quality management were analysed.

Consequently, the proposal for implementing the QRQC methodology was developed. Motivated by the organization's internal needs, a complementary proposal was developed, a decision support tool for quality control and assurance, based on critical criteria for evaluating sporadic quality problems.

The implementation period was short to extrapolate measurable gains from the implementation of the QRQC methodology. Nevertheless, the pilot test was successful. The team feedback was positive, all QRQC cycles were completed within the expected deadline and there was no recurrence of the problems until the end of the internship. At the level of the complementary proposal, during the test period, the success rate of the matrix was 90.9%.

KEYWORDS

Decision Support, Performance Indicators, Problem Solving, QRQC, Quality Management

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos e Resultados Esperados.....	2
1.3. Metodologia de Investigação	2
1.4. Estrutura da Dissertação	4
2. Revisão da Literatura	6
2.1. Evolução do conceito de qualidade em contexto de manufatura	6
2.1.1. Função perda de Taguchi	7
2.1.2. Problema de qualidade	8
2.2. Ferramentas da qualidade.....	10
2.2.1. Ferramentas básicas da qualidade.....	10
2.2.2. Outras ferramentas da qualidade	11
2.3. Metodologias de resolução de problemas.....	12
2.3.1. Metodologia 8D	13
2.3.2. Processo de Gestão A3.....	14
2.3.3. Metodologia QRQC	15
2.3.4. Comparação entre metodologias de resolução de problemas.....	18
2.4. Mecanismos de priorização	19
2.4.1. Matriz Esforço/Impacto	19
2.4.2. Matriz de Risco.....	19
2.4.3. Matriz GUT	20
2.4.4. Análise de modo e efeito de falha.....	21
2.4.5. Comparação entre mecanismos de priorização	22

2.5.	Mudança e Excelência Organizacional.....	23
3.	Caraterização do Contexto de Estudo	25
3.1.	A Empresa: Leica - Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.	25
3.2.	Processo Produtivo.....	27
3.3.	Gestão e Garantia da Qualidade.....	29
3.3.1.	Garantia da Qualidade de Fornecedores.....	29
3.3.2.	Qualidade de Série: Ótica.....	30
3.3.3.	Qualidade de Série: Mecânica.....	30
3.3.4.	Qualidade de Série: Montagem	32
3.4.	Câmara.....	32
3.4.1.	Mecanismo <i>e-messer</i>	33
3.4.2.	Montagem: Câmara.....	34
3.5.	Gestão da Informação	37
4.	Análise crítica do problema	38
4.1.	Processo de resolução de problemas.....	38
4.2.	Análise de aspetos críticos.....	39
4.2.1.	Criticidade de caraterísticas do produto.....	39
4.2.2.	Devoluções externas	40
4.2.3.	Rejeição interna.....	42
4.2.4.	Cumprimento do prazo de resposta	47
4.3.	Premissas para o desenvolvimento do projeto.....	49
5.	Implementação da metodologia QRQC	50
5.1.	Etapa 1 - Detecção da não conformidade	54
5.2.	Etapa 2 - Comunicação do problema	55
5.3.	Etapa 3 - Análise do problema	56
5.4.	Etapa 4 - Verificação das ações	58
5.5.	Gestão Visual	59
5.5.1.	Impresso de registo QRQC.....	59
5.5.2.	Cartões "Guia de resolução"	61
5.6.	Gestão da Informação	64
5.7.	Implementação piloto.....	64

6. Framework para seleção da metodologia de resolução e priorização de problemas de qualidade esporádicos.....	66
6.1. Critérios críticos	66
6.2. Priorização da intervenção.....	70
6.3. Correspondência problema/metodologia de resolução	71
6.4. Interface	75
6.5. Implementação piloto	77
7. Análise e discussão dos resultados.....	78
7.1. Impacto da implementação na organização	78
7.2. Relação com a literatura.....	83
8. Considerações Finais	86
8.1. Dificuldades e limitações	87
8.2. Trabalho futuro	88
Referências Bibliográficas	89
Apêndice I – Processo de fabricação do mecanismo <i>e-messer</i>	96
Apêndice II – Processo de montagem dos elementos da câmara analógica	97
Apêndice III – Processo de montagem dos elementos da câmara digital	100
Apêndice IV – Top defeitos (impacto da ocorrência): montagem "câmara analógica"	105
Apêndice V– Top defeitos (impacto da ocorrência): montagem "câmara digital"	106
Apêndice VI – Versões anteriores do impresso QRQC	107
Apêndice VII – Validação do modelo do impresso	109
Apêndice VIII– Correspondência: prioridade/ metodologia de resolução de problemas.....	110
Apêndice IX – Piloto da <i>framework</i> de gestão de problemas	111
Apêndice X – Cronograma do projeto	112
Apêndice XI – Impressos QRQC arquivados.....	113
Anexo I – Organograma Geral	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Framework para a análise de estudos de caso.....	3
Figura 2 - Função Perda: (a) abordagem tradicional; (b) abordagem de Taguchi	8
Figura 3 - Trilogia de Juran	9
Figura 4 - Ciclo QRQC.....	16
Figura 5 - Instalações fabris da Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S. A.....	25
Figura 6 - Produtos Leica Camera AG.....	26
Figura 7 - Fluxograma produtivo.....	28
Figura 8 - Organograma do departamento de Gestão e Garantia da Qualidade.....	29
Figura 9 - Tabela de teste de qualidade de superfície ótica	30
Figura 10 - Tabela de teste de qualidade de superfície mecânica.....	31
Figura 11 - Posicionamento do mecanismo e-messer na câmara.....	33
Figura 12 - Expedição e devoluções FY23: montagem "câmara analógica"	41
Figura 13 - Expedição e devoluções FY23: montagem "câmara digital"	42
Figura 14 - Rejeição Interna FY23: montagem "câmara analógica"	43
Figura 15 - Defeitos (não conformidades acumuladas): montagem "câmara analógica"	43
Figura 16 - Rejeição Interna FY23: montagem "câmara digital"	44
Figura 17 - Rejeição Postos de Inspeção FY23: montagem "câmara digital"	45
Figura 18 - Defeitos (não conformidades acumuladas): montagem "câmara digital".....	46
Figura 19 - Proposta de implementação da metodologia QRQC	51
Figura 20 - Red bin (a); Caixa de transporte e acondicionamento (b).....	54
Figura 21 - Versão final do impresso QRQC.....	60
Figura 22 – Cartões “Guia de Reunião”	63
Figura 23 - Plano de execução do projeto.....	64
Figura 24 - Proposta de ferramenta de suporte à priorização de problemas	72
Figura 25 - Lógica de correspondência: critérios/metodologia de resolução de problemas	73
Figura 26 -Matriz de apoio à decisão.....	76
Figura 27 - Devoluções Externas (implementação QRQC): montagem "câmara digital"	81
Figura 28 - Rejeição Interna (implementação QRQC): montagem "câmara digital"	81
Figura 29- Rejeição Postos de Inspeção (implementação QRQC): montagem "câmara digital"	82
Figura 30 - Top defeitos (não conformidades acumuladas): montagem "câmara digital"	82

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Adequação da ferramenta básica da qualidade ao estágio de aplicação	11
Tabela 2 - Adequação de ferramentas da qualidade alternativa ao estágio de aplicação	11
Tabela 3 - Etapas da metodologia 8D	13
Tabela 4 - Comparação crítica das metodologias de correção da falha	18
Tabela 5 - Critérios críticos dos mecanismos de priorização	22
Tabela 6 - Características críticas da linha de montagem dos elementos da câmara analógica.....	40
Tabela 7 - Características críticas da linha de montagem dos elementos da câmara digital	40
Tabela 8 - Cumprimento do prazo de resposta	47
Tabela 9 - Secções de intervenção (problemas fechados)	48
Tabela 10 - Secções de intervenção (problemas abertos).....	48
Tabela 11 - Prazos de implementação das atividades do ciclo QRQC	53
Tabela 12 - Composição da equipa de resolução no âmbito da metodologia QRQC	56
Tabela 13 - Escala de avaliação da gravidade do problema de qualidade	70
Tabela 14 - Escala de avaliação da severidade do problema de qualidade	70
Tabela 15 - Escala de avaliação da detetabilidade do problema de qualidade.....	71
Tabela 16 - Ciclos QRQC completados na implementação piloto.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

AU - Instrução Específica de Trabalho (do alemão: *Arbeitsauftrag*)

FMEA - Análise de Efeitos e Modos de Falha (do inglês: *Failure Mode and Effects Analysis*)

GUT - Gravidade, Urgência, Tendência

KPI's - Indicadores de desempenho (do inglês: *Key Performance Indicators*)

PDCA - Planejamento, Execução, Avaliação, Ação (do inglês: *Plan, Do, Check, Act*)

QRQC - Resposta Rápida para Controlo de Qualidade (do inglês: *Quick Response to Quality Control*)

SAP – Sistemas, Aplicações e Produtos para Processamento de Dados (do alemão: *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*)

TQM – Gestão da Qualidade Total (do inglês: *Total Quality Management*)

5WHYS - Porquê, Porquê, Porquê, Porquê, Porquê (do inglês: *Why, Why, Why, Why, Why*)

5W2H – O que, quem, onde, quando, porquê, como, quanto (do inglês: *What, who, where, when, why, how, how much*)

1. INTRODUÇÃO

O projeto de dissertação apresentado foi desenvolvido em contexto empresarial na Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., empresa que se dedica à produção de aparelhos óticos de elevada exigência e qualidade. Neste capítulo é realizado um enquadramento do tema, são apresentados os objetivos a atingir e a metodologia de investigação utilizada. Por último, é descrita a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

A competitividade vivenciada por setores industriais construiu um novo contexto, no qual, para as empresas se manterem “vivas”, torna-se necessário a busca por práticas que permitam melhorar o atendimento das necessidades dos clientes (Moreira, 2017). A velocidade de diagnóstico e eficácia da resposta são fatores que determinam as chances de manter uma posição competitiva no mercado (Teczke & Obora, 2018). Segundo Domingues et al. (2016) olhando para as últimas décadas do século passado, notáveis e rápidas mudanças ocorreram no grau de complexidade dos produtos, o que aliado a problemas com origem em causas aleatórias, torna imperativo compreender como ocorrem estes problemas e agir sobre eles.

Segundo Unver et al. (2020) num ambiente turbulento e imprevisível o foco na complexidade da produção é um requisito para entender e controlar o comportamento não linear dos sistemas de produção. A complexidade tem impacto adverso na qualidade e por essa razão as empresas devem concentrar-se na redução da complexidade de processos a fim de se tornarem competitivas. Schuh et al. (2015) defendem que a complexidade do produto provoca perdas de qualidade, descrevendo a montagem como um dos processos mais complexos em empresa de manufatura.

O objetivo da metodologia *Quick Response to Quality Control*, QRQC, é modificar a cultura e o modelo mental quanto à resolução de problemas e tomada de ação. Assume que cada problema pode ser resolvido analisando dados reais recolhidos no local, levando à descoberta das causas reais e profundas do problema (Aoudia & Testa, 2011). A busca incansável pela melhoria da qualidade e a agilidade nas soluções de problemas é o foco central de diversas filosofias de produção. O *Quick Response Quality Control*, não é diferente, assumindo como fundamentos teóricos o conceito de zero defeitos, sistema *Jidoka* e atitude *SanGenShugi*.

Li et al. (2020) formulam a hipótese de que melhorias no nível de desempenho da empresa relaciona-se com a adoção de *Quick Response*, podendo encurtar tempos logísticos e o desempenho ambiental. A metodologia QRQC, embora não tenha sido suficientemente popularizado como tópico de literatura,

está a tornar-se cada vez mais popular por consequência dos efeitos que podem ser obtidos resultantes da sua implementação. Teczke e Obora (2018) partilham a opinião de que a introdução da metodologia é um caminho para a aprendizagem organizacional, e no campo dos problemas, um mecanismo para ganhar conhecimento e experiência para a eliminação definitiva de problemas. A metodologia está a tornar-se popular através dos efeitos obtidos pela sua implementação.

Assim, a presente dissertação pretende desenvolver e aplicar a metodologia QRQC para resolução de problemas de qualidade em contexto real, alcançando melhorias na qualidade do serviço e na motivação dos colaboradores.

1.2. Objetivos e Resultados Esperados

A presente dissertação tem como principal objetivo a implementação da metodologia QRQC nas linhas de montagem de uma empresa produtora de componentes óticos e de precisão, para eliminação e/ou mitigação de problemas de qualidade, de forma rápida e eficaz. A motivação advém da necessidade de dar resposta às exigências internas da organização:

- Reduzir o nível de não conformidades associadas ao produto;
- Reagir de forma rápida a problemas de qualidade;
- Desenvolver o pensamento sistemático orientado para a resolução de problemas;
- Criação de mecanismos de gestão visual para o seguimento dos problemas.

Para o alcance da implementação bem sucedida foi definido que será necessário introduzir a metodologia de resolução de problemas na organização, realizar ações de formação sobre as equipas envolvida no teste piloto, elaborar os procedimentos a integrar o Sistema da Qualidade associados à metodologia, realizar uma implementação piloto nas linhas de montagem do produto câmara, criar gestão visual de suporte, estabelecer indicadores de desempenho e desenvolver uma proposta de transversalização às restantes linhas de produto.

A grande questão de investigação prende-se à pergunta "Como?", isto é, "Como implementar a metodologia QRQC no contexto do projeto?", "Como resolver os problemas detetados de forma rápida e eficaz?", "Como evitar a recorrência dos problemas?" e "Como priorizar a ordem de ação?".

1.3. Metodologia de Investigação

A maior parte dos manuais apresenta a investigação como um processo com várias fases, que devem ser seguidas, de forma a completar o projeto de investigação. O número de fases varia, mas, por

norma, inclui a formulação do tema, a revisão de literatura, o planeamento de ações, a recolha e análise de dados e por último a escrita (Saunders et al., 2023).

O processo de investigação inerente a este projeto é a investigação aplicada. Parte da compreensão dos processos visando descobertas com relevância prática para o contexto específico em estudo, os prazos são rígidos e os objetivos negociados. Assim, a metodologia que mais se adequa é o estudo de caso. Aceitando uma dicotomia entre metodologia qualitativa e metodologia quantitativa, esta orienta-se por uma abordagem positivista. O método é experimental (hipotético-dedutivo) e o conhecimento extraído da realidade natural ou social é estável e quantificável, a partir de um distanciamento entre o investigador e a realidade estudada (Meirinhos & Osório, 2010).

O estudo de caso evidencia-se particularmente útil no contexto deste projeto por permitir estudar o objeto (caso) no seu contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência (qualitativas e quantitativas). É uma estratégia poderosa quando o contexto é complexo e quando entrecruza um conjunto complexo de variáveis (Meirinhos & Osório, 2010). O estudo de caso parte de um problema iniciado com “porquê” ou “como” e requer objetivos claros e enquadramento teórico para a investigação (Yin, 1993). Esta metodologia utiliza como principais técnicas de recolha de dados: entrevistas, observação, análise de conteúdos e questionários (Saunders et al., 2023). Deve proceder à triangulação da informação para dar resposta às questões orientadoras e, por fim, filtrar criticamente a problemática estudada com os elementos conceptuais teóricos que fundamentaram o estudo (Meirinhos & Osório, 2010).

Dubé e Paré (2003) distinguem três fases a serem conduzidas para o ciclo de estudo de caso: planeamento, recolha de dados e análise de dados. Oliveira et al. (2006) detalham a *framework* para análise de estudo de caso - Figura 1.



Figura 1 - *Framework* para a análise de estudos de caso (Adaptado de Oliveira et al., 2006)

Assim, na primeira fase do projeto é necessário identificar todos os objetivos e desenvolver o plano de pesquisa, incluindo a seleção de métodos de coleta de dados apropriados. A fase de recolha de dados implica a colheita de dados relevantes através de observação direta e análise de documentação, registos e entrevistas. A última fase implica a comparação do estado do processo antes e após implementação da proposta desenvolvida. Os resultados são interpretados em relação aos objetivos do projeto, sendo também comparados com os resultados de casos de estudo similares.

No âmbito da presente dissertação de mestrado o objeto de estudo é a secção de montagem de aparelhos óticos de precisão, mais concretamente o processo de assemblagem de elementos a integrar as câmaras fotográficas Leica. Com base na informação recolhida, através de análise de dados e documentação, observação direta e entrevistas, foi possível elaborar uma descrição detalhada do caso de estudo, contextualizando os resultados da pesquisa. Na fase de análise de resultados realiza-se uma comparação entre os resultados alcançados com o projeto e o estado inicial, de forma a perceber se a implementação resultou ou não em melhorias significativas para o sistema. As etapas de análise de resultados e conclusões implicaram comparações entre o estado final, após implementação, e o estado anterior e entre o caso de estudo concreto e outros casos de estudo retratadas na literatura.

É importante considerar que a metodologia selecionada também apresenta algumas limitações, devido ao foco em casos específicos. São possíveis desafios ao nível da validade interna e generalização de conclusões, devido ao contexto complexo de desenvolvimento do projeto. É sempre necessário avaliar cuidadosamente a adequação da abordagem de investigação ao objeto de estudo e questões de pesquisa.

1.4. Estrutura da Dissertação

A estrutura da dissertação divide-se em oito capítulos, sucintamente descritos de seguida.

No primeiro capítulo é feito um enquadramento geral do tema a desenvolver, onde são descritos os principais objetivos a atingir com o trabalho desenvolvido. É também definida a metodologia de investigação e a estrutura do projeto.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica relativa aos temas abordados, começando com conceitos relativos a controlo da qualidade, problemas de qualidade, metodologias e ferramentas de resolução de problema e, por fim, relativos à gestão de prioridades de ação neste âmbito.

No terceiro capítulo é apresentada a empresa e caracterizado o contexto produtivo onde se realizou o projeto.

No quarto capítulo é descrita, de forma sucinta, o estado inicial do processo de montagem dos elementos das câmaras fotográficas, onde é realizado o mapeamento do processo, levantamento de pontos críticos e é elaborada uma análise dos indicadores de qualidade.

No quinto e sexto capítulo são apresentadas as propostas com vista à implementação da metodologia QRQC nas linhas produtivas e a melhorar o sistema de resolução de problemas.

O sétimo capítulo consiste na análise e discussão de resultados, referindo o impacto da implementação na organização e a relação do projeto com a literatura.

No último capítulo são apresentadas as conclusões finais do projeto, onde são apontadas dificuldades e limitações e, ainda, algumas sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A aplicação prática de conhecimento só é possível quando existe uma ou mais fontes teóricas do saber que servem de base fundamental para que a execução de uma determinada abordagem a um problema seja a mais orientada e eficiente possível. Neste sentido, é oportuno em qualquer projeto de investigação, fazer uma análise de literatura que sirva de apoio científico às diferentes tomadas de decisão durante o processo de investigação. Neste capítulo pretende-se abordar os fundamentos teóricos relacionados com o desenvolvimento prático da presente dissertação.

A revisão de literatura realizada centra-se em cinco principais áreas do conhecimento ligadas à garantia e controlo da qualidade: evolução do conceito de qualidade em contexto de manufatura, análise de ferramentas da qualidade, análise de metodologias de resolução de problemas, análise de mecanismos de priorização da ação e, ainda, revisão sobre a mudança como caminho para a excelência organizacional.

2.1. Evolução do conceito de qualidade em contexto de manufatura

A qualidade tem muitas definições possíveis. É um conceito subjetivo e adaptativo ao setor de atividade, que geralmente está associada a características desejáveis, consideradas importantes num produto ou serviço. Com o tempo, a qualidade aumentou a sua importância, tornando-se fundamental nas decisões do cliente quando analisa serviços e produtos concorrentes. A importância da qualidade em todos os negócios criou a necessidade de a compreender melhor. Assim, o investimento na melhoria e uso de qualidade tornou-se uma estratégia de negócios, com retornos substanciais.

Diferentes autores possuem diferentes perspetivas sobre qual deveria ser o foco da qualidade. De acordo com Garvin (1987), a qualidade tem a ela associada diferentes dimensões: desempenho; características; fiabilidade; conformidade com normas; durabilidade; facilidade de manutenção; estética; segurança; outras perceções. Gilmore e Crosby (1980) apresentam uma conceção associada ao cumprimento de requisitos e especificações técnicas - foco na produção. Edwards e Juran revêm a qualidade na capacidade de satisfazer a necessidade de uso do cliente - foco no cliente (Neyestani, 2017; Soltani et al., 2004). Leffler et al. (1982) expõem uma visão associada à existência de características diferenciadoras no produto - foco no produto. Broh (1982), por sua vez, exalta a qualidade como o equilíbrio entre preço e custo - foco no valor. Pirsig (1984) aponta para a qualidade como uma entidade independente, impossível de definir. Dependendo do espectro de visão, o conceito de qualidade deriva em uma de duas perspetivas: a perspetiva do produtor, em que qualidade está

associada a custos e é representada pela conformidade com especificações, isto é, ausência de defeitos; a perspectiva do consumidor, associada ao preço e qualidade de design, onde a fiabilidade, estética, nível de desempenho e disponibilidade ganham destaque.

Em 1913, a *Ford Motor Company*, criou a primeira linha de montagem. Naquela época o conceito de qualidade era “focado no produto” e, portanto, voltado para “conformidade com os padrões e especificações de um produto” (Yang, 2017). Isso, por sua vez, impulsionou os engenheiros da qualidade nas indústrias a implementar o método de “inspeção” para controlar a qualidade dos produtos manufaturados. Para garantir a qualidade do produto, as empresas precisavam utilizar o método de “inspeção a 100%”, o que é dispendioso, por exigir tempo e mão de obra dedicada a uma atividade sem valor acrescentado, além de resultar em altos custos internos de qualidade (Yang, 2008). Introduzido por Walter Shewhart, o conceito de controlo estatístico propôs o uso de um método de inspeção por amostragem em vez de inspeção de 100% uma vez que a variação inerente a processos produtivos não pode ser completamente eliminada. O controlo estatístico é utilizado para monitorar o desempenho da qualidade em relação aos aspetos críticos de um processo, enquanto os atributos do produto eram identificados por meio de métodos de amostragem, o que aumentou a eficácia geral dos processos e também reduziu os custos associados (Yang, 2017). A inspeção por amostragem nem sempre garante a qualidade do produto, pois pode fazer com que produtos defeituosos sejam enviados aos clientes, o que implica custos extras de qualidade externa. No contexto da gestão da qualidade, qualidade externa refere-se à qualidade percebida pelos clientes ou partes interessadas externas a uma organização. Inclui a satisfação do cliente e a conformidade com as expectativas e requisitos externos.

2.1.1. Função perda de Taguchi

Taguchi introduziu o conceito de função perda, associada ao impacto que a falta de qualidade traz para a sociedade. Tradicionalmente, a aceitação (ou a rejeição) de um produto dependia da inclusão, ou não, dos seus parâmetros nas respetivas especificações, pré-definidas, sob a forma de um intervalo de valores. O guru da qualidade idealizou um conceito de qualidade distinto que, reflete considerações de ordem socioeconómica, revolucionando os objetivos da produção: em vez de procurar produzir em função de um intervalo de especificações, propôs uma produção com base em valores-alvo específicos e precisos. Esta ideia de qualidade de um produto expressa-se como “a perda causada à sociedade pelo produto, desde o momento em que este é expedido para o cliente”. A vantagem da definição de um valor-alvo, defendida por Taguchi, é a desta resultar em menor variabilidade. A função perda

reflete, em valor monetário, a variação característica em análise em relação ao seu valor nominal, mediante uma função quadrática onde o valor ótimo é representado pelo mínimo da função (Taguchi et al., 2007).

A maioria das organizações mede a qualidade do produto em relação aos limites de especificação – se o processo estiver dentro dos limites de especificação superior e inferior, o processo é considerado "bom" e nada mais é feito – Figura 2 (a). Taguchi explicou que essa não é uma boa abordagem uma vez que as perdas começam a se desenvolver assim que se inicia o desvio em relação ao valor alvo – Figura 2 (b).

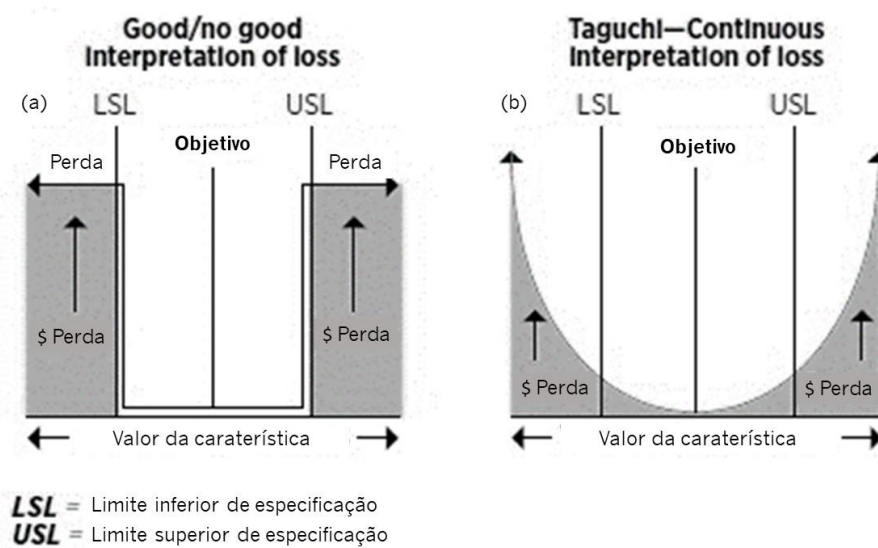


Figura 2 - Função Perda: (a) abordagem tradicional; (b) abordagem de Taguchi (Adaptado de Taguchi et al., 2007)

Com base na função perda de Taguchi, a redução de perdas deve concentrar-se na redução da variação, especificamente na redução da variação do processo. A amostragem não informa sobre a variação do processo, só permite determinar se o produto é aceite ou rejeitado. A perspectiva de Taguchi embora distinta, tem intrinsecamente pontos de convergência com os restantes contemporâneos – Juran e Crosby. Difere na forma, mas não no propósito, uma vez que pela diminuição das perdas para a sociedade são alcançados os maiores ganhos em termos de qualidade e satisfação do cliente (Kiran, 2017).

2.1.2. Problema de qualidade

Um problema é um evento indesejado que pode resultar num estado desejado, se resolvido. Embora os problemas provoquem alterações no normal funcionamento de processos, eles também podem ser oportunidades para alcançar um estado desejado, desde que sejam solucionados de maneira

adequada. Um problema pode ser resultado de uma falha no produto, como um parafuso partido, de uma falha no processo, como envio incorreto de peças para o cliente, ou de um nível de performance continuamente abaixo do pretendido (Barsalou, 2023). Neste enquadramento podem ser identificados dois tipos de problemas – problemas crónicos e problemas esporádicos.

De acordo com a trilogia de Juran – Figura 3 – o nível de qualidade de um produto é determinado pela fase de planeamento, controlo realizado sobre o fabrico e atividades de melhoria.



Figura 3 - Trilogia de Juran (Adaptador de Juran, 1999)

É o controlo da qualidade sobre a produção que permite a identificação de problemas esporádicos que, consequentemente, desencadeia ações corretivas para a sua eliminação, restabelecendo a variabilidade normal do processo. As atividades de melhoria visam a redução de problemas crónicos, alcançando um nível de qualidade superior, e consequentemente, menores custos.

Shingo (1996) salienta que os erros desencadeados por operadores são inevitáveis porque os operadores são humanos e naturalmente erram (por falta de concentração, compreensão das instruções, etc.). Pelo contrário, os defeitos resultam de se permitir que um erro altere o produto, sendo assim inteiramente evitáveis. A origem dos erros está relacionada com problemas técnicos, de gestão ou humanos (Knobel & Shingo, 1996). Shingo (1996) propõem uma classificação dos erros dos operadores em três tipos:

- Erros inadvertidos: erros não intencionais, resultantes da falta de atenção, que acontecem de forma aleatória (intrínsecos às limitações humanas), não relacionados com o nível de motivação;

- Erros de natureza técnica: erros relacionados com a falta de conhecimento, formação ou capacidade técnica para executar a operação corretamente;
- Erros intencionais: erros premeditados, normalmente resultado de problemas de relacionamento do operador com as chefias, com a empresa ou até mesmo com a sociedade.

De acordo com esta definição erros inadvertidos podem ser minimizados através de melhorias nas condições de trabalho - eliminação das fontes de distração, rotatividade de tarefas, períodos de descanso e utilização de dispositivos à prova de erros (*poka-yoke*). Quando a natureza do erro é técnica, as soluções para estes erros envolvem formação, alterações tecnológicas e melhorias do processo. A solução para erros intencionais é mais de natureza psicológica do que propriamente técnica.

Um estudo de caso levado a cabo no ramo militar enfatiza a procura de resultados imediatos por parte de elementos da gestão, utilizando o termo “imediatismo da gestão” para descrever a tendência de fechar os olhos a problemas e defeito crónicos associados à ausência de resultados rápidos (Pitzer & Matta, 2013).

2.2. Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade potenciam o senso crítico dos seus utilizadores, permitindo uma análise que não se limita a explicações provenientes de experiência prática e hábitos de análise superficial dos fenómenos, muitas vezes sem rigor lógico (Pitzer & Matta, 2013).

Existem numerosas ferramentas/técnicas desenvolvidas para ajudar as organizações na procura do patamar de qualidade pretendido. Neste processo de investigação é realizada uma análise de literatura sobre as ferramentas básicas da qualidade e outras técnicas alternativas - 5W2H, análise Is/Is not, 5WHYS e análise Campos de Forças. O objetivo passa por estabelecer as condições de aplicabilidade de cada ferramenta de modo a maximizar o resultado potencial.

2.2.1. Ferramentas básicas da qualidade

Existe uma variedade de ferramentas utilizadas para a resolução de problemas, cada uma com as suas características, nível de complexidade e aplicação (Tague, 2005). Estas podem ser usadas separadamente, mas em conjunto potenciam a solução de problemas de diferentes níveis de complexidade. Diferentes autores agrupam estas ferramentas segundo diferentes perspetivas, Hosotani (1992) realiza um agrupamento por funções: identificação do problema, organização de informação, geração de ideias, análise de causas, tomada de ação, melhorias e estabelecer controlo.

As empresas que sabem utilizar corretamente as ferramentas da qualidade para solucionar problemas, conseguem atingir metas, levando a uma verdadeira posição competitiva (Pantouvakis & Bouranta, 2015). Segundo Vicente (2017) a utilização de ferramentas da qualidade aumenta a competitividade daquelas organizações que sustentam o seu sistema de qualidade baseado em ISO 9000.

A Tabela 1, compila a adequação das ferramentas básicas da qualidade em relação aos estágios de aplicação (Souza et al., 2018).

Tabela 1 - Adequação da ferramenta básica da qualidade ao estágio de aplicação

	Identificação do problema	Observação	Análise	Plano de ação	Ação	Verificação	Normalização	Conclusão
Diagrama de Ishikawa			✓			✓		
Diagrama de Pareto	✓		✓			✓	✓	✓
Lista de verificação	✓	✓	✓			✓		✓
Histograma			✓			✓		
Gráfico de dispersão			✓			✓		
Fluxograma		✓		✓				✓
Cartas de Controle			✓		✓	✓	✓	

2.2.2. Outras ferramentas da qualidade

As ferramentas alternativas analisadas compreendem outras técnicas aplicáveis à resolução de problemas amplamente utilizadas em projetos de correção do modo falha e melhoria contínua, sendo aplicadas como alternativa às ferramentas básicas da qualidade. A Tabela 2 compila a adequação das ferramentas em relação aos estágios de aplicação (Oliveira, 2018; Souza et al., 2018).

Tabela 2 - Adequação de ferramentas da qualidade alternativa ao estágio de aplicação

	Identificação do problema	Observação	Análise	Plano de ação	Ação	Verificação	Normalização	Conclusão
5W2H	✓	✓		✓				
Análise Is/Is not	✓		✓					
5WHYS			✓					
Análise de Campos de Forças			✓	✓				

De notar que as ferramentas alvo desta análise correspondem a ferramentas da qualidade amplamente utilizadas em implementações da metodologia QRQC (Aoudia & Testa, 2011; Brito et al., 2017; Rocha et al., 2015).

2.3. Metodologias de resolução de problemas

Embora as diferenças aparentes entre metodologia e ferramenta possam ser evidentes, é essencial estabelecer uma distinção clara entre metodologias de resolução de problemas e ferramentas da qualidade. Uma metodologia é definida por um grupo de atividades que caracterizam o planeamento, a execução e o controlo das atividades e resultados (Rocha et al., 2015). Seleme e Stadler (2015) definem metodologia sendo uma “sequência lógica empregada para atingir o objetivo desejado, enquanto ferramenta é um recurso utilizado no método”. As metodologias de resolução de problemas consistem no processo lógico de pensamento estruturado e sistemático orientado para a resolução de situações não desejadas, enquanto as ferramentas de melhoria da qualidade consistem no meio para atingir esse fim.

Neste processo de investigação é realizada uma análise de literatura sobre diferentes metodologias de resolução de problemas. São analisados diferentes modelos de gestão da qualidade, tendo por base os processos de pensamento lógico orientado para a resolução de problemas de qualidade – Metodologia 8D, Processo de gestão A3 e Metodologia QRQC. As metodologias são definidas em termos de características base. Limitações e vantagens são destacadas a partir de outros estudos de caso e numa fase final as diferenças entre as metodologias são clarificadas numa comparação crítica.

De acordo com Souza et al. (2018) existem dois tipos de processos de melhoria: (i) resolução sistemática de problemas e (ii) projetos de melhoria. A diferença entre estes dois tipos ocorre na identificação da necessidade de melhoria. Projetos de melhoria estão relacionados a objetivos estratégicos da empresa (clientes, concorrentes, etc.) e resolução de problemas refere-se ao conjunto de atividades a serem executadas de forma reativa ou preventiva. É comum as pessoas acreditarem que problemas podem ser resolvidos com base na sua experiência. Contudo, factos e dados concretos são o único critério de verdadeiro conhecimento (Campos, 2009). Neste sentido, a análise do processo é uma etapa obrigatória para que problemas sejam resolvidos e conclusões sejam obtidas.

2.3.1. Metodologia 8D

A metodologia 8D consiste em oito etapas a serem seguidas, por uma equipa para resolução de problemas, associados à melhoria de produtos e de processo. Concentra-se em resolver a causa raiz subjacente, em vez de tratar o sintoma (Divanoğlu & Taş, 2022). O propósito passa por focar-se em factos objetivos com o intuito de identificar, corrigir e eliminar a recorrência de problemas de qualidade. De notar que o fator humano, através da sinergia da equipa, enfatiza o método (Riesenberger & Sousa, 2010).

A metodologia foi originalmente desenvolvida pela *Ford Motor Company*, onde combinou vários elementos de outras técnicas de resolução de problemas para dar forma às oito disciplinas, que foram introduzidas no manual da *Ford* intitulado: *Team Oriented Problem Solving* (TOPS). Segundo Broday & Júnior (2013), a ferramenta 8D classifica-se conforme a Tabela 3:

Tabela 3 - Etapas da metodologia 8D

D1 Dados Iniciais	Estabelecer um pequeno grupo de pessoas com conhecimento, disponibilidade, autoridade e competências para resolver o problema e implementar ações corretivas. O grupo deve eleger um líder de equipa.
D2 Descrição do problema	Descrever o problema em termos mesuráveis. Especificação clara e objetiva dos problemas que ocorreram interna e externamente.
D3 Medidas de contenção	Definir e implementar ações que protejam o cliente, causando a menor perda possível, até ações corretivas serem implementadas. Verificar a eficácia das medidas através de dados.
D4 Causas Raiz	Identificar todas as potenciais causas que possam explicar o porquê do problema ter ocorrido. Aplicar e testar cada causa potencial tendo em conta a descrição do problema e os dados existentes. Identificar ações corretivas para eliminação das causas raiz.
D5 Ações corretivas e preventivas	Confirmar se as ações corretivas implementadas resolvem o problema e não causam efeitos colaterais indesejados. Definir outras ações, se necessário, baseadas na severidade potencial do problema.
D6 Eficácia das ações	Definir e implementar as ações corretivas necessárias para a eliminação permanente das causas raiz do problema. Escolher controlos para assegurar que a causa é eliminada. Monitorizar a longo prazo os efeitos e implementar medidas de controlo adicionais, se necessário.
D7 Atualizar standards	Modificar especificações, fluxo de trabalho, dar formação e/ou melhorar práticas e processo para prevenir a recorrência do problema e problemas similares.
D8 Encerramento	Reconhecer o esforço coletivo da equipa. Promover a conquista e partilhar o conhecimento e aprendizagem com todo o grupo de trabalho, de modo a todos terem competências para intervir em erros similares que possam ocorrer.

A metodologia 8D é eficaz no desenvolvimento adequado de ações a fim de eliminar as causas raízes e implementar ações corretivas permanentes para eliminá-los, contribuindo também para explorar a razão da não deteção do problema.

Há relatos do uso bem-sucedido dessa metodologia para lidar com problemas crônicos recorrentes, principalmente defeitos ou questões de garantias (Riesenberger & Sousa, 2010). De salientar que, esta metodologia não tem a intenção de substituir um sistema de qualidade. O objetivo da metodologia 8D é enfrentar os problemas e descobrir os pontos fracos nos sistemas de gestão da qualidade que permitiram que o problema ocorresse em primeiro lugar. De acordo com Rambaud (2011), a implementação da metodologia 8D não se cingir a um esforço de preenchimento do relatório de problemas de uma página. Adicionalmente, este uso indevido é muitas vezes exagerado ao exigir que o relatório seja escrito dentro de 24 horas. Algumas etapas podem levar algumas horas, enquanto outros podem levar semanas. Na fabricação, muitos problemas esporádicos podem ocorrer apenas com um conjunto único de condições, o que exige estudos extensos e grande experiência de campo.

2.3.2. Processo de Gestão A3

O processo de gestão A3 consiste no processo de resolução de problemas base do sistema de gestão desenvolvido pela *Toyota* (Shook, 2008). Geralmente, o conceito A3 encontra-se associado ao relatório A3, “*report A3*”, contudo no âmbito em causa torna-se necessário perceber o processo conceptual por detrás da ferramenta – o pensamento A3. O pensamento A3 transforma a gestão rotineira em aprendizagens cumulativas para toda a organização, diferindo da mentalidade de gestão convencional, na medida em que se encontra associado a uma abordagem de gestão *lean*, isto é, visa a melhoria contínua a nível tático e estratégico. Representa uma abordagem complementar que reforça o Ciclo PDCA através de sua estrutura intuitiva e visual (Shook, 2008). Além disso, argumenta-se que melhora as habilidades de resolução de problemas e o conhecimento dos indivíduos porque permite a partilha de apenas as informações críticas, evitando relatórios longos, demorados e difíceis processar (Tortorella et al., 2019).

Um relatório A3 orienta o diálogo e a análise, visa identificar a situação atual, a natureza do problema, a gama de contramedidas possíveis, a melhor contramedida, as maneiras de colocá-las em prática e a evidência de que o problema foi efetivamente solucionado. De modo geral podem ser identificados três tipos de relatórios A3: relatórios de resolução de problemas (“*problem solving A3 report*”); relatórios de proposta (“*proposal A3*”); relatório de ponto de situação (“*status report A3*”) (3). O relatório de resolução de problemas implica a resolução de um problema a nível operacional. Para o relatório de proposta não é necessário a existência de um problema a ser resolvido, por isso, é geralmente usado para oportunidades de melhoria. No caso de relatório de status é levada a cabo uma revisão do projeto que pode ser usada em diversos momentos do projeto para fornecer o ponto de situação.

Nos três casos, a ordem de etapas a ser seguida é representativa do ciclo PDCA (Santhiapillai & Ratnayake, 2023; Shook, 2008):

- Descrever o histórico do desafio ou oportunidade identificada, destacando o porquê de a iniciativa ter a necessidade de ser priorizada (obter uma visão holística do atual estado e definir uma medida quantitativa para avaliar o projeto);
- Analisar as restrições que impedem a organização de atingir as metas desejadas no estado atual (aferição das causas raízes);
- Aferir medidas de melhoria, a serem implementadas futuramente;
- Implementar plano de ações provisórias, especificando a sequência de marcos, atividades e partes interessadas responsáveis;
- Implementar atividades de acompanhamento sobre como e quando os resultados devem ser medidos, validados e mantidos para que não ocorram desperdício não intencionais.

Neste processo as equipes de gestão desempenham um papel significativo (Löfving et al., 2021). Tais equipes normalmente compreendem uma combinação de profissionais de todos os níveis da organização (Barnabè & Giorgino, 2017).

Um caso de estudo em que o pensamento A3 foi aplicado no ramo da proteção e segurança verificou que a metodologia possui um mecanismo de aprendizagem integrado, que fornece uma abordagem compreensível e lógica, fácil de transmitir (Santhiapillai & Ratnayake, 2023). Ao unificar a organização em torno de uma forma de pensar e resolver problemas, é possível prevenir a tendência existente de ser reativo e omitir etapas na análise de problemas que podem ser facilmente controladas em termos de execução e resultados, com a utilização de um relatório A3. Consequentemente, uma melhor decisão, baseada em dados e informações suficientes sobre o problema e suas causas profundas, é acentuada com medidas e alternativas mais adequadas. Santhiapillai (2023) afirma que decisões desta natureza são difíceis de contestar, por não se basearem em meros sentimentos viscerais ou intuição.

2.3.3. Metodologia QRQC

A metodologia QRQC enfatiza a abordagem de equipe. Visa fornecer uma resposta rápida a problema, procurando proteger as necessidades do cliente e os processos de situações indesejáveis. Implica constante monitorização das atividades e promove a resolução de problemas específicos com base nas tendências atuais (Aoudia & Testa, 2011).

A atitude *SanGenShugi* é um pré-requisito fundamental para o sucesso da implementação desta metodologia. A atitude é um processo mental que guia os indivíduos quando confrontado com um problema. Assenta em 3 princípios, “os 3 reais” – *real place real part, real data* – associados aos conceitos de zero defeitos e de autonomação. O conceito *SanGenShugi* assume que cada problema pode ser resolvido através da análise de dados reais, coletados no local adequado de modo a alcançar as verdadeiras causas do problema. Isto é, as ações devem ser tomadas com base em dados reais, *Genjitsu*, recolhidos com base em observações específicas, de objetos e fenómenos reais, *Gembutsu*, que ocorrem no local específico, *Gemba* (Wolniak, 2003).

Segundo Gonzalez & Martins (2015) a metodologia QRQC promove ações de melhoria e correção dos processos no momento da identificação da oportunidade ou do desvio, abordando os seguintes fatores: objeto de melhoria, problema identificado, causa do problema, ação a ser tomada para correção, responsável pela ação de melhoria e prazo para conclusão. De acordo com Aoudia e Testa (2011), a metodologia QRQC é uma mistura de atitude e gestão, baseada em ferramentas que frequentemente têm êxito e são bem compreendidas. O que a metodologia fornece, de facto, é o “óleo do motor” necessário para a organização como um todo utilize as ferramentas da qualidade, reaja e erradique qualquer problema, seja ele simples ou complexo.

A metodologia QRQC cumpre um ciclo de quatro etapas, expressas na Figura 4.

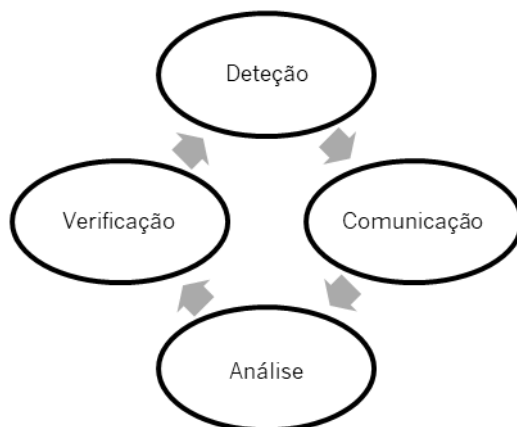


Figura 4 - Ciclo QRQC

Na metodologia QRQC, são usadas ferramentas sequencialmente, de modo a tratar o problema na sua causa raiz, evitando a reincidência. O ciclo inicia-se com a detecção do problema, a comunicação e definição do problema. Depois de analisar e determinar a solução, a verificação determina se a solução escolhida foi correta e o resultado desejado alcançado (Aoudia & Testa, 2011). A metodologia permite uma gestão do tempo de forma eficaz uma vez que para cada fase existe um prazo específico para a

concretização das ações. É dinâmica, pois envolve equipas multifuncionais, atuando a vários níveis da organização, o que facilita o processo de integração entre o chão de fábrica e a direção, melhorando o ambiente organizacional e quebrando as barreiras culturais.

Todas as ferramentas são preenchidas em um único formulário, *flipchart*, de tamanho A1 (59,4 x 84,1 cm), onde cada folha representa a resolução de um problema e um ciclo QRQC (Rocha et al., 2015). Desta forma, uma folha preenchida traduz um QRQC finalizado e um problema resolvido.

Em termos de implementação, a vasta maioria dos casos de estudo remete-se para a indústria automóvel, existindo poucos relatos fora deste setor. A metodologia foi aplicada pela primeira vez na companhia francesa Valeo em 2002, quase 10 anos após serem publicados os primeiros pressupostos desenvolvidos pela Nissan (Brito et al., 2017).

De acordo com um estudo levado a cabo numa empresa automóvel no ano de 2012, no Brasil (Coltro et al., 2012), a implementação da metodologia promoveu o cumprimento dos prazos acordados com o cliente, o que gerou maior confiança perante os clientes. À *priori* do projeto os prazos de resposta não eram cumpridos. A nível de processos internos, o impacto do projeto foi medido através de quantidade de reclamações, onde se verificou uma diminuição com a implementação do projeto. Anteriormente, a empresa encontrava-se num ponto em que era impossível a gestão da quantidade das reclamações recebidas - houve melhorias na ordem dos 90% a nível da diminuição de não conformidades e reclamações. Paralelamente, foram relatadas melhorias em vários processos, principalmente sobre o nível de consciencialização dos colaboradores para a importância do cumprimento de cada etapa do processo. Em relação a custos, é citado um investimento financeiro mínimo, correspondente à criação do formulário de preenchimento de tamanho adequado e formação do pessoal envolvido, e retornos não estimados associados à redução de custos pela não reincidência dos problemas. A metodologia atua no problema de forma definitiva, evitando a reincidência. Contudo, existem certas limitações que podem influenciar o *output* da implementação de um projeto deste tipo (Coltro et al., 2012): (i) aplicação da metodologia depende diretamente do fator humano, pelo que o diferente grau de envolvimento dos intervenientes pode dificultar a aplicação da metodologia na íntegra; (ii) existe a necessidade de monitorização contínua, devido aos curtos prazos de resposta; (iii) falta de conhecimento técnico das ferramentas da qualidade.

A organização deve ter a qualidade como filosofia, não como requisito (Coltro et al., 2012). Dessa forma, o processo de implementação é facilitado, pois com o apoio da direção, os colaboradores sentem-se mais envolvidos no processo de implementação.

De notar a escassa literatura referente à metodologia QRQC. A metodologia está a tornar-se cada vez mais popular em implementações práticas, decorrente dos efeitos que podem ser obtidos nas empresas. A avaliação dos efeitos obtidos com a metodologia QRQC indica que o tempo e os esforços dedicados a esse tipo de análise resultam em menor quantidade de problemas e menos tempo necessário para “apagarem fogos”, isto é, reagir aos problemas (Brito et al., 2017). A introdução do QRQC é, portanto, um caminho para a aprendizagem organizacional, e no campo dos problemas – um mecanismo de conhecimento e experiência necessário para eliminar definitivamente não conformidades ocasionais.

2.3.4. Comparação entre metodologias de resolução de problemas

De acordo com o estudo levado a cabo por Hamoumi et al. (2021) as principais metodologias de resolução de problemas são agrupadas em duas categorias - metodologias que visam responder a problemas esporádicos e metodologias que visam responder a problemas crónicos. Os autores enquadra a metodologia 8D e QRQC no âmbito da resolução de problemas de cariz esporádico, de ocorrência isolada.

No âmbito do tema de dissertação o foco aproxima-se da necessidade de correção do modo de falha, numa abordagem reativa sobre as não conformidades esporádicas. Neste sentido, as principais características das metodologias de resolução de problemas em análise - foco, ferramentas, documentação, equipa e duração – encontram-se sintetizadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação crítica das metodologias de correção da falha

	Metodologia 8D	Processo de gestão A3	Metodologia QRQC
Foco	Nível operacional	Nível tático/estratégico	Nível operacional
Ferramentas	Ferramentas de qualidade (ferramentas básicas da qualidade e outras ferramentas da qualidade)		
Documentação	8D <i>report</i> (detalhada e extensa)	A3 <i>report</i> (detalhe variável)	QRQC <i>report</i> (concisa)
Equipa	6 a 10 pessoas (<i>cross-function</i>)	3 a 6 pessoas (<i>cross-function</i>)	3 a 6 pessoas (<i>cross-function</i>)
Duração	Semanas a meses	Semanas a meses	Dias a semanas

De ressaltar a ligação existente entre as três metodologias e o ciclo PDCA. O ciclo PDCA ou ciclo de Deming é um conceito fundamental dos processos de melhoria contínua e resolução de problemas (Patel & Deshpande, 2017). No presente projeto, o ciclo PDCA não é alvo de análise por ser entendido

como uma “construção mãe” das restantes metodologias. A versatilidade e flexibilidade do ciclo de Deming, além de criar limitações do ponto de vista de implementação por se tratar de uma abordagem genérica, pode ser aplicado a qualquer nível organizacional, sobre qualquer tipo de problema. Não contém documentação clara associada e as equipas de trabalho e duração do projeto têm tamanho e duração muito variado consoante o foco de atuação.

2.4. Mecanismos de priorização

A existência de mais que um problema em simultâneo implica a necessidade de priorização. Neste sentido o encadeamento lógico de investigação implica a necessidade de analisar diferentes construções de visam ordenar a prioridade de ação a partir de métricas. São avaliadas a matriz de esforço/impacto, matriz de risco, matriz GUT e análise de modo e efeito de falha.

2.4.1. Matriz Esforço/Impacto

A matriz esforço/impacto é uma ferramenta avançada de análise de causas raízes, usada por profissionais de qualidade, de modo a facilitar a tomada de decisão e priorização de ação (Laman, 2009). A matriz fornece respostas para a questão de “quais as soluções de menor esforço que geram maior impacto?” (Andersen et al., 2010). De acordo com Duffy et al. (2020) esta matriz é uma boa ferramenta de suporte à decisão, contribuindo para a determinação do curso de ação a tomar face ao problema. As métricas utilizadas na definição dos eixos da matriz são o esforço necessário para a implementação da proposta e o impacto resultante da proposta, se aplicada.

A técnica avalia as situações segundo a subjetividade de quem a utiliza. É generalista, por existirem somente quatro possibilidades de classificação (quatro quadrantes) – baixo impacto/elevado esforço; baixo impacto/baixo esforço; elevado impacto/baixo esforço; elevado impacto/baixo esforço. O foco da ferramenta associa-se à priorização de ações com grande impacto e baixa necessidade de esforço, com vista a maximizar o retorno gerado com a utilização de recursos.

2.4.2. Matriz de Risco

Segundo Kerzner (2013) a avaliação do risco é um processo sistemático para estimar o nível de risco para os riscos identificados e aprovados. Envolve estimar a probabilidade de ocorrência, prever o impacto do evento e converter os resultados para um nível de risco correspondente. De acordo com Kerzner (2015) o objetivo da análise de riscos é reunir informações suficientes sobre os riscos para estimar a probabilidade de ocorrência e a consequência da ocorrência, caso ele ocorra.

Esta avaliação pode ter uma natureza qualitativa ou quantitativa, ou ambas. A decisão dependerá do nível de detalhe exigido, da informação disponível, de outros aspetos característicos do projeto em si e/ou por decisão dos *stakeholders* (Pimenta, 2017). Uma abordagem qualitativa constitui um processo de priorização dos riscos, atribuindo a cada situação uma classificação indicativa da importância potencial do risco. Em situações particulares esta atribuição poderá ser feita com mais categorias intermédias, dependendo do grau de precisão exigido na avaliação. A matriz classifica o risco em cinco níveis, como muito alto, alto, médio, baixo ou muito baixo, tendo presente a probabilidade e o impacto da ocorrência - quanto mais elevados forem o impacto e a probabilidade de ocorrência, maior será o nível de risco. O risco é calculado pela multiplicação dos dois indicadores. As medidas de probabilidade e impacto consideram três níveis que podem ter uma correspondência qualitativa e/ou quantitativa.

Uma análise qualitativa do risco é o processo de priorização (PMI, 2021). A análise avalia a prioridade dos riscos que foram identificados usando a probabilidade e plausibilidade de ocorrência, o impacto correspondente nos objetivos estabelecidos, o intervalo de tempo para resposta e o grau de tolerância aos riscos.

2.4.3. Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta de gestão que pode ser aplicada na análise e na priorização de problemas e de ações de correção a serem implementadas (Novaski et al., 2020). Com o intuito de solucionar problemas nas indústrias americanas e japonesas Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe criaram em 1981 o método GUT - gravidade, urgência e tendência. De acordo com Charles Kepner, para utilizar o método, deve-se parametrizar os riscos de uma atividade, onde são definidas a gravidade, urgência e taxa de crescimento. Após realizar essa análise é possível comparar e tirar conclusões sobre as atividades, definindo as mais relevantes e, dessa forma, priorizá-las (Kepner & Tregoe, 1997). Um ponto interessante é que para o uso da ferramenta com efetividade, é necessário ter a visibilidade das ações a serem executadas. A ferramenta faz com que nem todas as tarefas sejam tratadas como urgentes, pois caso fossem, o direcionamento de recursos ficaria bem complexo, e dificilmente a melhor decisão seria tomada quanto a realocação deles. Uma organização ou responsável pelo projeto pode escolher qual atividade a ser feita primeiro, porém o método GUT auxilia de modo que todas as ações sejam realizadas dentro do prazo esperado, de acordo com seu nível de impacto no projeto final.

Muitas organizações aplicam essa técnica como um meio de definir que falhas ou atividades devem ser priorizadas na correção ou na realização (Pestana et al., 2016). Basicamente, na construção da matriz

GUT executa-se uma atribuição de notas numa escala de 1 a 5 pontos, de menor a maior intensidade ou de pouco importante até a muito importante, gerando pontuações em três classes de elementos: severidade, relacionada ao impacto do problema ou ação, ao prejuízo que a situação pode causar; urgência, relacionada ao prazo de resolução do problema, e tendência, relacionada ao agravamento do problema se nenhuma ação corretiva for efetuada (Trucolo et al., 2016). Dessa forma, os problemas que apresentarem as maiores pontuações devem ser considerados como prioridades para tratamento. O critério de gravidade deve considerar o quanto o problema impacta o processo e pessoas envolvidas nele, observando sempre os efeitos negativos de médio e longo prazo caso o problema não seja solucionado (Zarpelam & Silva, 2020). Em relação ao aspeto urgência, o que deverá ser observado será o tempo que há disponível para resolução do problema. E não menos importante a tendência, que analisará o quanto o problema tende a crescer ou diminuir com as ações corretivas implementadas pela equipa de gestão (Brasil, 2009).

2.4.4. Análise de modo e efeito de falha

A análise de modo e efeito de falha, AMFE ou FMEA, do inglês *Failure Mode and Effect Analysis* é uma técnica de engenharia utilizada para definir, identificar e eliminar falhas reais e/ou potenciais, problemas e erros de um sistema, projeto, processo e/ou serviço antes que este alcance o cliente (ASQ, 2005; Stamatis, 2005). Na sua essência, o FMEA proporciona um método sistemático de examinar todas as formas em que possa ocorrer uma falha. Para cada falha, é feita uma estimativa dos efeitos que esta possa ter no sistema, projeto, processo ou serviço, da sua gravidade, da frequência com que ocorre e sua deteção. Uma análise FMEA de sucesso ajuda a identificar potenciais modos de falha, com base na experiência com os produtos e processos semelhantes ou baseado na física comum da lógica de falha.

A análise de modo e efeito de falha é amplamente usado no desenvolvimento dos processos de fabricação das indústrias em diversas fases do ciclo de vida do produto. O FMEA é uma técnica de identificação e análise de risco eficiente quando aplicada a sistemas ou falhas simples. A metodologia usada pela técnica FMEA categoriza as falhas para priorização das ações corretivas. A correção e mitigação são normalmente baseadas no ranking de severidade, frequência da falha e capacidade preventiva de deteção da falha (RPN).

A essência do FMEA é identificar e prevenir que problemas conhecidos ou potenciais atinjam o cliente. Para o fazer é necessário algumas suposições, uma das quais é que os problemas têm prioridades diferentes.

Existem três índices que ajudam a determinar a prioridade das falhas:

- Ocorrência (O) – frequência da falha;
- Severidade (S) – gravidade (efeito) da falha;
- Detecção (D) – é a capacidade de detetar a falha antes que ela ocorra ou tenha impacto no cliente.

Existem muitas formas de definir o valor destes componentes. A métrica *risk priority number*, RPN, é calculada pela multiplicação do *rank* de ocorrência do modo de falha, com a severidade do modo de falha e a detetabilidade da falha (Stamatis, 2005). O *ranking* para este critério pode ter qualquer valor. Não existe uma escala padrão. No entanto, existem dois *rankings* vulgarmente utilizados na indústria em geral. Um ranking com escala de 1 a 5 e outro com escala de 1 a 10. O primeiro, o com escala de 1 a 5, é bastante limitado por natureza, mas de fácil compreensão. Não oferece grande precisão relativamente a quantificações específicas porque reflete uma distribuição uniforme (Cruz, 2012). O segundo, com escala de 1 a 10, é amplamente utilizado e, de facto, é altamente recomendado porque proporciona uma fácil compreensão, exatidão e precisão na quantificação do ranking.

Se existirem dois problemas com o mesmo RPN, então deve intervir-se primeiro no que tenha maior severidade, seguido do que tiver menor deteção. A severidade é abordada primeiro porque lida com os efeitos da falha. A deteção sobrepõe-se à ocorrência porque é dependente do cliente que é mais importante que a frequência da falha (Stamatis, 2005).

2.4.5. Comparação entre mecanismos de priorização

As técnicas de priorização são comparadas em termos de atributos utilizados para a sua definição. A Tabela 5 resume os indicadores alvos de avaliação para a determinação da ordem de prioridade em cada um dos métodos.

Tabela 5 - Critérios críticos dos mecanismos de priorização

Indicadores de avaliação			
Matriz esforço/impacto	Esforço de melhoria	Impacto do problema	-
Matriz de risco	Probabilidade de ocorrência do problema	Impacto do problema	-
Matriz GUT	Gravidade do problema	Urgência de intervenção	Tendência de agravamento/repetição
Análise FMEA	Severidade do problema	Probabilidade de ocorrência do problema	Probabilidade de deteção do problema

Devido à falta de literatura sobre o tema não é possível executar uma comparação crítica relevante que inclua vantagens e limitações das diferentes técnicas de priorização analisadas. Neste sentido, no Capítulo 6 é realizada um diagnóstico aprofundado, baseado no contexto do projeto, sobre os critérios críticos referidos.

2.5. Mudança e Excelência Organizacional

Existem várias estratégias importantes que ajudam a implementar, gerir e melhorar a qualidade numa empresa, sendo que todas essas estratégias implicam mudanças. A mudança do *status quo* é importante porque o negócio está sempre a mudar, com alterações dos requisitos do cliente, inovação da concorrência e avanços tecnológicos. Mas a mudança é considerada difícil, a origem dos erros e dispendiosa. Devido à resistência à mudança e à sua importância, os seguintes fatores devem ser tidos em conta (Montgomery, 2019; Pyzdek & Keller, 2010):

- A mudança é alvo de resistência por diversas razões;
- A mudança é dolorosa, proporciona melhoria, mas é necessário estabelecer o equilíbrio entre um ambiente estável e alterar o *status quo*;
- Os líderes necessitam de saber como implementar a mudança;
- As reações à mudança podem variar, com alguns a resistir e outros a aceitar;
- A direção tem de ser um líder de mudança, ser eficaz na autoanálise e ter vontade de mudar.

Existem certos fatores que ajudam a mudança, tais como a figura de uma pessoa ou grupo responsável pela mudança que auxilia a gestão nesse sentido e patrocinadores, que fornecem os recursos para a mudança. Estas atuações são geralmente direcionadas para objetivos específicos de mudança (Montgomery, 2019): (i) mudar a forma como as pessoas pensam (o primeiro passo importante); (ii) mudar as normas (modelos de operação ou expectativas); (iii) mudar os sistemas da organização ou processos (o último e principal objetivo da mudança).

A excelência organizacional procura otimizar o uso e eficácia de todos os recursos dentro de uma organização. Com a evolução novas oportunidades, processos, ferramentas e técnicas surgem e torna-se necessário integrá-las para apoiar o desenvolvimento de uma organização. A excelência é sobre otimização, eficácia e integração de novas ferramentas e técnicas para promover melhorias, pelo que este caminho assenta em 3 pilares base - Qualidade, Inovação e Sustentabilidade.

O conceito de *Quality Excellence* está associado à excelência organizacional ao nível da qualidade. Alcançada, somente, mediante comprometimento de toda a empresa, tem os seus alicerces na visão e políticas vigentes, intrinsecamente relacionados com o tipo de liderança e comprometimento da gestão de topo. A Qualidade é alcançada mediante um processo contínuo, não por pico de melhoria isolados (Schonberger, 2023). A diminuição do nível das falhas de qualidade e produção de produtos de alta qualidade não resultam das atividades de inspeção, mas fundamentalmente das atividades de melhoria dos processos, tornando-os mais eficazes, mais simples, com menos não-conformidades e mais seguros (Chase et al., 2006). A probabilidade de as empresas sobreviverem e prosperarem é afetada se não existir uma preocupação constante com a melhoria contínua dos seus processos, visando a redução de custos e desperdícios.

3. CARATERIZAÇÃO DO CONTEXTO DE ESTUDO

Este projeto foi desenvolvido em contexto empresarial, no ramo de fabricação de instrumentos e equipamentos óticos não oftálmicos. Neste capítulo é descrita a história da empresa Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S. A, é apresentado o processo produtivo e esclarecido o procedimento de garantia e gestão da qualidade.

3.1. A Empresa: Leica - Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.

No ano de 1849, em *Wetzlar*, na Alemanha, nasceu a empresa “Optisches Institut”, que se dedicava à produção de microscópios. Anos mais tarde Ernst Leitz, em 1869, assume a direção da empresa, e esta muda de nome para Ernst Leitz – Optische Werke. No seguimento, da evolução administrativa, regista-se também um desenvolvimento nos produtos comercializados, sendo que em 1906 a empresa conta com cerca de 400 trabalhadores e atinge uma produção de 4000 microscópios por ano. A crescente produção traduziu-se num aumento da dimensão do negócio, fazendo com que surgissem novos produtos. A criação do primeiro protótipo de uma câmara fotográfica acontece em 1913, tendo o nome de Ur-Leica, mas é só em 1924, que começa a produção da primeira câmara fotográfica, a Leica I. Com o decorrer dos anos foram desenvolvidas novas máquinas, baseadas no primeiro modelo, mas com características inovadores, ausentes no mercado, como é o caso de telémetros e obturadores de velocidade lenta.

O crescimento da empresa levou à sua difusão pelo mundo, e foi a 29 de junho de 1973, por deliberação do Concelho de Administração da Alemanha, que foi fundada em Portugal a Leitz Portugal - Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.R.L., posteriormente Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S. A., como uma filial da atual Leica Camera AG. Em 2013, depois da mudança de instalações para Lousado, Vila Nova de Famalicão, a empresa contava com aproximadamente 700 colaboradores e instalações com uma área de 52000 m², dos quais 13.6 mil m² são destinados à produção - Figura 5.



Figura 5 - Instalações fabris da Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S. A

Com a inauguração das áreas de Investigação & Desenvolvimento e Customer Care em 2017, foram dados os primeiros passos na produção de produtos Sport Optics 100% portugueses. Em 2020 o 1º projeto 100% português foi dado a conhecer ao mercado, o binóculo TRINOVID. Em 2022 foi desenvolvido o 2º projeto com carimbo português, o binóculo Geovid PRO.

O crescimento da empresa em Portugal foi acontecendo como consequência do alargamento da gama de produtos. De uma produção inicial de algumas peças mecânicas e óticas, a necessidade foi motriz da evolução da fábrica portuguesa para a produção e montagem de produtos como elementos a integrar nas câmaras fotográficas e objetivas, binóculos e miras telescópicas.

Atualmente, em termos produtivos a empresa encontra-se dividida em três secções principais: Ótica, Mecânica e Montagem, que trabalham desde a produção de peças óticas e mecânicas até à montagem de elementos de três famílias de produtos distintos: máquinas fotográficas, objetivas e produtos de observação (binóculos e miras). A Figura 6 expõem exemplos de produtos finais de cada uma destas famílias de produtos da marca.



Figura 6 - Produtos Leica Camera AG

A Leica é reconhecida internacionalmente pela sua qualidade e prestígio, atribuiu desde sempre grande importância à qualidade dos seus produtos, sendo considerado um objetivo primordial a seguir. Desde março de 1997 até aos dias de hoje encontra-se certificada, cumprindo os requisitos da norma ISO 9001, e está também ciente da sua responsabilidade social tendo implementado um Sistema de Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde do Trabalho segundo as normas ISO 14001 e ISO 45001.

A Leica desenvolve a sua atividade um nicho de mercado, tanto pela sua qualidade como pela sua associação à história mundial através do fotojornalismo. Tais condições permitiram o desenvolvimento de um tipo de cliente específico, praticamente imune às circunstâncias socioeconómicas internacionais, o que implica que níveis de excelência sejam permanentemente entregues.

3.2. Processo Produtivo

A Leica opera internacionalmente, e representa a gama premium do segmento de câmaras fotográficas e produtos de ótica desportiva. A Leica Portugal exporta os seus produtos para a casa-mãe na Alemanha, onde são finalizados e distribuídos para serem vendidos em revendedores autorizados e Leica Store.

A filial da Leica em Portugal é constituída por três secções produtivas, encontrando-se separadas fisicamente, dentro da unidade fabril:

- Ótica: secção dividida em três áreas produtivas - ótica plana, produtora de prismas óticos para binóculos e máquinas fotográficas, composta pelos processos de Fresagem, Esmerilagem e Polimento; ótica esférica onde são produzidas lentes para binóculos, miras e objetivas através de processos de Fresagem, Esmerilagem, Polimento e Centragem; área de tratamento de superfície, acabamento, que inclui atividades de Lavagem, Colagem, Revestimento e Lacagem.
- Mecânica: secção composta por duas grandes áreas - maquinaria, onde ocorre a transformação da matéria-prima (normalmente alumínio, magnésio e latão) em componentes de grande exigência técnica através de processos de Torneamento CNC, Fresagem CNC e Torneamento Fino; tratamento de superfícies, onde é conferido o acabamento de superfície mais indicado a cada material, através de Polimento, Areamento, Anodização, Cromagem, KTL (ou Cataforese), Pintura, Gravação e Pintura de Baixo-relevo.
- Montagem: secção de montagem composta por cinco áreas produtivas - Sport Optics, onde é montado o material de observação (miras e binóculos); Câmara, referente à montagem de elementos a serem integrados nos equipamentos fotográficos, digitais e analógicos; Objetivas, onde são montados os principais grupos das objetivas Leica; Terceiros, onde é realizada a montagem de produtos destinados a produtores de aparelhos de alta precisão, que não a casa mãe na Alemanha; Eletrónica, onde placas e outros equipamentos eletrónicos são finalizados para abastecer as áreas produtivas da secção de montagem que necessitam destes componentes.

Além das secções produtivas, existem outros setores que têm um papel de igual relevo no sucesso produtivo da organização. São secções que cooperam diretamente com os departamentos produtivos. Entre eles estão o departamento Logístico, que é responsável por elaborar o plano diretor de produção em conjunto com a casa mãe na Alemanha, assim como pela compra de matérias-primas e

relacionamento com fornecedores; o departamento de Qualidade que efetua todo o controlo dos parâmetros de qualidade, quer das matérias-primas (Garantia da Qualidade de Fornecedores) como dos produtos durante o processo produtivo e antes de seguirem para a Alemanha ou Terceiros (Garantia e Gestão da Qualidade); a Ferramentaria, setor também ele de transformação, mas com o objetivo de criar ferramentas necessárias à produção.

Como é natural numa organização desta dimensão, existem outros departamentos que, embora importantes ao funcionamento e sustentabilidade da empresa não estão tão diretamente relacionados com o processo produtivo e, por isso, não é concedida distinção.

No Anexo I – Organograma Geral é possível verificar o organograma geral da organização e na Figura 7 o fluxograma que representa as interações interdepartamentais, de modo a melhor compreender o processo produtivo e a organização a alto nível.

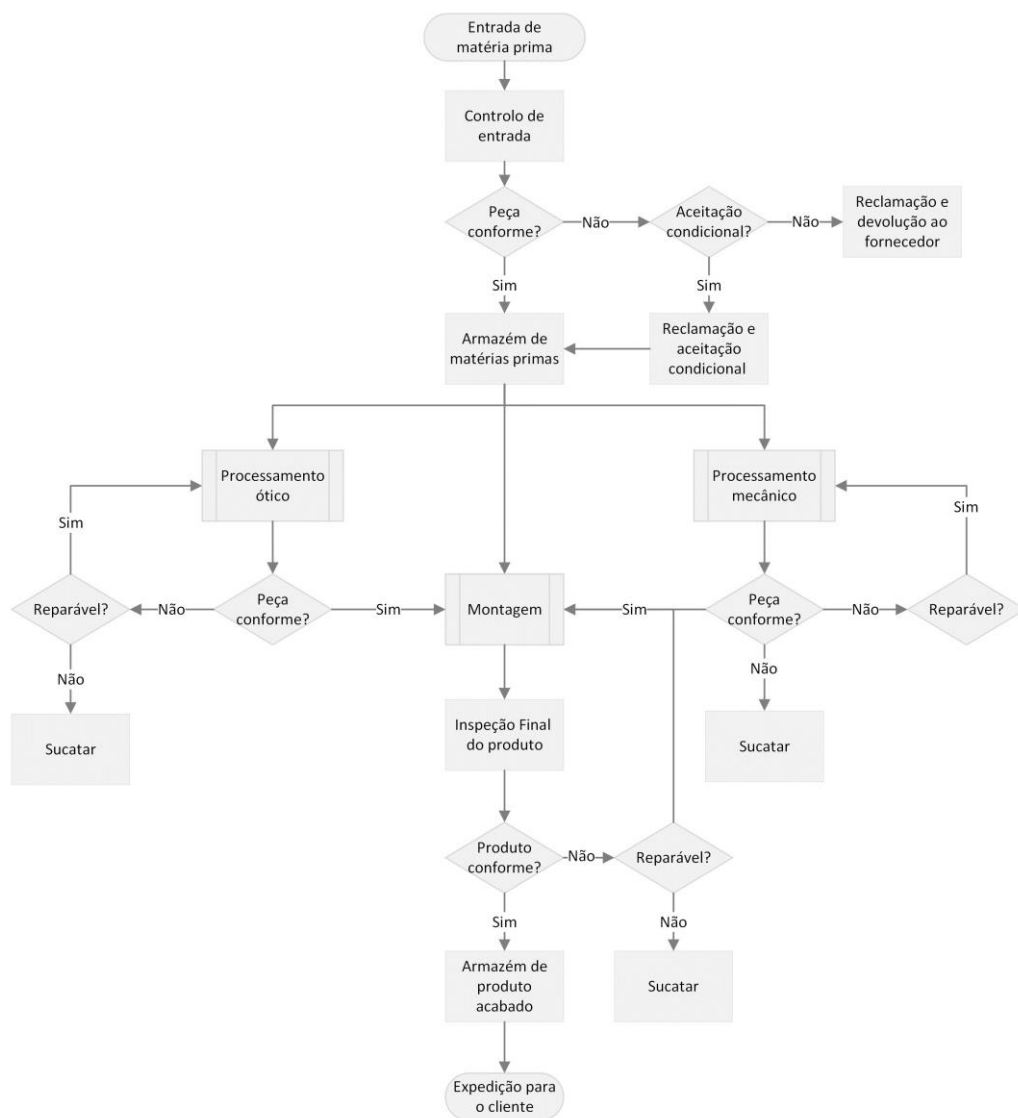


Figura 7 - Fluxograma produtivo

3.3. Gestão e Garantia da Qualidade

O departamento de Qualidade da empresa está estruturado em cinco áreas funcionais - qualidade estratégica, planeamento avançado da qualidade, qualidade de série, tecnologia de medição e qualidade de fornecedores - como é possível observar no organograma, Figura 8.

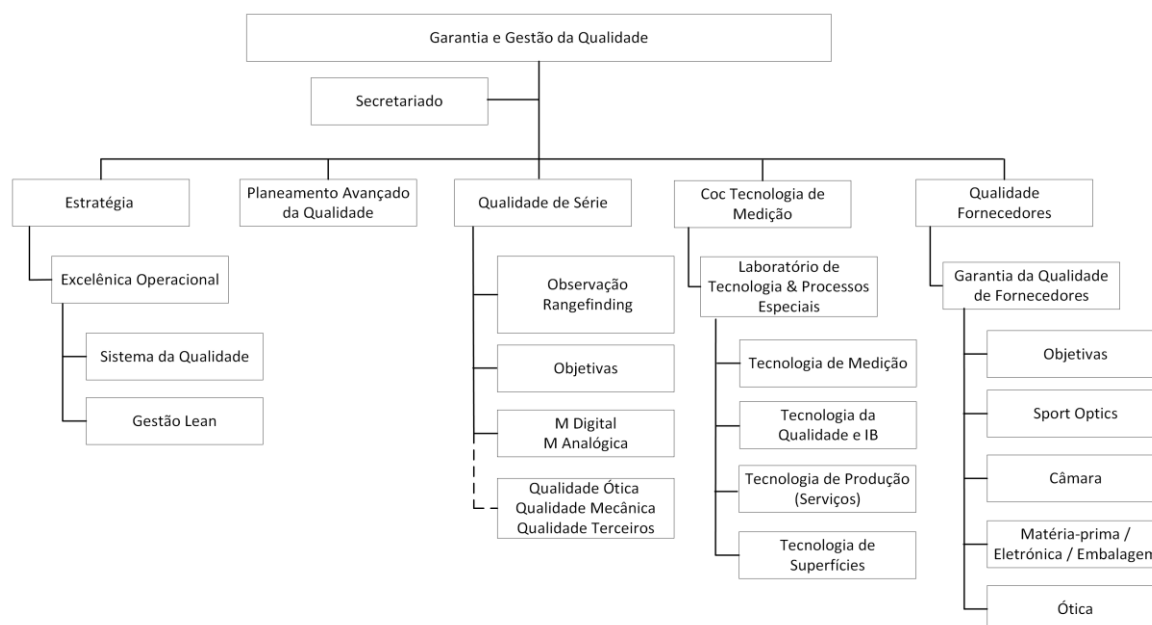


Figura 8 - Organograma do departamento de Gestão e Garantia da Qualidade

O Sistema de Gestão de Qualidade e Gestão *Lean* é englobado na Excelência Operacional, no âmbito da Qualidade Estratégica. Por esta subsecção é planeada e implementada qualidade com o pensamento no longo prazo, tendo em conta a visão e valores da marca Leica.

Os responsáveis pela Qualidade de Série visam a Gestão da Qualidade do Produto a nível operacional, mais concretamente ao nível do processo de montagem. Os responsáveis pela Qualidade de Fornecedores são os encarregados da qualidade dos componentes de compra.

3.3.1. Garantia da Qualidade de Fornecedores

A Garantia da Qualidade de Fornecedores prima pela garantia da qualidade de peças compradas. Todos os componentes de origem externa, isto é, adquiridos a fornecedores, são sujeitos a uma inspeção de controlo à entrada, onde são executados testes por amostragem aos parâmetros que necessitam avaliação, de acordo com o plano de controlo.

A secção encontra-se dividida em dois grandes grupos: a qualidade ótica e a qualidade mecânica. Para ambos os grupos são efetuados dois tipos de atividades: aprovação de primeiras amostras e controlo de entrada regular. Neste grupo são verificadas peças que a ser usadas pela primeira vez na Leica e

que, por isso, todas as especificações do componente são totalmente verificadas. No controlo de entrada regular são verificadas por amostragem (consoante o tamanho do lote) requisitos críticos dimensionais e estéticos.

3.3.2. Qualidade de Série: Ótica

Todo o material ótico pronto a fornecer à secção de montagem passa pelo controlo de qualidade ótico, na respetiva secção. Todas as lentes individuais para sistemas óticos com destino à colagem passam pelo controlo de qualidade ótico, sendo inspecionadas, tendo em consideração os códigos de defeitos cosméticos. Os principais defeitos que podem ocorrer na ótica são: defeitos de superfície (riscos), defeitos de material (bolhas, estrias e inclusões), defeitos de revestimento ou sujidades.

As especificações presentes no desenho técnico do componente limitam a quantidade e grandeza do defeito permitido. Outros defeitos que podem ocorrer estão relacionados com defeitos dimensionais e defeitos no eixo ótico. A verificação e a avaliação de impurezas e imperfeições dos componentes óticos seguem a norma DIN ISO 10110-7, sendo que para avaliar as especificações são utilizadas placas de teste para uma comparação subjetiva – Figura 9.



Figura 9 - Tabela de teste de qualidade de superfície ótica

A inspeção ocorre de modo geral por amostragem, tendo em conta a classe correspondente, na classificação interna da empresa. Todavia, se for detetado algum resultado negativo a inspeção passa a 100% durante o período estipulado. O material verificado é colocado no local identificado, de acordo com o resultado da verificação, e os registos de inspeção são preenchidos. Para além de controlo estético existe controlo dimensional dos componentes.

3.3.3. Qualidade de Série: Mecânica

A Garantia de Qualidade da secção mecânica assegura o envio de material dentro das especificações. Contudo, se o material se encontrar fora das especificações, este pode ser enviado se garantida a funcionalidade e/ou no caso de o cliente o aceitar. No caso da produção interna, o material enviado

para a montagem é verificado pela Garantia da Qualidade Mecânica, sendo que se uma aprovação for condicional, esta só é válida depois de assumidas pelo responsável de Qualidade de Série e/ou pelo responsável de Engenharia do Produto. No caso de rejeição de componentes mecânicos na secção de montagem, o material é reavaliado por um elemento da Garantia da Qualidade Mecânica juntamente com o Gestor de Qualidade do Produto. Na secção mecânica o produto pode ser reparado ou sucitado. A Garantia da Qualidade Mecânica atualiza o OEE e faz revisões/inspeções a que estão associados registos na base de dados, sendo da responsabilidade da Engenharia Mecânica atualizar documentos, processos e analisar se os meios de verificação são adequados.

Em termos de requisitos, para os componentes mecânicos existem diferentes classes de qualidade de acordo com especificidade da superfície. As superfícies mecânicas são classificadas internamente como superfícies representativas (superfícies particularmente importantes a nível de qualidade), superfícies constantemente visíveis, superfícies visíveis ocasionalmente e superfícies sem requerimentos decorativos. A Figura 10 apresenta a classe de qualidade mínima necessária a partir da classificação da superfície.

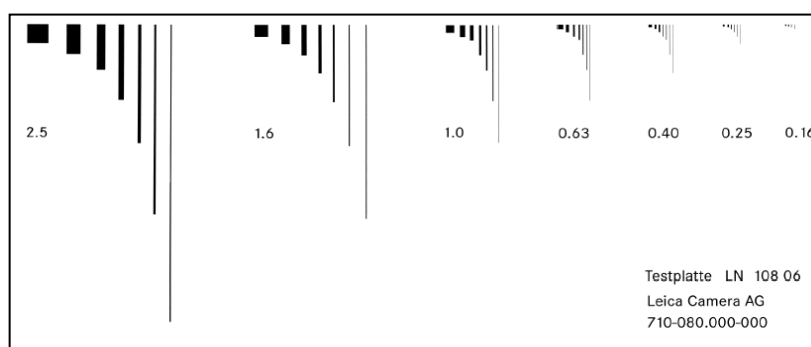


Figura 10 - Tabela de teste de qualidade de superfície mecânica

Para que a nível visual a peça esteja em conformidade, no desenho é especificado o tipo de tratamento de superfície e a classe de qualidade pretendida para a peça. A Figura 10 representa o mecanismo de controlo para validação da conformidade das peças a nível estético. A tolerância da superfície da peça, definida na fase de projeto do produto, é comparada a superfície e validada ou não, dependendo da quantidade e dimensão dos defeitos. Os principais defeitos que ocorrem são depressões, danos e falta de material.

Para os componentes mecânicos, para além de uma inspeção visual, é necessário fazer uma inspeção a nível dimensional. A inspeção ocorre de modo geral por amostragem, tendo em conta a classe correspondente, na classificação interna da empresa. Todavia, se for detetado algum resultado

negativo a inspeção passa a 100% durante o período estipulado. O material verificado é colocado no local identificado, de acordo com o resultado da verificação, e os registos de inspeção são preenchidos.

3.3.4. Qualidade de Série: Montagem

Envolve atividades operacionais de Gestão da Qualidade ao nível da secção de montagem. O Gestor da Qualidade do Produto, como o nome indica, encontra-se associado ao produto de fabricação em série, atuando no âmbito da Gestão da Qualidade do produto final. Das atividades desempenhadas por estes responsáveis destacam-se a análise e seguimento de indicadores de desempenho associados à qualidade do produto, a resolução de problemas derivados de não conformidades, a implementação de iniciativas de intervenção sobre problemas de qualidade crónicos e a definição de planos e instruções de controlo.

A empresa possui ferramentas de organização, como instruções de trabalho detalhadas, gestão logística por SAP e roteiros com tempos de operação. Os planos de controlo estão presentes nos postos de trabalho das linhas de montagem sob a forma visual de instruções de controlo. Nos postos de inspeção das linhas de montagem existem registos de inspeção que são preenchidos sempre que detetadas não conformidades, sendo os dados recolhidos tratados de forma semanal.

Os postos de inspeção das linhas de montagem avaliam parâmetros estéticos e funcionais do produto através de controlo visual e funcional. Se o material utilizado na montagem não se encontrar dentro das especificações e tiver de ser devolvido à secção original ou sucata, o processo de devolução é gerido através do software SAP. A gestão das devoluções mediante a utilização do SAP permite a eliminação da utilização das fichas de cor e facilita o processo de devolução.

3.4. Câmara

O foco do projeto é a secção de montagem, mais especificamente, o processo de montagem de elementos fundamentais que integram as câmaras fotográficas. A Leica Portugal é responsável pela produção de grupos e subgrupos para dois tipos de câmaras fotográficas - câmaras analógicas e câmaras digitais.

Durante o período de dissertação, foi possível acompanhar a produção de elementos para 3 modelos – MA, MP e M6 – de câmaras fotográficas analógicas e de elementos para 2 modelos – M10 e M11 – de câmaras fotográficas digitais. Cada modelo tem versões, de acordo com o acabamento estético pretendido para o equipamento. Para cada modelo existem três versões de série, e podem ainda existir

séries especiais. Uma série especial resulta, por exemplo, de alterações de carácter estético sobre os modelos de série.

As câmaras Leica não se enquadram nos produtos de venda a Terceiros, estes são produtos com desenvolvimento e produção interna ao grupo Leica Camera AG. De ressaltar que, a secção de montagem "Câmara" para além da montagem de elementos para equipamentos fotográficos, essencialmente de Sistema M, produz também acessórios, como *handgrips's* e *visoflex's*.

3.4.1. Mecanismo *e-messer*

O mecanismo *e-messer* é uma tecnologia patenteada pela Leica utilizada em todas as câmaras fabricadas pela marca. É uma combinação de telémetro e visor, onde o visor é acoplado aos quadros das respetivas objetivas. O sistema de telémetro permite um foco preciso, fornecendo as condições para capturar uma imagem autêntica e natural – Figura 11.

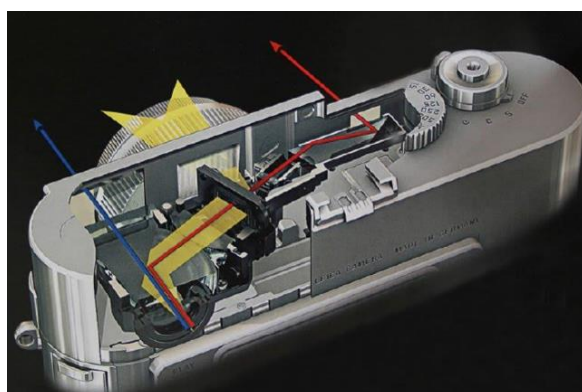


Figura 11 - Posicionamento do mecanismo *e-messer* na câmara

Na construção deste mecanismo são utilizados mais do que 100 componentes de origem interna (componentes mecânicos e óticos) e de origem externa (componentes de outra natureza). Para ser possível operar este mecanismo com os requisitos pretendidos é necessária uma enorme precisão ótica e mecânica. O conjunto, para além de requerer componentes de elevada qualidade, necessita também de um ajuste muito preciso. A exigência de precisão no mecanismo mecânico, que conjuga a objetiva e o rolete, é da ordem dos micrómetros.

Dada a complexidade do conjunto e a necessidade de garantia de qualidade no produto final o ajuste deste é realizado em duas etapas: a primeira quando os componentes óticos são montados – ajuste W2; e a segunda quando o mecanismo é acoplado à estrutura da câmara, já no processo final de montagem - ajuste W6.

Tratando-se dos subgrupos mais complexo presente nos equipamentos fotográficos, é dado destaque ao seu processo produtivo. O Apêndice I – Processo de fabricação do mecanismo *e-messer* representa esquematicamente o fluxo de etapas executadas até ao envio dos mecanismos para as linhas de montagem. Os mecanismos são enviados para as linhas de montagem das respectivas câmaras, de modo a serem acoplados aos restantes componentes, ajustados e controlados.

3.4.2. Montagem: Câmara

A montagem da câmara recebe componentes da secção ótica, mecânica e da logística (componentes de compra). Estas peças percorrem os diferentes grupos da montagem, onde são criados os subgrupos e grupos que dão origem aos elementos enviados para finalização das câmaras fotográficas na casa mãe. O mecanismo *e-messer*, previamente abordado, é exemplar de um subgrupo comum às duas tipologias de câmaras.

O processo de montagem da câmara ocorre em duas salas fisicamente separadas, a Sala Semi-limpa e a Sala Limpa. A Sala Limpa, contém um ambiente controlado a nível de pressão e temperatura, onde a quantidade de partículas no ar é diminuta, de modo a facilitar a montagem de componentes óticos e opto-mecânicos. Na Sala Semi-limpa ocorrem as operações “mais sujas”, que poderiam contaminar o ambiente da Sala Limpa. No caso particular dos elementos da câmara analógica, a montagem e controlo é realizada inteiramente na Sala Semi-limpa. Os elementos das câmaras digitais são montados na Sala Limpa, assim como a montagem dos seus subgrupos opto-mecânicos.

Em termos de funcionamento, a secção de montagem funciona em um único turno de 2ª a 6ª feira com horário das 7h30 às 16h15, com duas pausas durante o dia de trabalho – uma pausa de 15 minutos, a meio da manhã, e uma pausa de 45 minutos para almoço.

Cada operador executa um conjunto de atividades específicas associadas ao posto de trabalho ao qual está alocado, salvo exceções específicas, como ausência de colaboradores.

Todos os produtos seguem o processo de montagem com uma folha de acompanhamento, onde são registados os postos de trabalho por onde o produto passou e sinalizadas anomalias que possam existir, o que permite elevada rastreabilidade interna.

A gestão da qualidade associada às linhas de montagem envolve atividades de controlo e ajuste sobre os produtos. Nas linhas de montagem existem postos destinados ao controlo de diversos parâmetros críticos a nível estético e funcional.

Muitas das instruções de controlo nas linhas de montagem correspondem a instruções de controlo visual, de acordo com um ângulo de visão e iluminação específica. O controlo dimensional é maioritariamente realizado nas secções anteriores.

Câmara Analógica

A montagem dos elementos da câmara analógica inicia-se com os subgrupos necessários para a construção do corpo principal e carcaça. Posto isto, é acoplada a carcaça ao corpo principal e são realizados os primeiros ajustes no grupo – são ajustados o tempo de exposição e o controlo de sincronismo e disparo. Na sequência é montado o aro novo e, posteriormente, o mecanismo *e-messer* e máscaras na máquina. Existe um novo ajuste após a colocação do *e-messer* e máscara, neste momento é realizado o controlo eletrónico sobre a abertura de luz e um ajuste sobre o *e-messer*. A última etapa de montagem corresponde à montagem da tampa na máquina.

É realizado um controlo final, a 100%, sobre todos os produtos montados, sendo testados e controlados parâmetros estéticos e funcionais de acordo com as instruções de controlo.

No Apêndice II – Processo de montagem dos elementos da câmara analógica está representado o fluxo referente ao processo de montagem dos elementos a expedir para a Alemanha para a finalização da câmara analógica, onde constam também os *inputs* e *outputs* de cada atividade. O detalhe apresentado mostra-se suficiente para a compreensão do processo produtivo e elaboração da proposta de metodologia de resolução de problemas. O objetivo inicial era a elaboração de uma tabela SIPOC, contudo devido ao sigilo de informação pedido em relação aos intervenientes externos as colunas *Suppliers* e *Customers* foram suprimidas.

Em suma, o processo de montagem conta com 14 postos de trabalho, onde todos os operadores desempenham um conjunto de tarefas distintas.

Os postos de trabalho que executam ajustes e controlo têm especificações técnicas a validar e mecanismos de validação, contudo é política da empresa que os restantes postos realizem controlo visual sobre as peças tendo autonomia para reportar aos responsáveis no caso de se verificar necessário. As características do produto a controlar e os mecanismos de validação encontram-se descritos no plano de controlo do produto. As não conformidades detetadas são registadas em folhas de registo, onde os defeitos são classificados segundo as categorias: Qualidade estética mecânica; Qualidade estética ótica; Qualidade de movimentos, Qualidade eletrónica; Montagem; Outros. A classificação salvaguarda características dos âmbitos: estética, funcional, dimensional e segurança. Posteriormente, os dados coletados são analisados pelo Gestor de Qualidade do Produto.

Após a inspeção final, se o produto não cumprir qualquer especificação é declarado como não conforme e devolvido para reparação. Os produtos sujeitos a reparação voltam a ser inspecionados, sendo que sempre que surjam resultados anormais é procurado atuar de imediato na linha de produção, sobre o problema e desencadear ações corretivas e preventivas.

O grupo, pronto a expedir, não é o produto final Leica Camera AG. De Portugal para *Wetzlar* é enviado o grupo, resultante do processo descrito, e outros 2 componentes. Em *Wetzlar* são ainda efetuadas atividades de montagem, ajuste e controlo sobre o produto.

Câmara Digital

De forma similar, o fluxo do processo de montagem dos elementos da câmara digital foi sistematizado. No Apêndice III – Processo de montagem dos elementos da câmara digital encontra-se a representação da construção dos três subgrupos finais - *ruck*, chapéu e corpo principal - e a união dos 3 subgrupos originando o grupo pronta a expedir. O detalhe apresentado mostra-se suficiente para a compreensão do processo produtivo e elaboração da proposta de metodologia de resolução de problemas. De notar que, após a maioria das operações de montagem ocorrem verificações, ajustes ou controlos. De notar que o objetivo inicial era, também, a elaboração de uma tabela SIPOC, contudo devido ao sigilo de informação pedido as colunas *Suppliers* e *Customers* foram suprimidas.

O *e-messer* é ajustado pela segunda vez após a montagem do corpo principal. Este ajuste é especialmente delicado uma vez que salvaguarda a função visual da câmara. Todas as etapas de inspeção são realizadas sobre 100% dos grupos enviadas para *Wetzlar* de acordo com instruções de controlo. À semelhança dos elementos da câmara analógica, o plano de controlo contempla características do âmbito estético, funcional, dimensional e segurança, avaliadas pelas categorias Qualidade estética mecânica, Qualidade estética ótica, Qualidade de movimentos, Qualidade eletrónica, Montagem e Outros nas instruções de controlo e registos de Inspeção.

De notar que todos os operários da montagem têm liberdade para informar o responsável no caso de deteção de não conformidades, não se limitando aos cinco postos de inspeção da linha.

Caso o produto, após a inspeção, não cumpra qualquer especificação é declarado como não conforme e é devolvido à produção para reparação. Nesse momento o responsável pela inspeção regista o defeito, os produtos sujeitos a reparação voltam a ser inspecionados, sendo que sempre que surjam resultados anormais é procurado atuar de imediato na linha de produção, sobre o problema e desencadear ações corretivas e preventivas.

Após embalados os grupos são enviadas, devidamente identificadas, para o armazém de expedição. Para *Wetzlar* não são enviadas câmaras finalizadas. Na casa-mãe são adicionados componentes eletrónicos à câmara e montada a tampa de baixo do equipamento.

Em suma, o processo de montagem tem uma linha de montagem com 19 postos de trabalho, onde todos os operadores desempenham tarefas distintas.

Ao contrário do observado na linha dos elementos da câmara analógica, em que existe um ponto de inspeção final no fim do processo produtivo, na linha de montagem dos elementos da câmara digital as operações de inspeção ocorrem por etapas. Existem 5 postos de inspeção ao longo da linha produtiva - Inspeção chapéu, Inspeção final, *System Test*, *Flash Firmware*, Embalagem. De notar que, em ambos os casos, o autocontrolo nos restantes postos de trabalhos é a prática seguida.

3.5. Gestão da Informação

Na empresa é utilizado o software SAP para o armazenamento e gestão integrada de informação. No ERP SAP é gerido todo o stock disponível nos vários armazéns. A secção de montagem é classificada em SAP como um armazém. Quando terminada a montagem é originado *stock* de componentes montados, que é lançado em *backflush*. Acabando o processo produtivo, o produto final é transferido para o armazém associado à expedição. Aqui, é feita a associação de cada produto às solicitações de entrega do cliente, sendo então emitida a fatura e efetuado o movimento *cross company*.

Em SAP são registadas as devoluções entre secções, onde é permitido classificar o tipo de não conformidade detetada. Esta funcionalidade, assim como outras, mostram-se relevantes para que dados possam ser extraídos e analisados.

4. ANÁLISE CRÍTICA DO PROBLEMA

O projeto incide sobre o processo de montagem dos grupos das câmaras fotográficas. Neste capítulo é realizado um diagnóstico sobre o processo de resolução de problemas e são analisados os principais indicadores associados à gestão da qualidade do produto. Em última instância são também mencionadas as premissas inerentes à implementação deste projeto.

4.1. Processo de resolução de problemas

Na organização existem procedimentos internos que definem a conduta de ação sobre o controlo do produto não conforme, o método de registo de não conformidades e implementação de ações corretivas, a gestão de risco e a classificação do produto. Os procedimentos referidos visam definir regras e métodos para responder a problemas de qualidade, com vista a eliminar as causas raiz e mitigar o impacto de não conformidades detetadas.

De acordo com os procedimentos qualquer colaborador da área produtiva pode detetar não conformidades presentes nas peças, sendo uma não conformidade resultado de queixas dos operadores perante anomalias estéticas e/ou funcionais, reclamações/devoluções e inspeções onde os requisitos não sejam satisfeitos na totalidade. Após ser detetada, é da responsabilidade do Gestor da Qualidade do Produto em conjunto com o *Product Team Leader*, PTL, e responsáveis das diferentes áreas o registo da mesma e a definição de ações corretivas a implementar, de modo a eliminar o problema encontrado. A ação corretiva visa anular definitivamente a causa da não conformidade detetada e não apenas solucionar o problema por um determinado período, isto é, procura prevenir a reincidência. As ações corretivas são geridas a partir dos planos de ação definidos. A gestão dos planos de ação associados a cada tipologia de câmara é da responsabilidade do Gestor da Qualidade do Produto. O registo é utilizado para o seguimento e atualização do *status* relativo às diferentes ações a decorrer.

Em termos de desenvolvimento e implementação de ações corretivas, o método atual procura identificar as causas raízes associadas à não conformidade e esboçar as ações necessárias para as eliminar.

Existem diferentes metodologias de resolução de problemas a serem utilizadas para o efeito, a organização encontra-se familiarizada com conceitos da metodologia 8D e processo de gestão A3. A metodologia QRQC, que visa ser implementada, é uma novidade na empresa, introduzida no sentido de combater dificuldades existentes no processo de resposta a problemas de menor complexidade. Nas

linhas de montagem verificou-se que grande parte deste tipo de problemas são solucionados sem a utilização de uma abordagem sistemática e sem registo documental do processo de resolução.

De notar que a organização demonstra conhecimento na ótica da análise dos problemas. Todavia, foram detetadas dificuldades sobre o processo de seleção da abordagem a usar. Os procedimentos definidos não balizam o âmbito de aplicação das metodologias conhecidas. O verificado é a escolha da abordagem de acordo com familiaridade com as ferramentas e hábito de uso.

Ao serem flexíveis os procedimentos definidos tornaram-se genéricos, não definindo um padrão de atuação claro de acordo com a especificidade do problema detetado. Adicionalmente, foram reportadas oportunidades de melhoria na implementação da etapa de verificação/controlo na resolução de problemas. O cumprimento dos prazos associados ao seguimento e validação da eficácia das ações tomadas é de difícil concretização, pela necessidade de dar resposta a outros problemas em espera.

4.2. Análise de aspetos críticos

De modo a ter uma caracterização clara do contexto de estudo são apurados e avaliados aspetos chave relacionados com características críticas do produto. A estabilidade e robustez do processo é analisada, na ótica da qualidade do produto, pelos KPI's, devoluções externas e rejeição interna. Por fim, é analisado o cumprimento do prazo de resposta a problemas detetados na montagem da câmara.

4.2.1. Criticidade de características do produto

Paralelamente à análise do fluxo do processo foi realizado um levantamento de aspetos críticos inerentes a cada posto de trabalho. A informação foi obtida a partir de entrevistas aos *Product Team Leader* e operadores.

O objetivo da análise passou por identificar possíveis "gatilhos" no processo de resolução de problemas, isto é, sintetizar os aspetos críticos de modo a permitir associações entre os problemas e as características assinaladas. A Tabela 6 sintetiza a informação recolhida sobre os elementos da câmara analógica e a Tabela 7 sintetiza a informação recolhida sobre os elementos da câmara digital.

Tabela 6 - Características críticas da linha de montagem dos elementos da câmara analógica

Posto de Trabalho	Componente	Criticidade
PT1	Corpo	Dimensional
PT3	Anilhas	Funcional
PT4	Carreto duplo	Funcional
PT5	<i>Blattfeder</i>	Funcional
PT6	Fios foto diodo	Funcional
PT7	Corpo; Carcaça	Dimensional
PT12	Máscara	Funcional
PT13	Leds	Funcional

Tabela 7 - Características críticas da linha de montagem dos elementos da câmara digital

Posto de Trabalho	Componente	Criticidade
PT1 - corpo	Ilhós	Estética
PT2 - corpo	Aro	Estética
PT5 - corpo	<i>E-messer</i>	Funcional
PT2 - ruck	Botão cruz	Funcional
PT1 - chapéu	Carcaça do chapéu	Estética
	<i>Clickwheel</i>	Funcional
	Botão de tempos	Estética
PT2 - chapéu	Botão ON/OFF	Estética
	Sapatinho	Estética
	Botão ISO	Estética
PT3 - chapéu	Janelas	Estética

A criticidade associa-se à maior dificuldade sentida pelo operador no processo de montagem, correspondendo à categoria de defeitos com maior expressão no posto. No processo de montagem dos elementos da câmara analógica (grupos e subgrupos) foram identificados 9 componentes como críticos. As dificuldades mais sinalizadas relacionam-se com a garantia da funcionalidade.

No caso dos elementos da câmara digital (grupos e subgrupos), foram identificados 3 componentes críticos ao nível da montagem do corpo principal, 1 ao nível da montagem do *ruck* e 7 na montagem do chapéu. Na montagem final do grupo não foi relatada criticidade ao nível de nenhum componente nem atividade. Em termos de criticidade de características do produto, as dificuldades mais sinalizadas relacionam-se com a garantia dos requisitos estéticos.

4.2.2. Devoluções externas

A análise de devoluções externas incide sobre o ano fiscal de 2023, ou seja, de abril de 2022 a março de 2023. O intervalo de tempo foi definido com o propósito de verificar a existência de tendências ao longo da série temporal.

Os dados referentes às devoluções externas são fornecidos à organização numa base semanal.

Câmara Analógica

Em termos de quantidade expedida e devolvida, a Figura 12 representa o número de grupos enviados para *Wetzlar* (casa-mãe) e a quantidade de grupos devolvidos, ao longo das várias semanas de FY23.

De destacar que em 42 das 52 semanas não foi devolvido material, sendo a taxa anual de devoluções externa de 2,2%. Os três maiores picos de devoluções ocorreram nas semanas 12 de 2023, 47 de 2022 e 42 de 2022.

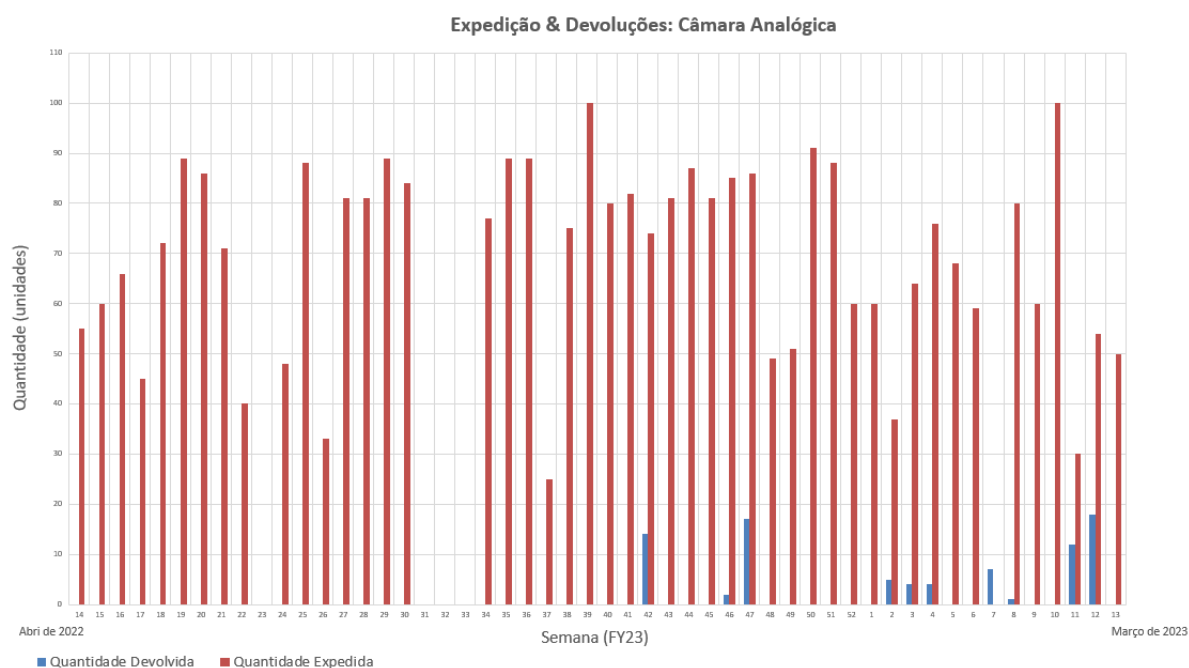


Figura 12 - Expedição e devoluções FY23: montagem "câmara analógica"

De notar que, o material é devolvido de acordo com a ordem FIFO, contudo o lote de material devolvido pode conter elementos de diferentes semanas de produção devido a acumulação de material não conforme no cliente.

Câmara Digital

Em termos de quantidades expedidas e devolvidas, a Figura 13, representa a quantidade de unidades enviadas para Wetzlar e a quantidade de unidades devolvidas, ao longo das várias semanas de FY23.

De destacar que em 31 das 52 semanas não foi devolvido material, sendo a taxa anual de devoluções externa de 2,1%. Os três maiores picos de devoluções ocorreram nas semanas 12 de 2023, 47 de 2022 e 9 de 2023.

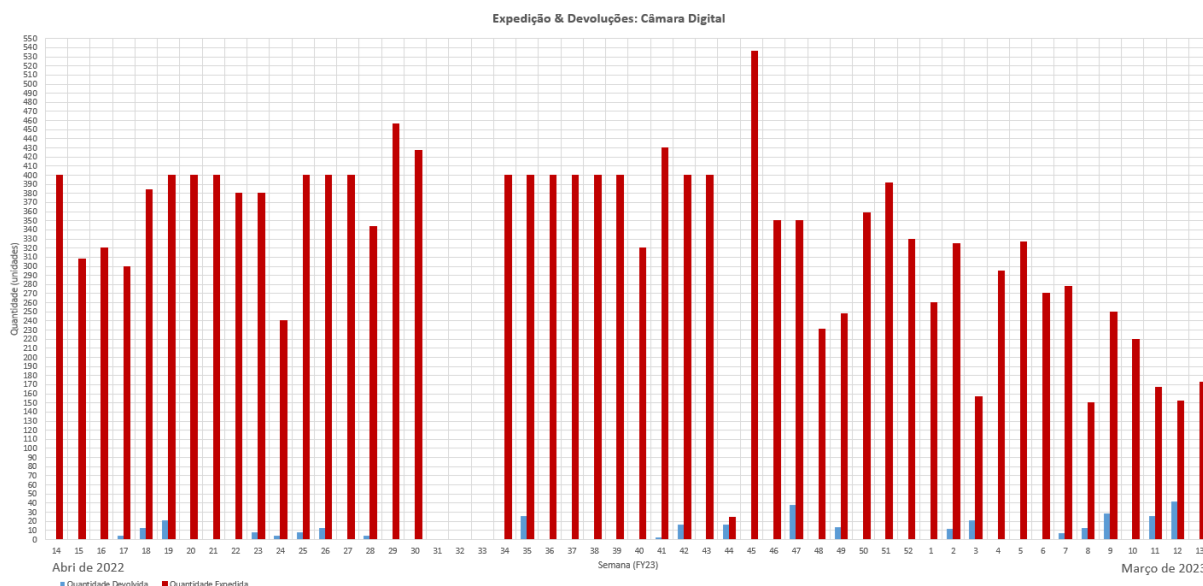


Figura 13 - Expedição e devoluções FY23: montagem "câmara digital"

De notar que, à semelhança dos elementos da câmara analógica, o material é devolvido de acordo com a ordem FIFO, contudo o lote de material devolvido pode conter grupos de diferentes semanas de produção devido a acumulação de material não conforme no cliente.

O baixo nível de rejeição externa nas duas tipologias de produto é indicativo da eficácia do controlo de qualidade inerente ao processo de fabrico.

4.2.3. Rejeição interna

Mantendo o referencial de tempo, a análise da rejeição interna é elaborada para o ano fiscal de 2023, ou seja, de abril de 2022 a março de 2023.

Os dados referentes à existência de não conformidades no produto são registados nos postos de inspeção numa base diária, pelas controladoras de qualidade, e analisados pelos Gestores de Qualidade do Produto numa base semanal.

Câmara Analógica

A Figura 14, ilustra a proporção de unidades conformes (OK) e não conformes (NOK) verificadas ao longo das semanas de FY23 no Posto de Embalagem.

A taxa média anual de rejeição interna foi de 21,1%. A taxa indica que a cada 4 grupos enviados, 1 grupo reprova em algum parâmetro de controlo, tendo de ser retrabalhado. Somente em 5 semanas, de produção, não foram reportadas não conformidades no Posto de Embalagem.

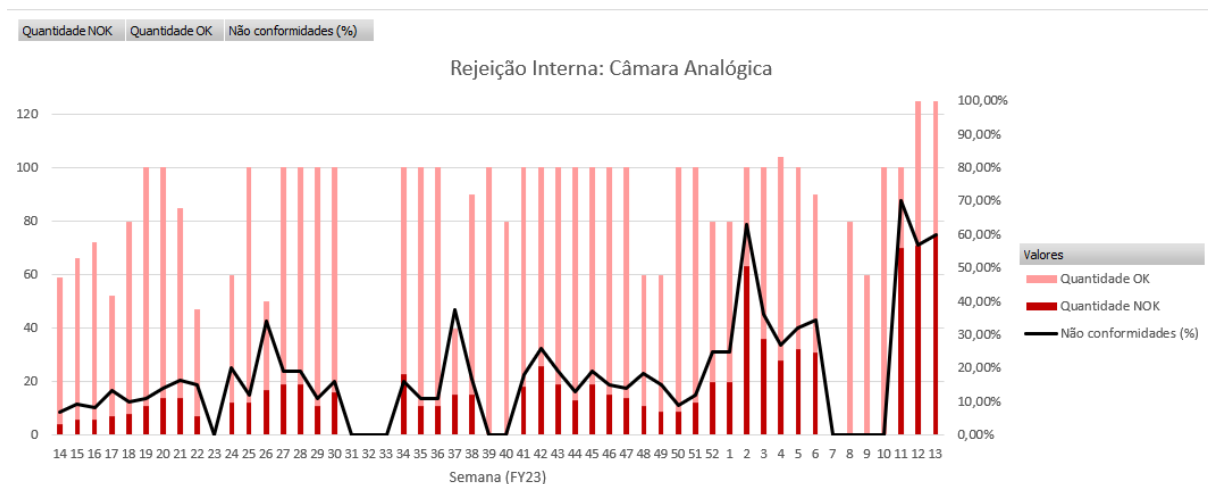


Figura 14 - Rejeição Interna FY23: montagem "câmara analógica"

Para além do Posto de Embalagem, existe um Posto de Inspeção, anterior, que se destina à avaliação da conformidade dos *chapéus* de acordo com as instruções de controlo estipuladas. Neste posto é verificada uma taxa de rejeição média anual de 40,8%, o que é um valor elevado mesmo tendo em conta a natureza criteriosa da avaliação das não conformidades.

Em termos de análise dos defeitos reportados foram realizadas duas análises ABC sobre os defeitos sinalizados através dos registos de inspeção do Posto de Embalagem. A Figura 15 sintetiza os defeitos mais significativos detetados na linha de montagem da câmara analógica.

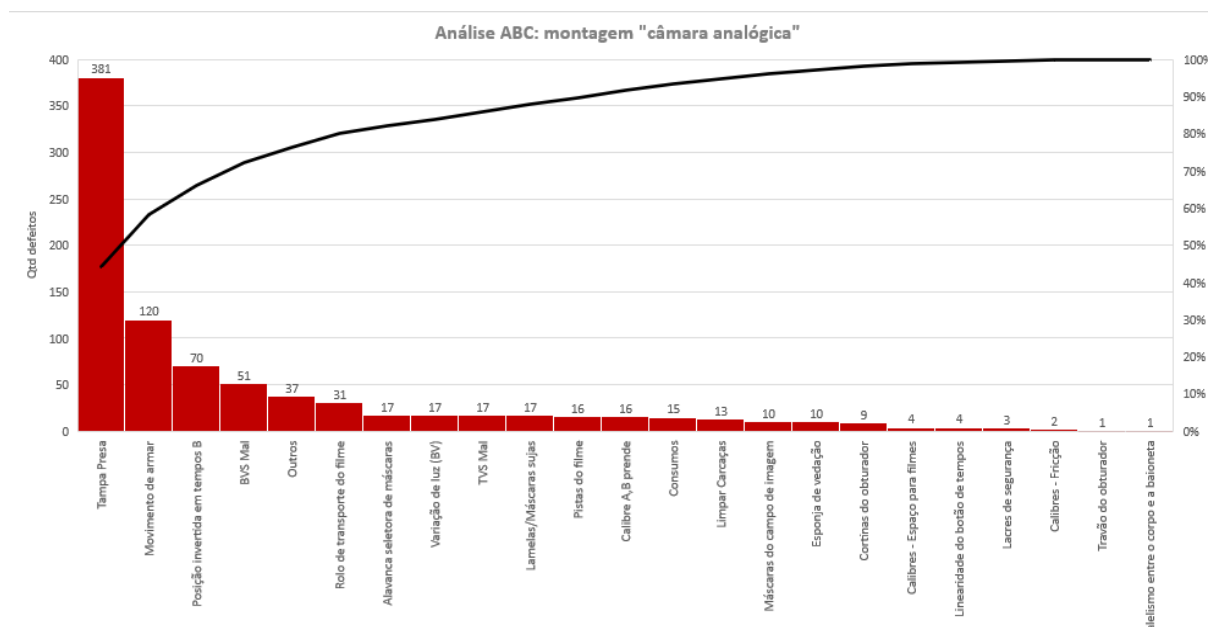


Figura 15 - Defeitos (não conformidades acumuladas): montagem "câmara analógica"

O Apêndice IV – Top defeitos (impacto da ocorrência): montagem "câmara analógica" destaca as ocorrências de maior impacto ao nível da quantidade de unidades não conformes registadas, responsáveis por aproximadamente 50% da quantidade de unidades defeituosas.

De destacar que o defeito "Tampas Presas" para além de ser o defeito mais reportado na análise cumulativa de defeitos é aquele que originou as 8 maiores ocorrências verificadas no intervalo em análise. Trata-se de um defeito com elevada reincidência ao longo do FY23, registado em 36 semanas do ano, e cujas 8 maiores ocorrências perfazem, aproximadamente, 30% da percentagem de defeitos registados no Posto de Embalagem da câmara analógica.

Câmara Digital

A Figura 16, ilustra a proporção de unidades conformes (OK) e não conformes (NOK) verificadas ao longo das semanas de FY23 no Posto de Embalagem.

A nível anual registou-se uma percentagem média de rejeição interna de 5,0%. O pico de rejeição que ocorreu na semana 44, em que todo o material produzido que chegou ao Posto de Embalagem foi rejeitado devido a "Excesso de massa na *Clickwheel*", corresponde a 23,4% das unidades não conformes do ano fiscal.

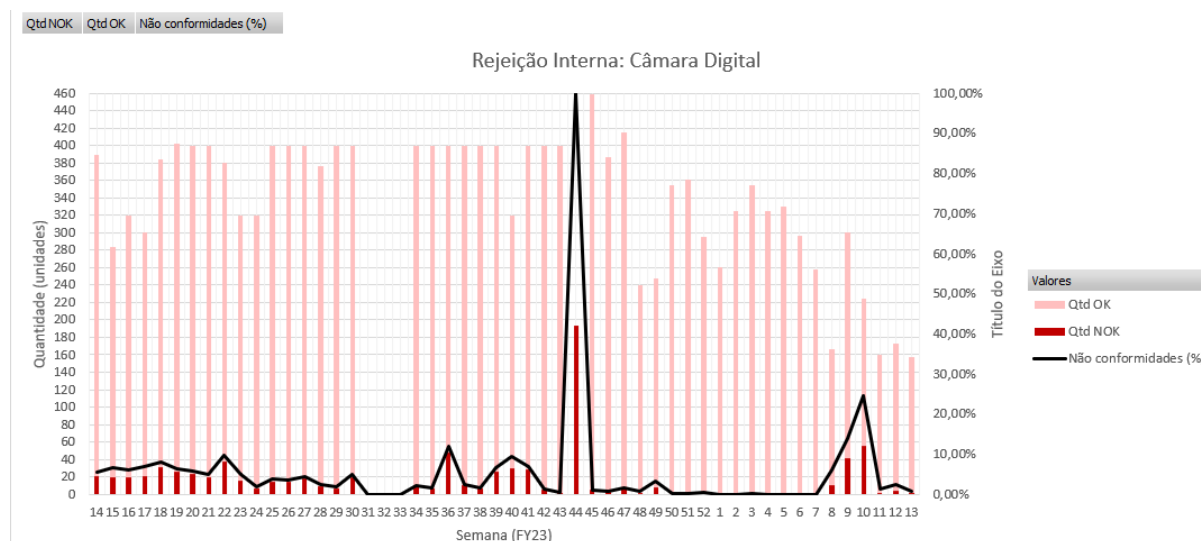


Figura 16 - Rejeição Interna FY23: montagem "câmara digital"

O defeito "Excesso de massa na *Clickwheel*" causou um pico esporádico de rejeição interna na semana 44, em consequência da deteção no cliente final do defeito. Esta situação é demonstrativa do impacto que picos esporádicos de não qualidade têm sobre KPI's, uma vez que no caso da rejeição interna esta seria de 4,1%, sem a contabilização da ocorrência descrita.

Ao longo da linha de montagem dos elementos da câmara digital existem 5 postos de inspeção. A Figura 17 evidencia a taxa média de não conformidades detetadas em cada posto ao longo do ano.

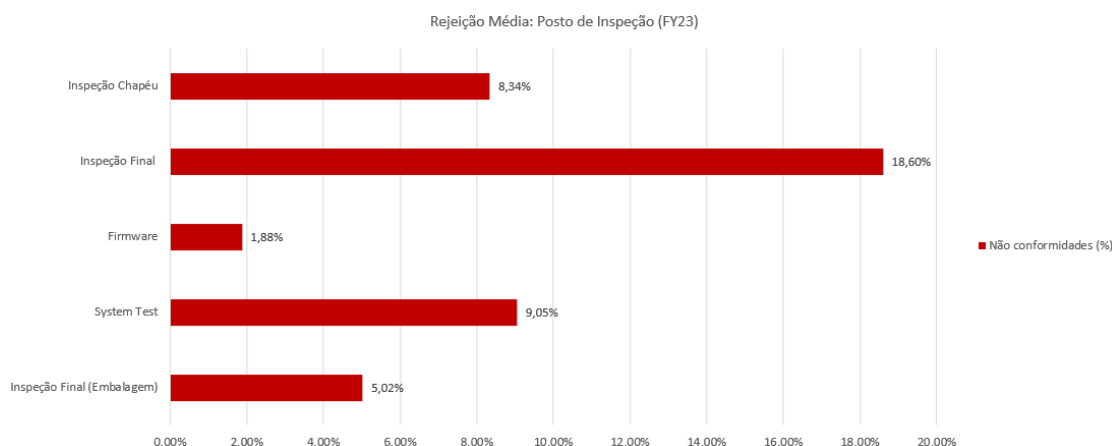


Figura 17 - Rejeição Postos de Inspeção FY23: montagem "câmara digital"

De destacar o Posto de Inspeção Final, anterior ao Posto de Embalagem, como o grande “filtro” da linha de montagem da câmara digital. O igualar o indicador de rejeição interna à rejeição do último posto de inspeção é a realidade possível, mas uma realidade redutora, que mascara uma grande percentagem dos problemas de qualidade detetados ao longo da linha. Esta realidade só não é verificada na linha de montagem da câmara analógica pela existência de um único ponto de inspeção, no fim de linha.

Em termos de análise dos defeitos reportados foi realizada uma análise ABC sobre os defeitos sinalizados nos registos de inspeção do posto de trabalho refletido no indicador. A Figura 18 sintetiza os defeitos mais significativos detetados na linha de montagem da câmara digital.

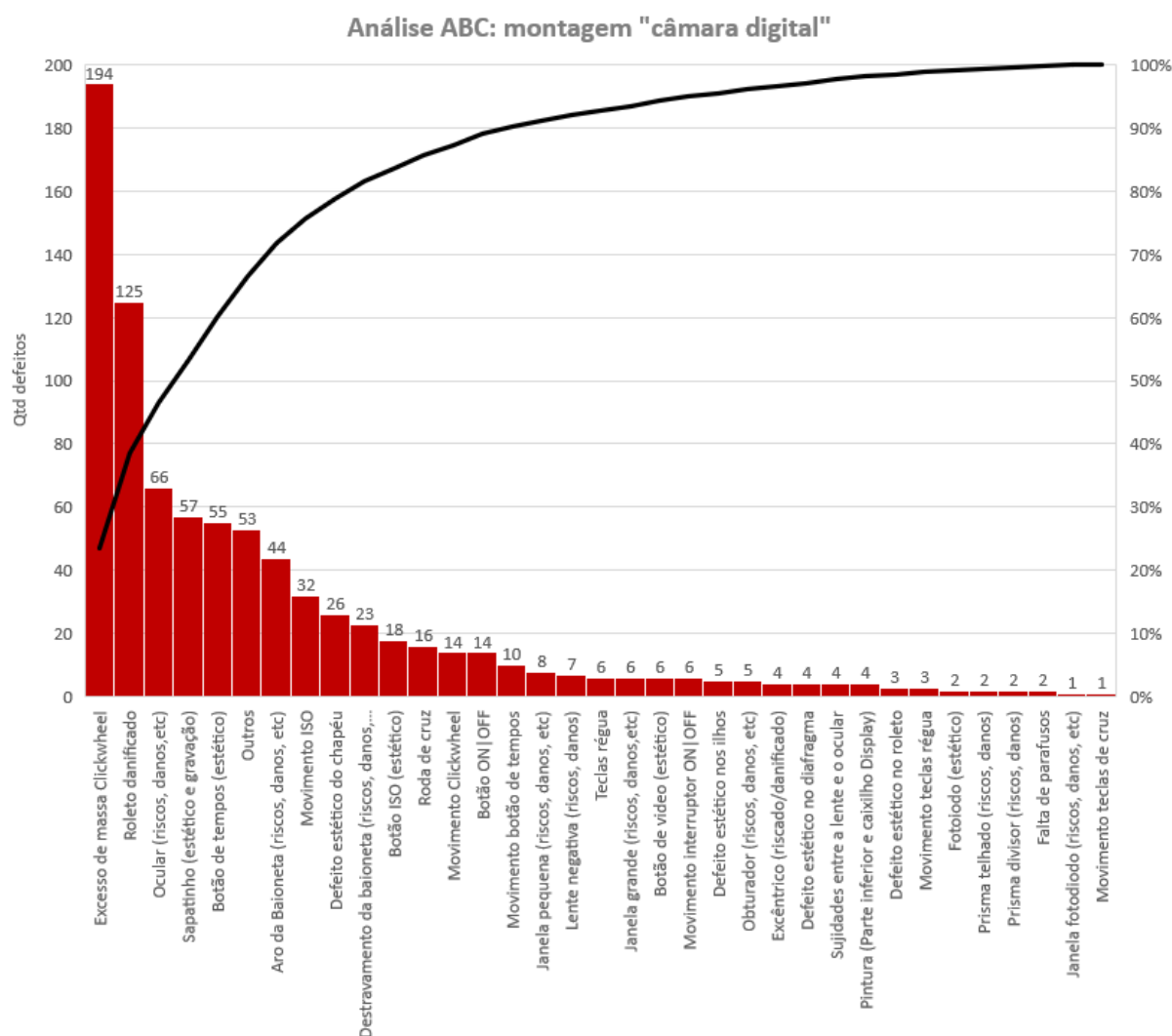


Figura 18 - Defeitos (não conformidades acumuladas): montagem "câmara digital"

A nível de rejeição interna, o defeito "Excesso de massa na *Clickwheel*" foi a ocorrência esporádica de maior impacto. A análise permite identificar um padrão sobre a tipologia dos problemas presentes no top uma vez que 9 dos 11 problemas classificados relacionam-se com parâmetros estéticos.

O Apêndice V– Top defeitos (impacto da ocorrência): montagem "câmara digital" destaca as ocorrências de maior impacto ao nível da quantidade de unidades não conformes registadas, responsáveis por aproximadamente 50% da quantidade de unidades defeituosas.

Em termos de ocorrência, a par do "Excesso de massa na *Clickwheel*", a estética dos botões de tempos e a existência de danos no rolete foram as duas outras ocorrências esporádicas originárias da maior quantidade de unidades não conformes.

4.2.4. Cumprimento do prazo de resposta

Os planos de ação na empresa funcionam como mecanismo de gestão e registo da resolução de problemas. Consiste num documento estruturado de acordo com a ferramenta 5W2H com o objetivo de documentar a resolução de problemas de qualidade ao longo do tempo.

A análise é elaborada sobre a última versão do ficheiro de planos de ação, com data de emissão a 03/12/2021. A análise foi realizada no fim do mês de março de 2023, pelo que o intervalo de análise inclui planos de ação definidos em março de 2023.

Os planos de ação são criados para planear e documentar as ações de correção e prevenção de ocorrências de cariz esporádico e crónico, de vários graus de complexidade. As ações resultantes de métodos de resolução estruturados (metodologia 8D e processo de gestão A3) alimentam o ficheiro, a par de processos de resolução mais simples, que não obedecem a um método de resolução específico. A elevada taxa de rejeição no posto de inspeção do *Firmware*, as diferenças de tonalidade nas teclas e o calibre da casa da bateria mal dimensionado, são exemplos de problemas documentados nos planos de ação, que caracterizam diferentes tipologias para as quais os planos de ação são elaborados.

Os planos de ação fechados foram analisados com o objetivo de aferir o tempo médio de resposta associado à resolução dos problemas inerentes aos elementos das câmaras fotográficas. Inicialmente, a análise visava a obtenção de um tempo médio de resposta, contudo a forma de registo inviabilizou esta abordagem. Para a análise das ações fechadas foram consideradas 3 categorias: cumprimento do prazo de resposta, atraso no prazo de resposta até 1 semana e atraso no prazo de resposta superior a 1 semana – Tabela 8. Considerou-se que existiu atraso no prazo de resposta, a partir do momento em que 1 dos intervenientes não cumpre o prazo para ele estabelecido.

Tabela 8 - Cumprimento do prazo de resposta

	Câmara Analógica	Câmara Digital
	Nº de ações fechadas (%)	Nº de ações fechadas (%)
Cumprimento do prazo de resposta	100,00%	56,67%
Atraso no prazo de resposta até 1 semana	0,00%	3,33%
Atraso no prazo de resposta superior a 1 semana	0,00%	40,00%

No caso da montagem dos elementos da câmara digital foram suprimidas 2 ações da análise por questões específicas - fecho sem resolução e prazo para a ação não definido. Os resultados permitem verificar que 43,3% dos planos de ação são cumpridos em atraso e 92,3% dos planos cumpridos em atraso contam com um atraso superior a 2 semanas. No caso da montagem dos elementos da câmara analógica o número de ações fechadas é diminuto pelo que a análise se mostra inconclusiva.

Os planos de ação visam a implementação de medidas que solucionem os problemas identificados. Neste sentido, é realizada uma análise sobre o foco de intervenção associado à eliminação das causas raiz dos problemas cujas ações foram finalizadas – Tabela 9.

Tabela 9 - Secções de intervenção (problemas fechados)

	Câmara Analógica	Câmara Digital
	Nº de ações fechadas (%)	Nº de ações fechadas (%)
Montagem	25,00%	63,33%
Qualidade dos Fornecedores	50,00%	16,67%
Mecânica	25,00%	20,00%
Ótica	0,00%	0,00%

Em termos de problemas associados a elementos fabricados para a câmara digital é de destacar a associação de 36,67% das ações com seções anteriores (mecânica e fornecedores/controlo de qualidade de entrada). A secção da ótica não apresenta ações associadas. Em termos de problemas associados a elementos da câmara analógica os dados existentes são diminutos pelo que não podem ser retiradas fortes conclusões.

A secção de intervenção das ações em aberto é também analisada de modo a perceber se existe padrão entre ações fechadas e abertas ou se existem fatores associados à secção originária do problema que dificultam a sua resolução –Tabela 10.

Tabela 10 - Secções de intervenção (problemas abertos)

	Câmara Analógica	Câmara Digital
	Nº de ações abertas (%)	Nº de ações abertas (%)
Montagem	0,00%	30,00%
Qualidade dos Fornecedores	11,11%	10,00%
Mecânica	88,89%	60,00%
Ótica	0,00%	0,00%

No caso dos elementos da câmara digital, a maioria das ações em aberto remete-se para intervenção na seção mecânica. A existência de problemas detetados na secção de montagem com repercussão na secção mecânica aumento início do ano de 2023. No caso dos elementos da câmara analógica nota-se um contraste claro entre as secções de intervenção das ações abertas e fechadas. A maioria das ações em aberto remete-se para uma intervenção na secção mecânica, sendo muitos destes planos de ação mais antigos que os planos de ação fechados. Adicionalmente, é verificado que a maioria das ações de resolução de problemas em aberto não tem uma data de conclusão associada.

De destacar que, de um modo geral, os problemas em abertos são problemas mais recentes, detetados no ano de 2023 e sobre eles o cumprimento dos prazos de resolução propostos verifica-se

de difícil cumprimento. É espectável que a variabilidade entre cumprimento/não cumprimento do prazo proposto entre tipologias de produto advinha de diferentes critérios para a delimitação dos prazos.

No plano de ação da câmara analógica o problema associado às não conformidades "Tampas Presas" está em aberto, pelo que a não resolução do problema até à data explica a reincidência do defeito. No plano de ação da câmara digital o problema associado às não conformidades "Excesso de massa na *Clickwheel*" encontra-se fechado

A vasta maioria dos problemas documentados no plano de ação são problemas de origem esporádica de grande impacto, mas que não necessariamente são expressos pelos KPI's da empresa.

4.3. Premissas para o desenvolvimento do projeto

A iniciativa de implementação da metodologia QRQC na organização partiu do departamento de Qualidade da empresa. Considerando a qualidade como algo intrínseco aos produtos Leica, a introdução de uma metodologia de resposta rápida para controlo de qualidade visa auxiliar a resolução de problemas que carecem de uma lógica estruturada e sistemática de resolução.

A proposta desenvolvida visa diminuir os níveis de rejeição interna e externa, mediante uma intervenção rápida e eficaz sobre defeitos detetados nas linhas de montagem. O projeto pretende potenciar o cumprimento e superação de metas de qualidade definidas internamente.

A premissa base estabelecida para o desenvolvimento da proposta foi a limitação do tempo de resposta a uma semana, pelo que a "normalidade produtiva" deve estar restabelecida no prazo de aproximadamente 7 dias úteis. A segunda premissa relaciona-se com a necessidade de criar um *standard* de atuação que fomente a discussão e a partilha de informação entre os intervenientes na resolução.

5. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA QRQC

Neste capítulo é apresentada a proposta de implementação da metodologia QRQC desenvolvida para as linhas de montagem dos elementos das câmaras. O objetivo passa por definir uma prática sistemática de atuação com vista a eliminar/mitigar problemas de qualidade, de cariz não crónico, detetados internamente. O âmbito de aplicação foi definido em função da literatura (Aoudia & Testa, 2011; Pitzer & Matta, 2013; Rocha et al., 2015) e da necessidade de dar resposta às exigências internas da organização.

A metodologia deve, assim, ser aplicada a problemas de qualidade esporádicos que se enquadrem na definição – "não conformidade que resulta de causas aparentemente micro, de nível operacional" – e cuja deteção corra na secção de montagem e/ou a montante e tenha afetação à montagem, sendo a sua aplicabilidade limitada às secções produtivas internas à organização.

A nível externo é recorrente a utilização da metodologia 8D para a resolução de problemas cuja deteção ocorra no cliente, pelo que a aplicação da metodologia QRQC seria circunscrita a utilização interna.

A Figura 19 representa a adaptação do ciclo QRQC tradicional à realidade da empresa em estudo. Com base na literatura e nas especificidades dos processos a metodologia QRQC foi adaptada, com suporte da direção da Qualidade. Ao invés das 4 etapas genéricas, o fluxograma decompõe-se em 16 atividades micro que devem ocorrer sequencialmente de modo a solucionar o problema. O diagrama refere, ainda, o agente que deve atuar em cada atividade.

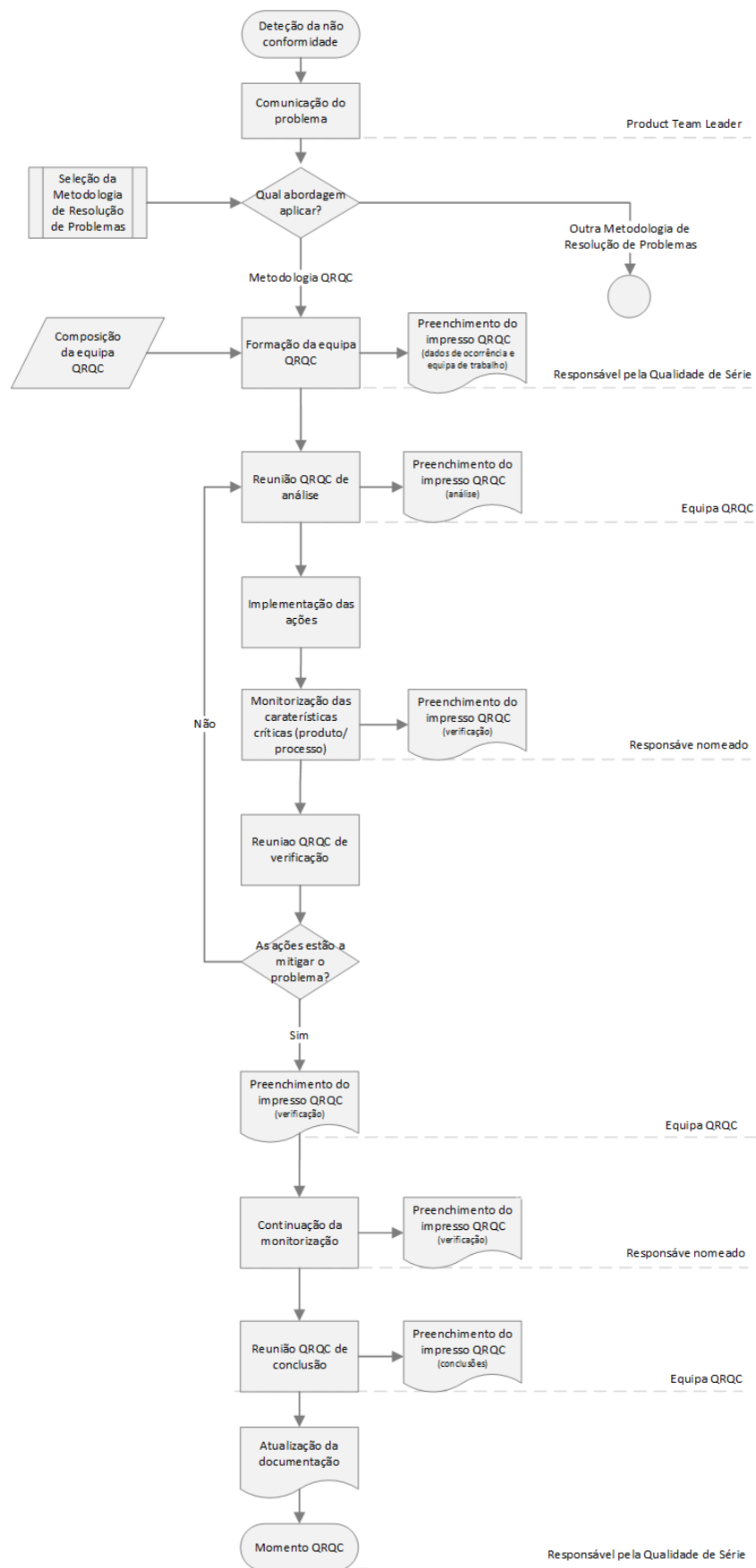


Figura 19 - Proposta de implementação da metodologia QRQC

As atividades que compõem o processo de resolução, de acordo com a metodologia QRQC, são:

- Seleção da metodologia de resolução de problemas a aplicar: Seleção da metodologia a utilizar para resolver o problema. Para tal é sugerida a utilização da ferramenta desenvolvida como proposta complementar, presente no capítulo seguinte;
- Formação da equipa QRQC: É esperado que a equipa seja composta por entre 3 e 5 elementos. Os envolvidos no projeto variam em função da especificidade do problema detetado;
- Preenchimento do impresso QRQC (dados de ocorrência e equipa de trabalho): Preenchimento do campo de dados de ocorrência e equipa de trabalho no impresso QRQC. A Figura 21 ilustra o impresso referido;
- Reunião QRQC de análise: A análise deve ser realizada de forma sequencial e de preferência numa única sessão, com duração média de 30 minutos. Como suporte de análise, deve existir um exemplar de peça conforme e não conforme;
- Preenchimento do impresso QRQC (análise): Preenchimento do impresso QRQC relativamente à fase de análise. A Figura 21 ilustra o impresso referido;
- Implementação das ações: Implementação das medidas de contingência e ações corretivas/preventivas;
- Monitorização das características críticas (produto/processo): Monitorização das características críticas (produto/processo);
- Preenchimento do impresso QRQC (verificação): Preenchimento da secção de verificação do impresso QRQC, com os dados resultantes da monitorização. A Figura 21 ilustra o impresso referido;
- Reunião QRQC de verificação: Avaliação o desempenho das medidas implementadas e a necessidade de ações adicionais. A duração da reunião deve ser de aproximadamente 15 minutos (sob condições normais);
- Preenchimento do impresso QRQC (verificação): Se necessário, a documentação de considerações relevantes consequentes da reunião de verificação utilizar o campo “Observações” do impresso. A Figura 21 ilustra o impresso referido;

- Continuação da monitorização: Continuação da monitorização das características críticas do produto/processo por mais 4 dias;
- Preenchimento do impresso QRQC (verificação): Continuação do preenchimento da secção de verificação do impresso QRQC, durante a continuidade de monitorização. A Figura 21 ilustra o impresso referido;
- Reunião QRQC de conclusão: Discussão das principais conclusões e felicitação da equipa pelo trabalho desenvolvido. A sessão não deve exceder os 15 minutos;
- Preenchimento do impresso QRQC (conclusão): Preenchimento das principais conclusões, aspetos chave e recomendações para ações futuras similares. A Figura 21 ilustra o impresso referido;
- Atualização da documentação: Atualização do ficheiro gestor de problemas e arquivo do impresso preenchido;
- Momento QRQC: Status da resolução de problemas com base na metodologia QRQC.

Os prazos de implementação das atividades do ciclo QRQC devem obedecer aos prazos definidos na Tabela 11.

Tabela 11 - Prazos de implementação das atividades do ciclo QRQC

Etapas	Atividades	Prazo de aplicação
Deteção	Deteção do problema	Dia 1: instante 0
Comunicação	Comunicação do problema	Dia 1: até 1h após deteção
	Formação da equipa de trabalho	
Análise	Reunião de análise	Dia 1: até 4h após comunicação
	Implementação de ações	Dia 1
	Monitorização das características críticas	
Verificação	Reunião de verificação	Dia 3
	Continuação da monitorização das características críticas	
	Reunião de conclusão	Dia 7
	Atualização da documentação	
	"Momento" QRQC	
	Auditoria	Dia 30

O dia de deteção do problema corresponde ao dia 1. Cada célula vazia tem como limite máximo o próximo valor (não nulo). Os prazos são definidos como boas práticas, têm o propósito de reestabelecer a normalidade do processo produtivo e anular a ocorrência de novas não conformidades no prazo esperado de 7 dias úteis. Ao fim de 30 dias é sugerido que seja executada uma auditoria sobre o produto/processo com o propósito de rever e averiguar a conformidade das alterações.

A atividade de seleção da metodologia de resolução de problemas não consta da Tabela 11. Para efeito de explicação da implementação da metodologia QRQC parte-se do pressuposto que a não conformidade detetada enquadra-se no âmbito da resposta rápida ao controlo da qualidade. No capítulo seguinte é explorada a construção de um raciocínio lógico para a atribuição e priorização de problemas de qualidade que implicam a correção do modo de falha, isto é, é exposto o modo de funcionamento de uma proposta complementar, à implementação da metodologia QRQC que visa estabelecer uma sugestão de ordem de atuação sobre os problemas e uma correspondência problema/método de resolução.

5.1. Etapa 1 - Detecção da não conformidade

Sobre o processo de deteção de não conformidades nas linhas de montagem não foi proposta nenhuma alteração. Procedimentos internos no âmbito da gestão de não conformidades definem não conformidade como resultado de queixas dos operadores perante anomalias estéticas e/ou funcionais, reclamações/devoluções e inspeções onde os requisitos não sejam satisfeitos na totalidade. A prática interna define que qualquer colaborador da área produtiva pode detetar não conformidades nas peças devendo os produtos rejeitados ser identificados, separados e, se necessário, colocados em áreas reservadas e devidamente assinaladas para o efeito. A identificação e decisão sobre o destino do produto não conforme são responsabilidades alocadas ao espectro de ação do departamento de Qualidade e/ou setor produtivo correspondente.

Em cada linha de montagem existem postos de controlo que validam a qualidade visual e funcional de parâmetros críticos a 100%. Os parâmetros críticos estão definidos em instruções de controlo que fazem parte do plano de controlo do produto. Os *red bins* presentes nas áreas produtivas funcionam como depósito para material a sucatar - Figura 20 (a) -, o restante material é transportado em caixa acondicionadas - Figura 20 (b).

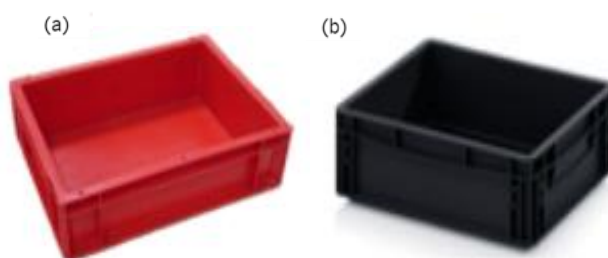


Figura 20 - *Red bin* (a); Caixa de transporte e acondicionamento (b)

O material que causa dúvidas é colocado na área "Aguardar Decisão", tendo um de três destinos: sucatar, retrabalhar ou analisar. Através do sistema informático SAP, existe controlo sobre o produto não conforme enquanto aguarda decisão. O SAP permite bloquear o material, com o objetivo de impedir a utilização indevida. De notar que, nem todos os defeitos detetados em linha desencadeiam um processo de resolução de problemas. Genericamente, processos de resolução de problemas são desencadeados a partir de produtos não conforme a aguardar decisão.

No âmbito de implementação da metodologia QRQC, após deteção e identificação do problema, o *Product Team Leader* deve comunicar a informação ao Gestor de Qualidade do Produto. Posto isto, o responsável avalia o problema e seleciona a abordagem a implementar. No caso de o Gestor de Qualidade do Produto decidir optar pela metodologia QRQC para resolução do problema, avança-se para a segunda etapa "Comunicação".

A proposta complementar apresentada no capítulo seguinte procura agilizar a ponte entre as etapas de deteção do problema e de comunicação da problemática, uma vez que para ocorrer a comunicação do problema deve existir uma ideia concebida sobre o método de atuação a ser seguido.

5.2. Etapa 2 - Comunicação do problema

A seleção da metodologia de resolução desencadeia a comunicação e formação da equipa de trabalho. A comunicação a nível da resolução de problemas QRQC ocorre a dois níveis:

- Reuniões QRQC: Análise das problemáticas no âmbito da metodologia. As reuniões devem ocorrer no respetivo espaço QRQC, localizado na área produtiva. No total é esperado ocorrerem três reuniões – reunião de análise, reunião de verificação e reunião de conclusão;
- Momento QRQC: Ponto de situação semanal dos problemas em resolução segundo a metodologia e apresentação das conclusões alcançadas com os projetos terminados.

De notar que no âmbito da metodologia QRQC o Gestor de Qualidade do Produto executa o papel de *owner* da resolução, pelo que a formalização da equipa QRQC é da sua responsabilidade, devendo obedecer a uma composição pré-estabelecida de modo a facilitar o processo de escolha dos envolvidos na resolução. A Tabela 12 define a composição da equipa de trabalho de acordo com a especificidade do problema.

Tabela 12 - Composição da equipa de resolução no âmbito da metodologia QRQC

Componente mecânico	Componente ótico	Componente de compra	Outra não conformidade
Gestor de Qualidade do Produto (<i>owner</i> da resolução)			
<i>Product Team Leader</i> e/ou Engenheiro de processo da montagem			
Responsável pela Qualidade Mecânica	Responsável pela Qualidade Ótica	Responsável pela Garantia da Qualidade Fornecedores	Responsável pelo Controlo Final do Produto

A equipa deve ser detentora de uma visão holística sobre o problema, pelo que obrigatoriamente a equipa deve ser composta por colaboradores ligados ao processo de montagem, à gestão da qualidade e à especificidade do componente (secção ótica, mecânica ou controlo de entrada).

No contexto específico do projeto definiu-se que o número de intervenientes iria variar entre 3 e 5 elementos. No caso de um problema com origem num único componente é esperado que a equipa seja composta por 3 a 4 elementos. No caso de um problema resultante da interação de componentes de diferentes origens a equipa pode chegar a 5 elementos.

5.3. Etapa 3 - Análise do problema

A análise do problema deve ser realizada de forma sequencial e de preferência numa única sessão, no dia da comunicação do problema. De notar que, é esperado que a duração não exceda 45 minutos, devendo estar presentes todos os convocados. As atividades a executar na reunião de análise são:

1. Descrever o problema;
2. Definir ações de contingência;
3. Analisar as causas raiz para a ocorrência e não deteção do problema;
4. Definir ações corretivas e preventivas.

A etapa de análise inicia-se com a descrição do problema com a ferramenta de qualidade 5W2H. Mediante a descrição obtida, é avaliada a necessidade de aprofundar a descrição através da análise Is/Is not. A possibilidade de o problema estar presente em outros produtos não é avaliada na etapa de análise. Este tópico é alvo de reflexão na reunião de conclusão. Apesar de inicialmente ter sido incluído na etapa de análise, aquando do esboço da primeira versão da proposta de implementação, a pedido das chefias foi retirada, para tornar o ciclo mais conciso.

Assim que todos os membros da equipa QRQC tenham o problema claro, procede-se à definição das ações de contingência que devem ser implementadas.

A análise das causas raiz da ocorrência do problema e não detecção deve ser realizada de forma sequencial através da ferramenta 5WHYS. Na versão final do impresso QRQC de registo existe um espaço dedicado ao preenchimento das causas potenciais, a finalidade é o *brainstorming* de causas potenciais que tenham originado a ocorrência da não conformidade. Contudo, o espaço pode também ser utilizado para a elaboração de um diagrama de espinha de peixe, se preferível. A identificação de causas potenciais acaba por ser a resposta ao "1º porquê?" para a ocorrência do problema. A utilização da ferramenta 5WHYS no impresso pretende validar a causa potencial como causa raiz do problema, sendo este o ponto de partida para o uso da ferramenta para a implementação proposta. A quantidade de cenários analisados através da utilização combinada das ferramentas é menor, podendo representar um uso mais eficiente do tempo.

A análise das causas raiz foca-se primeiro na identificação da causa raiz de ocorrência e de seguida na identificação da causa raiz da não detecção. Como *output* da análise deve estar identificada a(s) causa(s) raiz do problema e da sua não detecção, de modo a ser possível tomar ações.

Neste momento é natural que exista a necessidade de validar aspetos relacionados com a análise de causas efetuadas. Estas ações devem ser reportadas no campo de observações, a fim de serem discutidas na reunião de verificação, após validação.

As soluções a seguir devem ser consensuais entre o grupo. Os responsáveis nomeados pela implementação das ações serão os responsáveis pelo monitoramento das características críticas do produto/processo.

As ferramentas da qualidade escolhidas para a implementação não são taxativas, isto é, a metodologia QRQC é flexível no modo de atuação. É esclarecedora sobre os passos a seguir a nível macro, mas vaga quanto ao "como" executar estes passos. As ferramentas selecionadas partem de uma análise de casos de estudos em que foi implementada a metodologia (Brito et al., 2017; Coltro et al., 2012; Rocha et al., 2015) e da vontade de tirar partido das ferramentas de uso quotidiano dentro da empresa. A premissa tida em consideração foi o uso de ferramentas simples, que pudessem ser utilizadas por qualquer colaborador sem necessidade de conhecimento aprofundado sobre a área.

Uma implementação que utilizou o Diagrama de Pareto identificou falhas na sua aplicação (Rocha et al., 2015). A utilização da ferramenta para análise de vários problemas, com o propósito de identificar os mais relevantes aproxima-se de um histograma uma vez que a variável em análise era a quantidade de ocorrências. A abordagem a ser implementada na Leica não parte da utilização de nenhuma ferramenta da qualidade para a priorização dos problemas a resolver. A matriz sugestão proposta no

capítulo seguinte terá esse papel, permitindo a priorização da ordem de ação, de acordo com critérios críticos de avaliação.

5.4. Etapa 4 - Verificação das ações

Perante o funcionamento esperado das ações corretivas e preventivas implementadas, a verificação implica duas etapas de monitorização: entre reunião de análise e de verificação e entre reunião de verificação e de conclusão.

A monitorização deve ser realizada sobre a característica crítica do produto a 100%, até que a reunião de verificação do projeto ocorra. No gráfico de monitorização deve ser assinalada a quantidade diária de peças conformes, a quantidade diária de peças não conformes e o momento de implementação das ações definidas. É esperado que no 3º dia existam dados suficientes para a reunião da verificação, de modo a ser avaliado o desempenho das ações implementadas e a necessidade de ações adicionais.

A reunião de verificação tem como objetivo avaliar o desempenho das ações implementadas. No caso do desempenho verificado não corresponder à expectativa, existem dois caminhos que podem ser seguidos: a definição de ações complementares ou nova reunião de análise, dependendo dos sintomas que justifiquem a baixa eficácia das ações. As causas potenciais que ficaram com processos de validação pendentes devem ser discutidas.

A duração esperada para a reunião de verificação é de 15 minutos, no caso de não existir necessidade de nova análise profunda. Perante a necessidade de nova análise é esperado que a reunião possa ter a duração de até 1 hora.

Se o processo de resolução de problemas correr sob condições esperadas o controlo passa a ser realizado até ao 7º dia de acordo com a amostragem definida, isto é, deve ser monitorizado durante 4 dias adicionais a fim de validar a estabilidade do processo após a implementação das ações.

Posto isto o projeto de resolução é cessado, através de uma última reunião, onde são discutidas as principais conclusões e aspetos a ter em conta perante a possível reincidência. O grupo é felicitado pelo bom trabalho prestado.

Aquando do término do ciclo, a documentação associada à gestão de problemas deve ser atualizada pelo Responsável pela Qualidade de Série – planos de ação e arquivos de lições aprendidas. O impresso de registo deve ser fotografado e arquivado. Um mês após o fecho do ciclo deve ser realizada uma auditoria.

5.5. Gestão Visual

Como mecanismo de gestão visual de suporte à metodologia foi criado o impresso QRQC. O impresso constitui o elemento de registo da informação inerente ao processo de resolução. Adicionalmente, foram criados cartões de reunião com o objetivo de moderar e orientar o pensamento dos intervenientes na equipa de trabalho.

5.5.1. Impresso de registo QRQC

O registo de informação é uma atividade que não acrescenta valor. Logo, o impresso de registo deve ser de rápido e fácil preenchimento. A Figura 21, representa a versão final do impresso de registo, que corresponde à terceira versão desenhada.

Dados da ocorrência

Nº impresso:

Produto/Referência:

Problema:

Problema recorrente? Sim _ Não _

Data de abertura (dia, hora, turno):

Equipa de trabalho

Owner.

Equipa:

Análise

Descrição do problema

	É	Não é
O quê? O que é o problema (sintomas, percepção)		
Porquê? Porque é um problema		
Onde? Localização do problema (produto/componente)		
Quando? Quando foi observado pela 1ª vez		
Quem? Posto de trabalho que detetou o problema		
Como? Como foi detetado o problema		
Quanto? Quantidade afetada (nº unidades, %)		

Acções de contingência

[illegible]

Análise de causa raiz

Causas potenciais:

Análise de causa raiz – 5 WHYS

	Ocorrência do problema				Não detecção do problema	
Causa potencial						
1º Porquê						
2º Porquê						
3º Porquê						
4º Porquê						
5º Porquê						
Causa raiz						

Ações corretivas e preventivas

	Nº		Responsável	Data prevista de implementação	Data de implementação	Data de fecho
Corretivas						
Preventivas						

Verificação

[illegible]

Observações:

Conclusão

Sugestão: Aspectos chave, recomendações e propostas de melhoria

Legenda: Quantidade produzida – azul; Quantidade produzida não conforme – vermelho;

Data de fecho (dia, hora, turno):

Figura 21 - Versão final do impresso OROC

No Apêndice VI – Versões anteriores do impresso QRQC encontram-se as duas versões anteriores. A necessidade de melhoria da primeira versão do impresso surgiu do consenso do departamento de Qualidade acerca da quantidade de informação a ser reportada. Todas as versões criadas foram testadas através da simulação da resolução de problemas de acordo com a metodologia QRQC.

Por ter como objetivo a rápida resolução do problema o impresso de registo baseia-se em ferramentas maioritariamente qualitativas. Embora o tamanho normal do impresso QRQC seja de dimensões A2, numa validação interna com o departamento de Qualidade da empresa foi unânime a preferência da dimensão A1 para as dimensões padrão do impresso a utilizar nas linhas produtivas.

O processo iterativo de desenho do impresso partiu de uma primeira versão que tinha um campo para a anotação de outros produtos afetados com a problemática na descrição do problema, um "lembrete" de felicitação da equipa e tradução para inglês de todos os campos. Na segunda versão foi inserido um campo para análise inicial das causas potenciais e o *report* da data de implementação nas ações de contingência, paralelamente foi retirado o campo de definição de padrão de controlo e o "lembrete" de felicitação dando lugar um campo para notas. A descrição de todos os campos em inglês foi rejeitada, uma vez que o impresso se destina a uso interno, não existindo necessidade para tal.

A última versão inclui nos dados da ocorrência o "ser ou não ser" um problema recorrente e a sugestão de propostas de melhoria na conclusão. O nome associado ao campo de notas foi substituído para "Observações". Também o espaço destinado à análise 5WHYS do problema aumentou, passando a ser possível explorar até seis caminhos para a ocorrência da não conformidade.

No Apêndice VII – Validação do modelo do impresso pode ser encontrado o primeiro impresso preenchido resultante da fase de validação final do modelo na linha de implementação piloto, linha da câmara digital. A secção de verificação não foi preenchida uma vez que este registo foi elaborado sobre um problema que em fase final de resolução. O objetivo foi validar o método de trabalho e perceber se o conteúdo transmitido em formação foi compreendido com clareza.

5.5.2. Cartões "Guia de resolução"

Durante a apresentação piloto do impresso QRQC verificou-se que diferentes intervenientes preencheriam os campos do impresso com diferentes respostas, o que coloca em causa a *standardização* do registo de informação. Sendo a criação de um standard de resolução um dos objetivos da proposta de dissertação, surgiu a necessidade de criar apoio visual complementar capaz

de guiar o processo de resolução. Assim, foram criados cartões guia que procuram mitigar a discrepância verificada em termos de subjetividade de respostas.

Exemplo da discrepância referida é a resposta à questão "onde?" da descrição do problema, onde parte dos intervenientes colocariam a localização do defeito no material e outros o local de deteção do problema. O objetivo seria reportar nesta questão a localização do defeito no material uma vez que a questão "quem?" procura identificar o local de deteção do problema na linha. A Figura 22 é representativa dos três cartões construídos.

5.6. Gestão da Informação

Após a resolução do problema o impresso deve ser arquivado numa pasta destinada para o efeito. Durante o processo de resolução o impresso deve estar fixo chão de fábrica, local onde decorrem todas as reuniões da metodologia.

A nomenclatura associada à designação do problema deve ser do tipo XXnnn. Onde XX corresponde à sigla associada à linha de montagem, no caso MD ou MA, e nnn à numeração do problema, iniciando-se em 001 até 999. É esperado que no início de cada ano fiscal a numeração reinicie. Para o arquivo do impresso, à normal nomenclatura do problema deve-se acrescentar a metodologia usada na gravação do nome. Assim, todos os impressos arquivados devem obedecer à gravação QRQC_ XXnnn.

5.7. Implementação piloto

Para a implementação de um projeto desta envergadura foi necessário definir um plano de implementação claro. Especialmente, por ser necessário a participação de intervenientes de diferentes áreas funcionais/departamentos no projeto.

A Figura 23 indica o plano definido para a execução do projeto de forma eficaz. No Apêndice X – Cronograma do projeto é possível consultar o cronograma seguido.

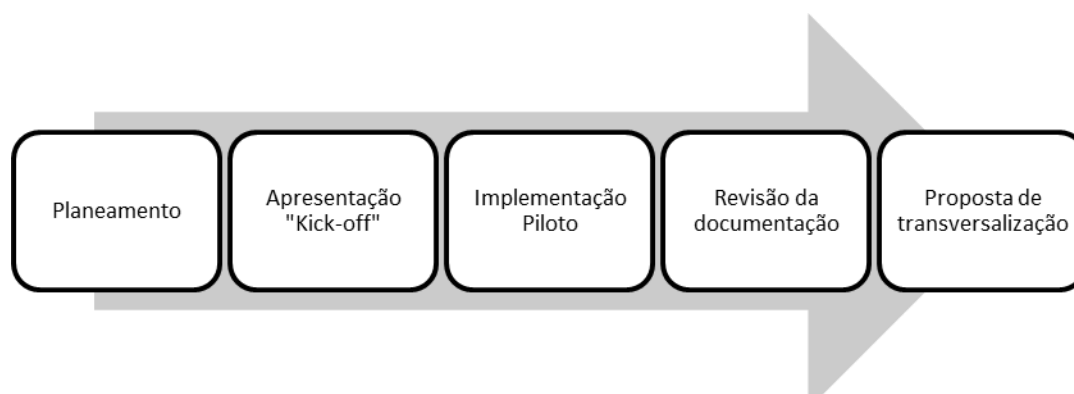


Figura 23 - Plano de execução do projeto

Na fase de planeamento o foco foi a adaptação da metodologia QRQC à realidade da organização. Foi necessário: esboçar procedimentos que delimitassem o âmbito de atuação do método; preparar o material de suporte à metodologia; efetuar o levantamento dos intervenientes a participar no projeto; definir indicadores para a avaliação do projeto.

A apresentação *"Kick-off"* teve como objetivo expor a proposta desenvolvida às equipas que faziam parte da implementação piloto. Cada apresentação dividiu-se em duas partes: (i) apresentação da

metodologia QRQC, com fundamentação teórica; (ii) formação da equipa para a operacionalização da implementação.

Na fase de implementação piloto o foco passou pela resolução de problemas reais, seguindo a metodologia. Validada a utilidade prática da metodologia, os procedimentos e material de suporte sofreram revisões para que pudessem ser enviados para aprovação.

A última fase estender-se-ia à transversalização do projeto às restantes áreas produtivas da montagem. Para tal o foco passaria por definir a estratégia e cronograma para a transversalização. Em termos de concretização, a equipa do grupo das objetivas e a equipa da câmara digital foram as únicas a quem o projeto foi apresentado, não tendo sido estabelecido nenhum cronograma de transversalização, às restantes áreas, à data do término do estágio.

6. FRAMEWORK PARA SELEÇÃO DA METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROBLEMAS DE QUALIDADE ESPORÁDICOS

A proposta base do estágio refere-se à implementação da metodologia QRQC nas linhas de montagem. De modo complementar, e motivado por necessidades internas da organização, foi desenvolvido uma *framework* de apoio à decisão com objetivo de auxiliar a tomada de decisão sobre a abordagem a adotar face às características dos problemas que implicam a correção da falha.

A gestão em tempo real do *status* dos problemas e a necessidade de linhas orientadoras para a aplicação *standard* das diferentes metodologias de resolução de problemas foram duas necessidades identificadas durante o processo de análise da empresa. O propósito da matriz de apoio à decisão criada depreende-se com a definição de prioridades de ação e padronização do processo de resolução de problemas. O objetivo passou pela elaboração de uma matriz que atuasse como orientação base, direcionando o processo de resolução e estipulasse prioridade de intervenção, consoante a classificação do problema sobre critérios críticos.

A presente proposta complementa a proposta associada à implementação da metodologia QRQC, sugerindo uma orientação de ação aos Gestores de Qualidade do Produto. Numa ordem de raciocínio lógica, a aplicação da metodologia QRQC sucede a este processo de decisão. Todavia, a aplicação da metodologia QRQC não é a única metodologia a jusante da classificação dos problemas. A metodologia QRQC, o processo de gestão A3 e a metodologia 8D são os três processos alternativos que podem ser apresentados de acordo com as regras estabelecidas para o modelo criado.

6.1. Critérios críticos

O ponto de partida para a criação do método de priorização de problemas e seleção da abordagem a adotar passa pela definição de critérios críticos para avaliação do problema.

Numa primeira instância foram analisadas quatro ferramentas de priorização de problemas – a matriz de esforço/impacto, matriz de risco, matriz de prioridade (GUT) e análise de modo e efeito de falha (FMEA) – com o propósito de perceber se alguma destas ferramentas poderia ser utilizada de modo a alcançar a finalidade pretendida.

A matriz impacto/esforço apesar da sua simplicidade, evidenciou-se subjetiva e limitante. As métricas impacto e esforço ao serem bem definidas tornam-se restritivas e, ao não o serem, tornar-se-iam

sujeitas a interpretação pessoal, o que inviabilizava a criação de um *standard* de atuação. Adicionalmente, a correspondência do problema a um dos quatro quadrantes definidos por esta matriz, não seria uma abordagem flexível o suficiente para acomodar a realidade verificada. As métricas associadas a esta ferramenta são estáticas e não têm em conta a possibilidade de mudanças ao longo do tempo.

A matriz de risco permite a obtenção de um nível de risco e, conseqüentemente, a priorização de ações consoante o valor de risco dos problemas. Todavia, a medida de probabilidade não se enquadra na realidade a retratar. O âmbito de aplicação concentra-se em problemas esporádicos, onde a abordagem visa corrigir a falha e prevenir a ocorrência futura, pelo que existem outros critérios capazes de melhor distinguir os problemas em análise e priorizar a necessidade de intervenção. Mediante a utilização normal desta métrica as não conformidades avaliadas obteriam sempre a mesma clarificação.

A matriz GUT ao priorizar aos problemas a partir de três critérios permite detalhe, acomoda em si uma descrição da realidade mais complexa, comparativamente com matrizes mais simples de apenas dois eixos. As métricas gravidade, urgência e tendência mostram-se pertinentes e adequadas para a classificação dos problemas dentro da realidade vigente. Em termos de definição entende-se gravidade como o peso da dificuldade de análise no caso de ocorrência, a urgência como a quantidade de tempo necessário para a resolução do problema e a tendência como a possibilidade de crescimento do problema com o decorrer do tempo.

A análise de risco inerente à análise FMEA, é de igual modo composta por três métricas - severidade, ocorrência e detetabilidade. Por incluir três métricas permite uma classificação mais precisa do problema em análise, em comparação com uma análise de risco convencional. A detetabilidade, associada à probabilidade de deteção da característica crítica pela existência ou não de controlo sobre a característica, é um critério considerado neste tipo de análise de risco, que, no âmbito do projeto representa um critério crítico pertinente para a distinção dos problemas passíveis de serem analisados. A realidade experienciada na empresa aparenta traduzir uma conexão entre problemas de cariz esporádico e a não existência de instruções de controlo definidas sobre essa característica, pelo que a definição desta medida como critério crítico de avaliação permitiria perceber se a realidade percecionada é efetivamente verificada.

Após a análise dos critérios associados às quatro ferramentas, as relações alcançadas foram partilhadas com o departamento de Qualidade de modo a determinar quais os critérios críticos que

melhor se enquadrariam na realidade da empresa. Adicionalmente, a partilha permitiu identificar os critérios, abaixo, como de relevo no processo mental de decisão efetuado pelos Gestores de Qualidade do Produto:

- Impacto do problema para o cliente;
- Natureza do problema (tipologia da não conformidade);
- Impacto do problema na produção;
- Ocorrência anterior do problema ou problemas similares;
- Nível de alcance do problema;
- Probabilidade de deteção;
- Quantidade de unidades não conformes;
- Local de deteção.

Com toda a informação recolhida e de modo a criar uma matriz que fosse capaz de definir a realidade e, simultaneamente, tivesse baixa complexidade, as métricas definidas como críticas para a construção do processo de resolução de problemas foram a gravidade, severidade e detetabilidade, sendo estas medidas definidas como:

- Gravidade: impacto “macro” do problema. Associado ao local de deteção da não conformidade na cadeia de valor do produto;
- Severidade: impacto do problema ao nível do produto. Relacionado com o prejuízo gerado pelo problema em termos funcionais, financeiros ou operacionais;
- Detetabilidade: impacto do problema ao nível do processo. Relacionado à probabilidade de deteção do problema segundo as condições normais de controlo e verificação do processo de fabrico.

O conceito de gravidade utilizado apesar de não ser o comumente definido permite a perceção do impacto do problema para a cadeia de valor e cliente de forma expedita. O segmento de mercado em que a empresa se insere é caracterizado por volumes de produção reduzidos, pelo que a medida de gravidade definida associa-se ao nível de alcance do problema, respondendo à questão “onde o problema foi detetado?”. A necessidade de manutenção da imagem da marca implica que problemas de qualidade a jusante das linhas produtivas sejam analisados e resolvidos com especial prioridade.

A severidade definida baseia-se no conceito de severidade proposto na análise de risco associado à análise FMEA. Visa dar resposta à questão “Qual o prejuízo gerado pelo problema?”, podendo ser medido através do impacto sobre a funcionalidade do produto, impacto financeiro ou quantidade de unidades não conformes. A definição dos três subcritérios alternativos procura estabelecer flexibilidade e adaptabilidade face à gama de diferentes problemas.

A probabilidade de deteção, associada ao conceito de rastreabilidade da não conformidade, representa o terceiro e último critério crítico definido para avaliar o problema. A pergunta “quão eficaz é o método de deteção da falha?” visa clarificar a capacidade de conter o problema de acordo com o processo normal de verificação e/ou controlo inerente ao processo no seu estado normal.

A definição dos critérios foi um processo iterativo. Surgiu a necessidade de definir mais de dois critérios críticos, pois paralelamente à necessidade de priorização, o objetivo de obter uma sugestão de abordagem de resolução de problemas seria facilitado com o retrato mais detalhado da situação. A primeira versão da matriz apresentada ao departamento utilizava as métricas definidas na matriz GUT para a classificação do problema. Todavia, os critérios urgência e tendência não se mostraram expeditos o suficiente para a distinção pretendida. Primeiramente, a urgência era medida em função da quantidade de tempo necessária para a resolução do problema, o que à partida é difícil de estimar. Numa fase prévia à análise do problema é difícil elaborar uma estimativa fidedigna do tempo necessário para responder ao problema, e tendo em conta a tipologia dos problemas que a matriz visa priorizar a dificuldade tornar-se-ia mais evidente. De forma similar a mesma dificuldade era verificada com a métrica tendência de agravamento. Tendo em conta que a utilização normal da matriz será imediatamente após a deteção do problema é necessário que os critérios balizem a atuação de forma objetiva, com a informação disponível até esse instante.

Posto isto, foram realizadas alterações na estrutura dos critérios definidos. Os critérios urgência e tendência foram substituídos pela severidade e detetabilidade. Contudo, a definição inicial atribuída à métrica de severidade relacionou-se com a extensão dos danos somente sobre o produto, isto é, em termos de reparabilidade. A versão final da métrica associa-se ao impacto de acordo com três critérios de medida. Os subcritérios são alternativos, devendo-se optar por aquele que melhor descrever a realidade. A definição dada à detetabilidade corresponde à definição da análise FMEA, medindo a capacidade de o processo detetar o problema mediante a verificação/controlo normal do processo.

As perguntas associadas às métricas definidas podem ser respondidas de forma rápida e objetiva, para além de constituírem aspetos críticos necessários à correta perceção do problema. A maior dificuldade

encontrada neste processo de definição relaciona-se com o alcance do equilíbrio entre complexidade/usabilidade e especificidade/flexibilidade. De notar que seria inviável a utilização de todos os aspetos críticos identificados para a definição da matriz uma vez que aumentaria em grande escala a complexidade que o processo teria.

6.2. Priorização da intervenção

Os três critérios – gravidade, detetabilidade e severidade - devem ser utilizados para avaliar os problemas de acordo com as classes definidas nas Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15. As classificações têm a pontuação entre 1 e 5.

Tabela 13 - Escala de avaliação da gravidade do problema de qualidade

Gravidade	
1	Deteção na secção ótica ou mecânica.
2	Deteção na secção de montagem, com origem aparente no processo de montagem.
3	Deteção na secção de montagem, com origem aparente no processo da secção a montante.
4	Deteção em <i>Leica Camera Wetzlar</i> (LCW).
5	Deteção no cliente final (utilizador).

Tabela 14 - Escala de avaliação da severidade do problema de qualidade

Severidade	
1	Funcionalidade: impacto insignificante sobre a funcionalidade do produto; Impacto Financeiro: perda de negócio ou necessidade de investimento (para recuperação ou não) $\leq 2.500\text{€}$; Quantidade de unidades não conformes: 0%-9% unidades não-conforme;
2	Funcionalidade: impacto moderado sobre a funcionalidade do produto. Impacto Financeiro: perda de negócio ou necessidade de investimento (para recuperação ou não) $> 2.500\text{€}$ e $\leq 10.000\text{€}$ Quantidade de unidades não conformes: 10% - 29% unidades não-conforme.
3	Funcionalidade: impacto grave sobre a funcionalidade do produto; Impacto Financeiro: perda de negócio ou necessidade de investimento (para recuperação ou não) $> 10.000\text{€}$ e $\leq 17.500\text{€}$; Quantidade de unidades não conformes: 30% - 59% unidades não-conforme do lote;
4	Funcionalidade: impacto muito grave sobre a funcionalidade do produto; Impacto Financeiro: perda de negócio ou necessidade de investimento (para recuperação ou não) $> 17.500\text{€}$ e $\leq 25.000\text{€}$; Quantidade de unidades não conformes: 60% - 79% unidades não-conforme;
5	Funcionalidade: impacto severo sobre a funcionalidade do produto; Impacto Financeiro: perda de negócio ou necessidade de investimento (para recuperação ou não) $> 25.000\text{€}$; Quantidade de unidades não conformes: 80% - 100% unidades não-conforme.

Tabela 15 - Escala de avaliação da detetabilidade do problema de qualidade

Detetabilidade	
1	Muito elevada probabilidade de detecção do defeito. Verificação e/ou controlo detetam, quase certamente, a existência da falha.
2	Elevada probabilidade de detecção do defeito. Verificação e/ou controlo têm grande probabilidade de detetar a existência da falha.
3	Probabilidade moderada de detecção do defeito. Verificação e/ou controlo tem probabilidade de detetar a existência da falha.
4	Baixa probabilidade de detecção do defeito. Verificação e/ou controlo não deteta a existência da falha na maioria dos casos.
5	Muito baixa probabilidade de detecção do defeito. Verificação e/ou controlo não detetam a existência da falha.

Através da multiplicação das classificações das três medidas é obtida a métrica de prioridade. O objetivo passa pela atuação sobre os problemas de qualidade de acordo com as classificações de prioridade, isto é, perante a existência de vários problemas em simultâneo, deve ser priorizado aquele que obtiver maior pontuação. Apenas quando o problema com maior pontuação estiver (pelo menos) com a resolução “em curso”, é aconselhado avançar para o problema seguinte. A severidade atua como critério de prioridade no caso de problemas com o mesmo grau de prioridade.

6.3. Correspondência problema/metodologia de resolução

Para cada problema classificado é sugerida uma metodologia de resolução de problemas de acordo com requisitos pré-estabelecidos. No caso de problemas para os quais não é necessário realizar a etapa de análise, isto é, é sabido à partida a causa do problema, deve-se avançar para a elaboração e implementação do plano de ação.

Em termos de correspondência de abordagens a utilizar, a partir da classificação dos três critérios críticos é obtida a sugestão de método a utilizar - Figura 24. Como correspondência, a sugestão poderá ser de aplicação da metodologia QRQC, processo de gestão A3, metodologia 8D ou avançar diretamente para o plano de ação.

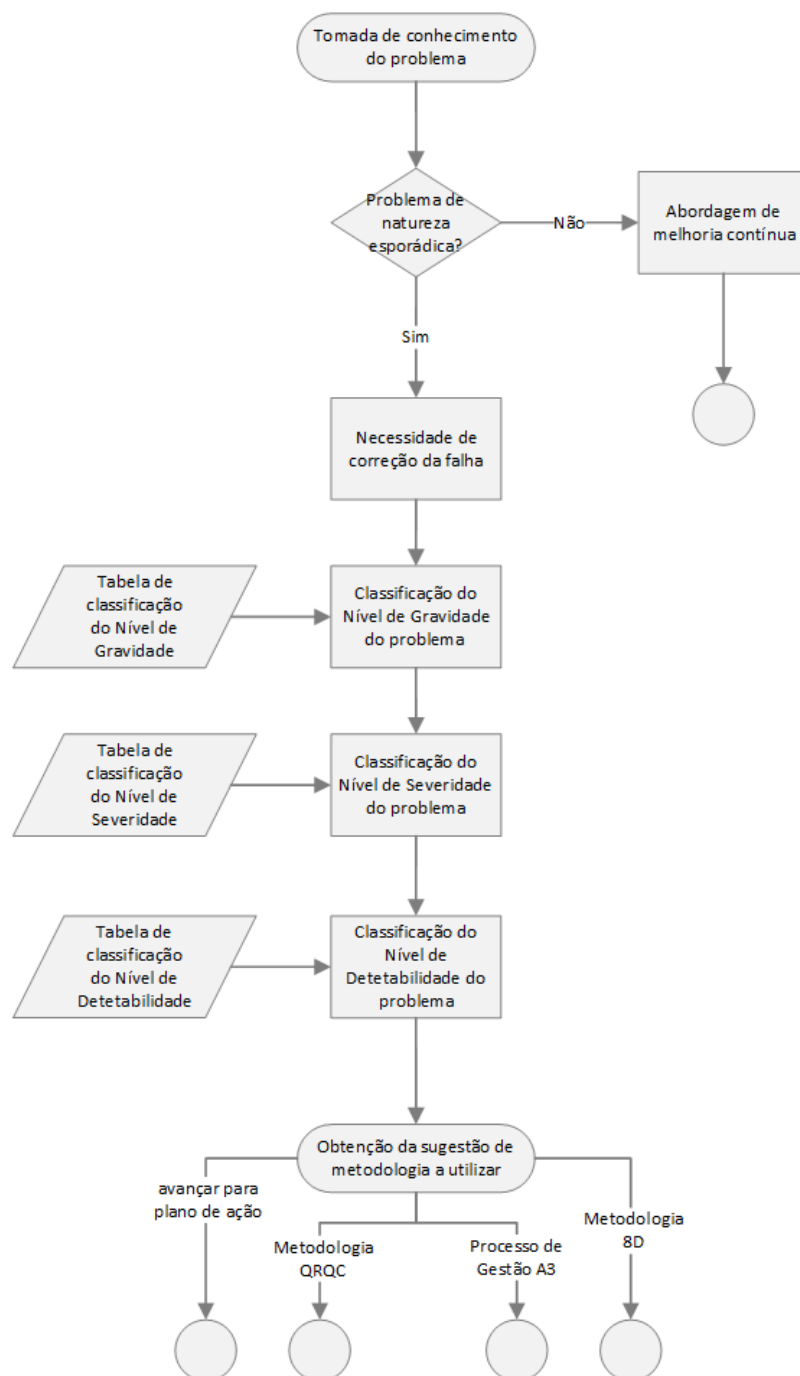


Figura 24 - Proposta de ferramenta de suporte à priorização de problemas

O processo lógico estabelecido para a correspondência é representado no diagrama presente na Figura 25. A lógica seguida baseia-se no uso regular das metodologias sugeridas e utiliza os critérios críticos definidos como mecanismos de decisão.

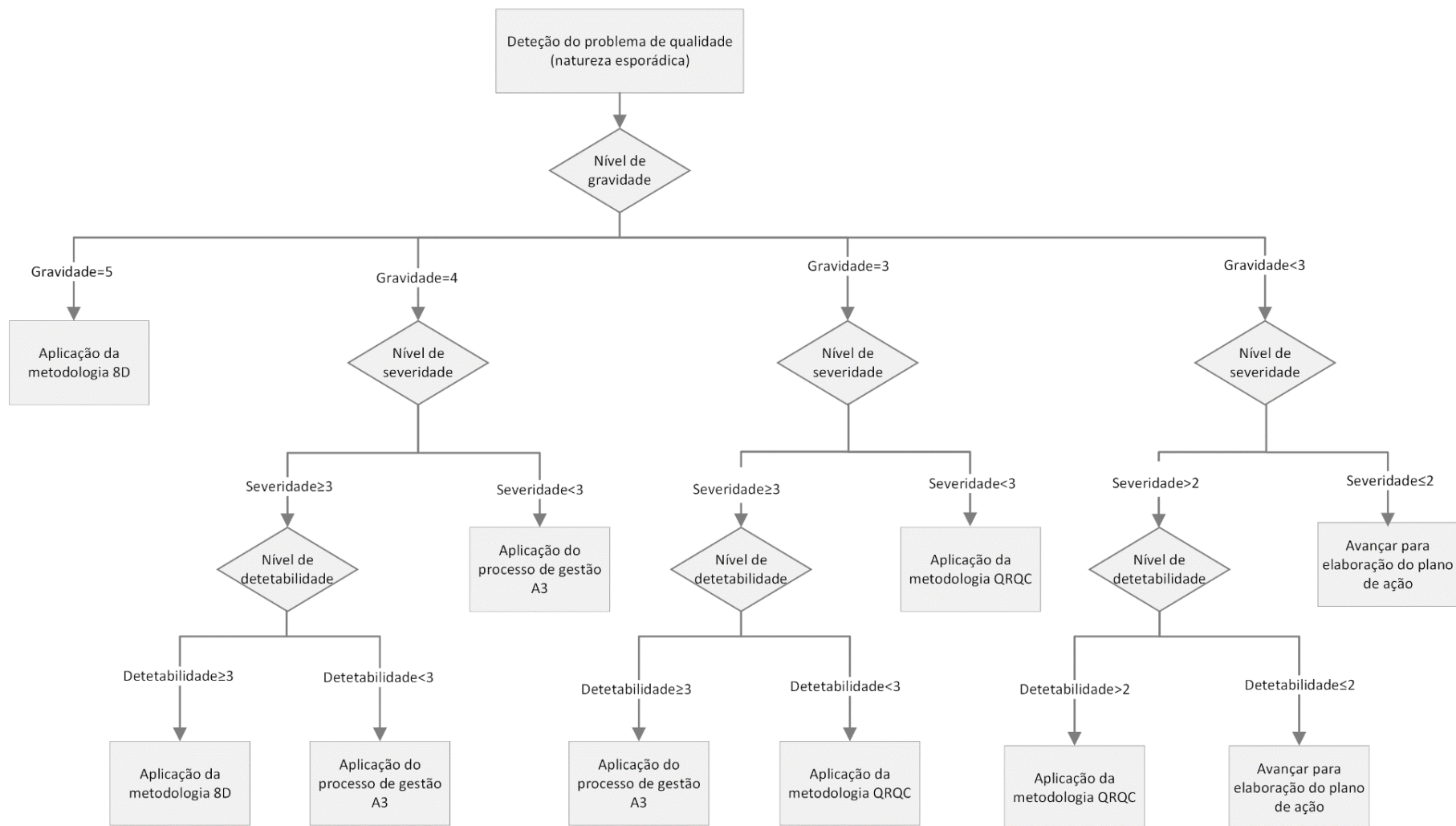


Figura 25 - Lógica de correspondência: critérios/metodologia de resolução de problemas

No caso da não conformidade ser detetada no cliente final, isto é, no caso de existir uma reclamação e/ou devolução por parte do usuário final é esperado que seja iniciado um ciclo 8D para resolução do problema de qualidade. Se a não conformidade for detetada na *Leica Camera Wetzlar* o processo passa pela utilização da metodologia 8D ou processo de Gestão A3, com objetivo de solucionar a não conformidade. Se os danos forem pelo menos graves e a probabilidade de deteção moderada ou inferior a moderada a sugestão de abordagem é a metodologia 8D, caso contrário o processo de gestão A3 é suficientemente capaz e por isso sugerido.

Quando a deteção do defeito ocorre a nível interno, no caso da secção para além da secção de deteção estar envolvida, em função da severidade e detetabilidade do problema, a opção de intervenção passa pelo processo de gestão A3 ou metodologia QRQC. Se os danos forem pelo menos graves e a probabilidade de deteção moderada ou inferior a sugestão de abordagem consiste no processo de gestão A3, caso contrário metodologia QRQC. Quando a deteção do defeito ocorre a nível interno e envolve apenas a própria a secção de montagem a única metodologia a ser sugerida é a metodologia QRQC. Para um nível de severidade e probabilidade inferior ou igual a dois, isto é, danos menores com elevada probabilidade de deteção, não é sugerida nenhuma metodologia, nestes casos deve-se avançar para a elaboração e implementação do plano de ação.

A matriz tem uma correspondência exclusiva, ou seja, para cada classificação de prioridade final existe uma e só uma metodologia sugerida. O Apêndice VIII– Correspondência: prioridade/ metodologia de resolução de problemas é composto pela tabela de correspondência: Prioridade/Metodologia de Resolução que contém todas as correspondências possíveis entre nível de prioridade e sugestão de metodologia.

No total são consideradas 125 possibilidades de classificação para o problema. Em 34 situações a metodologia sugerida é a metodologia 8D, em 25 o processo de gestão A3, em 34 a metodologia QRQC e em 32 situações é aconselhado avançar diretamente para a definição do plano de ação.

O funcionamento da matriz foi validado internamente mediante uma fase de teste, no qual foi pedido aos dois Gestores de Qualidade de Produto da câmara para preencherem a matriz para um conjunto de 7 problemas de qualidade. A prioridade de ação e a metodologia sugerida foi equivalente em todos os casos. Todavia, foi verificada uma ligeira disparidade na classificação dada ao critério de severidade. O mesmo teste foi executado ao departamento de Qualidade, aquando da apresentação da proposta final, o que validou o arranque da implementação piloto. A prioridade de ação e a metodologia sugerida foi consensual entre os 6 responsáveis presentes.

6.4. Interface

De modo tornar a proposta da *framework* de gestão de problemas intuitivo foi elaborada uma interface automatizada em *excel*, Figura 26.

A partir das classificações dos critérios a interface, calcula o nível de prioridade e fornece a sugestão de método a implementar para o problema específico. Adicionalmente, é possível realizar análises de forma intuitiva uma vez que o *status* de cada problema é acompanhado. É possível perceber em tempo real quais os problemas em resolução, fechados ou em aberto e efetuar análises de *status*.

Foi elaborado um procedimento interno, que ao momento do término do projeto se encontrava em processo de validação, com o objetivo de definir e padronizar a utilização da matriz apresentada. O objetivo consiste em conectar a interface aos planos de ação e arquivo de lições aprendidas, de modo a existir uma maior ligação e rastreabilidade de informação. Tendo como ponto de partida a matriz para a gestão de problemas a nível macro, foi criado um documento centralizado que permite o registo da informação de toda a gestão de problemas a nível individual. O ficheiro permite a visão macro da resolução de problemas, a definição de planos de ação referente aos problemas classificados e o arquivo de lições aprendidas. No Apêndice IX – Piloto da *framework* de gestão de problemas encontra-se o protótipo da *framework*.

A *framework* foi testada na linha de montagem dos elementos da câmara digital, como complemento à implementação piloto da metodologia QRQC.

Seleção da metodologia de resolução de problemas									
Descrição do problema	Data de deteção	Gravidade	Severidade	Detetabilidade	Prioridade Final	Pesquisa	Metodologia	Data de fec	Status
Wetzlar rejeita um lote de câmaras devido ao excesso de massa na clickwheel. O excesso de massa é um dano moderado (reparável), cuja deteção deriva do controlo visual do operador, sendo que não há instrução de controlo sobre a característica.	23/5/23 14:00	4	3	4	48	434	Metodologia 8D		Em curso
Cliente devolve 8 máquina por terem sido detetados riscos no controlo de qualidade. Os danos são graves e bastante sinalizado nas linhas.	23/5/23 14:00	4	3	2	24	432	Processo de Gestão A3		Em curso
Queixa de 2 clientes finais sobre a presença de riscos nos filmes das câmaras. Não faz parte das instruções de controlo o teste das máquinas com filme e é difícil definir a origem dos danos.	23/5/23 14:00	5	5	5	125	555	Metodologia 8D		Em curso
Diferenças de espessura detetada no PBR de 20% dos botões de tempos que chegaram à montagem na CW05. A secção mecânica tem dificuldades a retrabalhar as peças e o processo de controlo em condições normais tem grande probabilidade de detetar a falha.	23/5/23 14:00	3	4	2	24	342	Metodologia QRQC		Em curso
Não é possível montar máquinas devido a peças mecânicas não encaixar (eixos descentrados), verificado em todo o lote. Probabilidade moderada e deteção e reparação difícil.	23/5/23 14:00	3	4	3	36	343	Processo de Gestão A3		Em curso
Sujidades na gravação de 21 unidades de sapatinhos, detetadas na montagem. Defeitos considerados facilmente reparáveis e com grande probabilidade de deteção com o controlo visual existente.	23/5/23 14:00	3	2	2	12	322	Metodologia QRQC		Em curso
As más condições de acondicionamento (dentro da secção) resultaram em 5 chapéus com risco reparáveis. A não conformidade foi detetada no posto seguinte, por fazerem parte das instruções de controlo desse posto.	23/5/23 14:00	2	3	1	6	231	avançar para plano de ação		Em curso

Figura 26 -Matriz de apoio à decisão

6.5. Implementação piloto

A implementação da proposta ocorreu em união com a operacionalização piloto da metodologia QRQC. Não foi criado plano de implementação individual uma vez que funciona como complemento à proposta base.

7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo é realizada a análise e discussão dos resultados obtidos, de acordo com as propostas implementadas e sugeridas ao longo do projeto. A discussão tem por base os objetivos e resultados esperados definidos no primeiro capítulo.

Durante o período de estágio a implementação piloto da metodologia QRQC nas linhas de montagem centrou-se no processo de montagem dos elementos da câmara digital. Por motivos de reestruturação interna não foi possível alargar a implementação piloto à montagem dos elementos da câmara analógica, como era inicialmente pretendido. Em contrapartida, a equipa do grupo dos elementos das objetivas envolveu-se no projeto.

No momento do término do estágio os procedimentos internos e material de suporte desenvolvidos encontravam-se em fase de revisão e aprovação para integrarem o Sistema de Gestão de Qualidade da empresa.

7.1. Impacto da implementação na organização

Como referido, por motivos de força maior, comunicados durante o decorrer do projeto, não foi possível executar a implementação piloto na linha de montagem dos elementos da câmara analógica, como inicialmente pretendido. O planeamento estipulado não foi alterado, uma vez que o projeto já se encontrava perto da fase de *"Kick off"*. Assim, os resultados apresentados cingem-se à implementação executada na linha de montagem dos elementos da câmara digital.

A apresentação *"Kick off"* do projeto à equipa da câmara digital foi realizada a 23 de junho de 2023. A fase de implementação piloto iniciou-se na semana seguinte e teve uma duração de 5 semanas. Durante este período a metodologia QRQC auxiliou a resolução de 4 problemas de qualidade detetados na montagem das câmaras digitais. A Tabela 16 ilustra os problemas resolvidos seguindo a metodologia de resposta rápida para controlo de qualidade no período referido.

Tabela 16 - Ciclos QRQC completados na implementação piloto

Código	Problema	Abertura	Fecho
MD001	Massa visível no exterior da <i>clickwheel</i>	23/06/2023	30/06/2023
MD002	Encaixe do sapatinho com movimentos presos	27/06/2023	06/07/2023
MD003	Movimento dos botões de tempos	06/07/2023	11/07/2023
MD004	Ausência de janela/led no <i>ruck</i>	19/07/2023	27/07/2023

No Apêndice XI – Impressos QRQC arquivados encontram-se os impressos arquivados após a conclusão dos ciclos QRQC. De salientar que 3 dos 4 problemas resolvidos na fase de teste da metodologia eram problemas recorrentes.

Em termos de cumprimento dos prazos estabelecidos, todas as reuniões ocorreram dentro do prazo definido e com a participação de todos os intervenientes. A duração das reuniões, nos dois primeiros ciclos QRQC (MD001 e MD002), ultrapassou a duração média definida. No último ciclo realizado (MD004) a duração das reuniões foi de 27 minutos, 5 minutos e 5 minutos para as reuniões de análise, verificação e conclusão, respetivamente. A duração sugerida para cada reunião é uma duração média, funcionando como uma linha orientadora. Todavia, a ultrapassagem da duração nas primeiras reuniões pode ser explicada por se tratar da fase de arranque de projeto.

No fim do projeto foi realizado um inquérito de balanço final à equipa da câmara digital, com o objetivo de perceber a perspetiva dos envolvidos sobre o trabalho realizado. Em termos de benefícios, os 4 inquiridos, salientaram a:

- Maior cooperação da equipa;
- Maior comprometimento e eficiência na resolução dos problemas;
- A redução de defeitos em linha.

Já como principais limitações destacou-se a:

- Falta de familiaridade com a metodologia;
- Falta de disciplina;
- "Cegueira" da ferramenta 5WHYS como instrumento de análise.

No que diz respeito à capacidade de resposta, um dos questionários salientou que "falta prática com a metodologia para serem notadas melhorias na capacidade de resposta" e outro salientou que "ainda estamos a começar, mas vamos por um bom caminho". Apesar das opiniões serem positivas é notório que seria necessário um teste de maior duração para que as opiniões fossem consolidadas.

A comunicação foi um aspeto sobre o qual foram sentidas melhorias. Contudo, a grande melhoria não passou pela comunicação, mas pelo registo da informação. Um dos membros destaca, também, que apesar da comunicação interna, entre membros da equipa, ter melhorado, não sentiu diferenças com os restantes departamentos/áreas produtivas.

A opinião sobre se a metodologia podia e/ou devia ser expandida a outras áreas da empresa foi um sim unânime entre os inquiridos, sendo encarada como uma mais-valia para a empresa. Em termos de melhorias, foi referida a necessidade de rever alguns *timings* de resposta, uma vez que os tempos de resposta internos geralmente são mais longos do que os projetados pela metodologia, e a necessidade de haver uma maior envolvimento dos fornecedores internos no processo de resolução.

A duração das reuniões foi classificada com adequada por todos os envolvidos. Todavia, sobre o intervalo de tempo entre reuniões e o prazo de 7 dias com *deadline* não existiu consenso. Um dos inquiridos refere que por vezes os intervalos podem ser curtos por falta de prioridade do tema e outro salienta que "alguns problemas necessitam de mais tempo para a aplicação das ações". Quanto ao prazo de 7 dias os comentários discordantes referem que o prazo pode até ser longo devido à tipologia de problemas que a metodologia procura solucionar, contudo devido à realidade da empresa é um bom ponto de partida.

Quanto às ferramentas selecionadas para a operacionalização da resposta rápida os intervenientes concordam ser suficientes para guiar a resolução, sendo uma boa prática para que toda a equipa tenha a mesma visão sobre o problema. A verificação das ações é sinalizada como a etapa do ciclo QRQC mais difícil de ser documentada, sendo que o seguimento das ações não ocorreu de modo orgânico.

De notar que os problemas referidos advieram da deteção dos operadores nos postos de montagem. Logo, como não foram problemáticas identificadas nos postos de inspeção não estão assinaladas em registos de rejeição interna. O registo destas não conformidades acontece na folha de acompanhamento do produto e no registo de controlo do produto em curso de produção, documento que não correspondem a dados de análise recorrente dos Gestores de Qualidade do Produto. No entanto devido à natureza do projeto a reincidência dos problemas resolvidos foi acompanhada até ao fim do estágio, através da análise das folhas de acompanhamento. Após solucionados todos os problemas obtiveram uma taxa de reincidência de zero. Todavia, há que ressaltar que o período de seguimento foi reduzido, inferior a 1 mês, em todos os casos.

Os indicadores de devoluções externas e rejeição interna foram calculados para o período de implementação da metodologia QRQC na linha. A 5ª semana de piloto não foi contabilizada visto que a informação dos registos de inspeção não estava disponível aquando do término do estágio.

A taxa de devoluções externas foi calculada para as 4 semanas de piloto em análise – Figura 27 **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

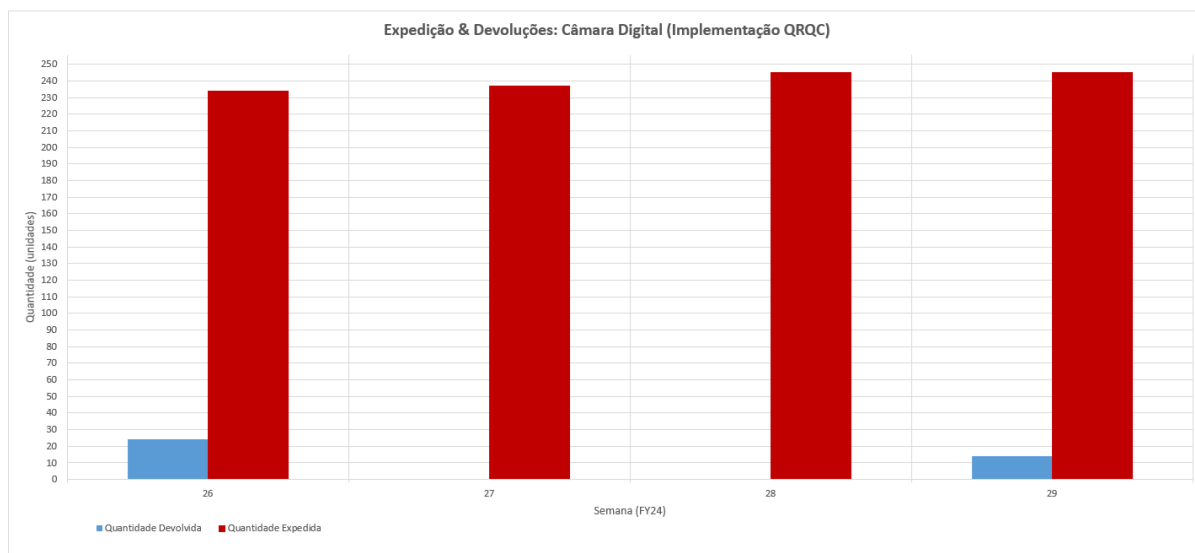


Figura 27 - Devoluções Externas (implementação QRQC): montagem "câmara digital"

A taxa média de devoluções externas foi de 4,0%. De notar que, apesar das devoluções estarem a ocorrer durante o período da implementação piloto, as devoluções não refletem a eficácia da metodologia QRQC. Os efeitos da metodologia apenas serão perceptíveis, no cliente, num horizonte temporal maior.

A Figura 28 ilustra a proporção de unidades conformes (OK) e não conformes (NOK) verificadas ao longo das 4 semanas no Posto de Embalagem.

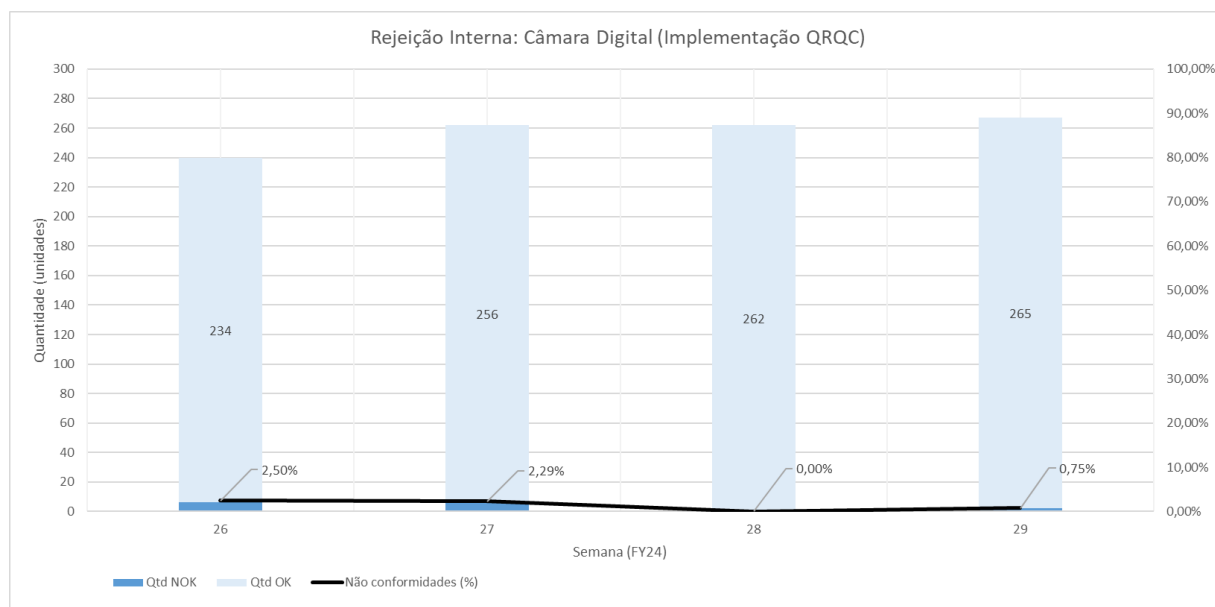


Figura 28 - Rejeição Interna (implementação QRQC): montagem "câmara digital"

A rejeição interna média foi de 1,4%. De notar que nenhuma das não conformidades está associada a problemas identificados como alvo da metodologia em implementação. A taxa de rejeição verificada reflete defeitos pontuais, espectáveis, para o presente processo de fabrico.

Como abordado, ao longo da linha de montagem existem 5 postos de inspeção. A Figura 29 evidencia a taxa média de não conformidades detetadas em cada posto ao longo das 4 semanas.

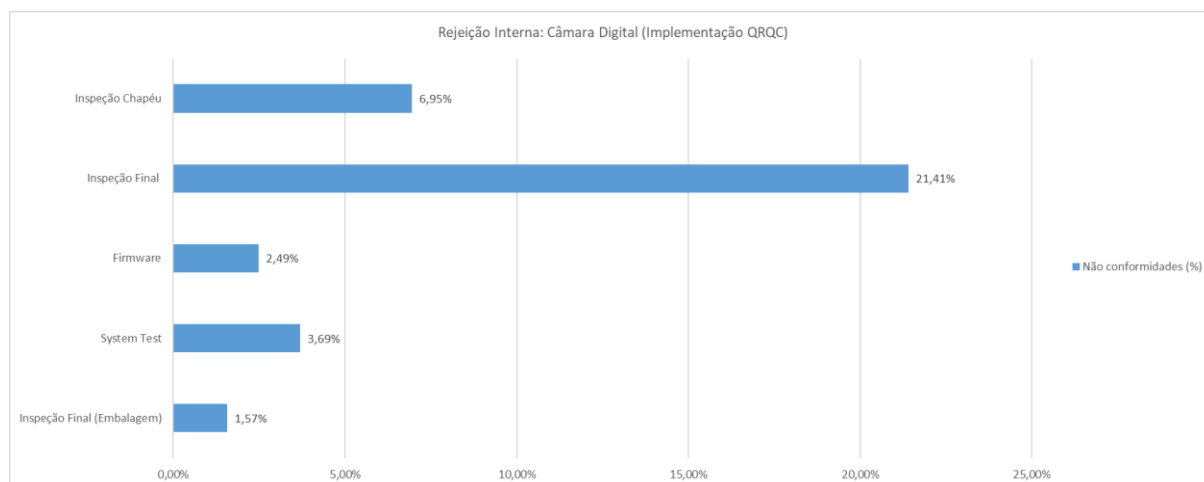


Figura 29- Rejeição Postos de Inspeção (implementação QRQC): montagem "câmara digital"

De notar que a tendência verificada na análise inicial se mantém, sendo o Posto de Inspeção Final o grande muro da qualidade, filtrando 21,41% de unidades não conformes. Em termos de análise dos defeitos foi realizada novamente uma análise ABC sobre os defeitos sinalizados nos registos de inspeção do Posto de Embalagem - Figura 30.

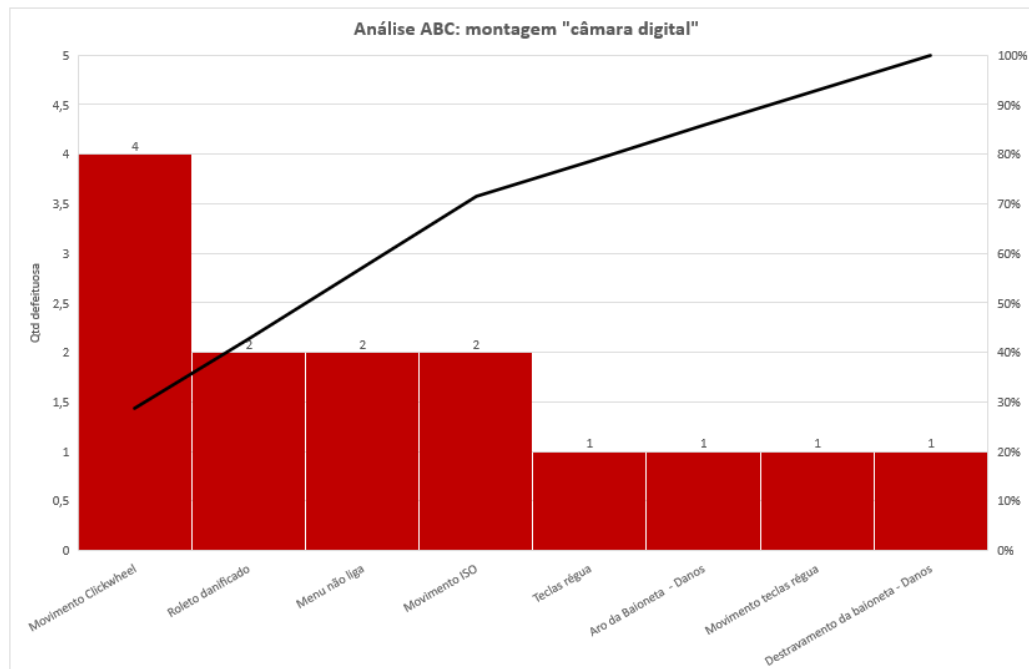


Figura 30 - Top defeitos (não conformidades acumuladas): montagem "câmara digital"

A nível de rejeição interna o defeito "Movimento *Clickwheel*" tratou-se do defeito mais significativo. Os defeitos "Roleto danificado" e "Movimento ISO" são reincidente, estando presentes no top defeitos cumulativos da análise de FY23. A análise permite reiterar o padrão existente sobre a tipologia dos

problemas presentes no top, problemas relacionados com parâmetros estéticos. Novamente, nenhuma das não conformidades está associada a problemas identificados como alvo da metodologia em implementação.

O período de implementação mostra-se curto para extrapolar os possíveis ganhos que a implementação da metodologia QRQC possa ter para a organização. A metodologia não impactou os KPI's de seguimento semanal. Contudo, também não foi verificada uma relação direta entre os problemas resolvidos e os defeitos registados no Posto de Embalagem. A metodologia foi aplicada, de forma reativa, a problemas identificados em postos de trabalho anteriores.

Não obstante, todos os ciclos QRQC foram fechados dentro do prazo previsto e a reincidência destes à data de fim de estágio foi nula.

A nível da proposta complementar, a taxa de acerto da matriz sugestão foi de 90,9%. Durante o período de teste, a matriz foi utilizada como ponto de partida para a gestão de problemas do produto. Dos 11 problemas avaliados, de acordo com os critérios definidos, somente em uma das situações o Gestor de Qualidade do Produto optou por seguir uma abordagem diferente da sugerida.

7.2. Relação com a literatura

Para avaliar a eficácia de um projeto de implementação da metodologia QRQC é importante considerar indicadores-chave de desempenho que possam medir o impacto da implementação. Rocha et al. (2015) sugerem a medição através de indicadores e quantidade de reclamações.

No caso deste projeto foram definidos os indicadores abaixo como de relevo para avaliar o sucesso da implementação da metodologia QRQC a médio e longo prazo:

- Tempo médio de resolução de problemas: Indicador mensal da média do número de dias necessários para o completar o ciclo QRQC. Com a implementação da metodologia QRQC, espera-se que esse tempo seja reduzido significativamente em comparação com os métodos tradicionais de solução de problemas;
- Reincidência de problemas: Indicador mensal que avalia frequência com que problemas de qualidade resolvido, segundo a metodologia QRQC, ressurgem. Expresso em número de novas ocorrências por mês. Com a metodologia QRQC, é esperado que a taxa de reincidência diminua, indicando soluções mais eficazes e permanentes;

- Rejeição Interna: Indicador semanal que mede a proporção de unidades de produto não conformes, de acordo com os padrões internos de qualidade. Expresso pela divisão do número de unidades não conformes pelo total de unidades produzidas. Uma redução significativa na taxa de rejeição interna pode indicar eficácia na identificação e correção de problemas de qualidade de forma mais ágil e assertiva;
- Devoluções Externas: Indicador semanal que mede a proporção de devoluções do cliente motivadas por problemas de qualidade. Expresso pela divisão do número de unidades não conformes pelo total de unidades expedidas. De forma indireta, com o funcionamento efetivo da metodologia, espera-se que as devoluções externas diminuam ao longo do tempo.

De notar que os indicadores estabelecidos variam de acordo com a empresa, setor e âmbito específico do projeto de implementação do QRQC. A chave é escolher indicadores relevantes e alinhados com os objetivos do projeto para uma avaliação abrangente do impacto da metodologia na linha de produção (Aoudia & Testa, 2011; Brito et al., 2017) . Exemplo de outros indicadores seriam:

- Tempo de inatividade da linha: Período de inoperabilidade produtiva causada pelo problema de qualidade. A implementação do QRQC deve levar a uma redução significativa no tempo de inatividade, uma vez que os problemas são identificados e tratados mais rapidamente. Todavia, não é categórico que um problema de qualidade implique a interrupção da produção;
- Envolvimento da equipa: Grau de comprometimento e motivação dos membros da equipa em relação à resolução de problemas. Quanto maior o nível de envolvimento, mais provável é que a metodologia seja bem-sucedida e sustentável ao longo do tempo. Contudo, esta métrica é subjetiva e fácil de influenciar;
- Custo de qualidade: Custos associados a problemas de qualidade, como retrabalho, garantias e devoluções. Com o QRQC, espera-se que esses custos diminuam progressivamente;
- Satisfação do cliente: Grau de contentamento ou satisfação do cliente em relação à qualidade do produto. Clientes mais satisfeitos geralmente indicam uma melhoria na qualidade dos produtos.
- Melhoria contínua: Envolve a busca constante por maneiras de tornar os processos mais eficientes. O QRQC deve promover uma cultura de melhoria contínua na linha de produção, através do acompanhamento do progresso ao longo do tempo, comparando os resultados dos indicadores com as metas estabelecidas.

A par dos casos de estudo analisados, com o desenvolvimento e implementação do projeto foi possível sinalizar vantagens relevante da metodologia QRQC (Rocha et al., 2015):

- Reduzido custo de implementação;
- Nivelamento e transversalização de conhecimento sobre as ferramentas da qualidade;
- Fácil aplicação.

A aprendizagem com o QRQC é contínua (Coltro et al., 2012). Apesar do impresso criado no contexto do projeto não destacar o preenchimento do item Lições Aprendidas, como é recorrente nesta metodologia, existe um campo de conclusões com a finalidade de expressar aspetos chaves a reter e/ou recomendações no caso de reincidência do problema. As Lições Aprendidas são um item que faz parte da *framework* complementar criado e de utilização não obrigatória.

A integração de toda a empresa é uma vantagem citada pela literatura, que não foi revista na medida pretendida no projeto (Aoudia & Testa, 2011). Como verificado no balanço final realizado existiram melhorias na comunicação interna da equipa piloto, mas a nível interdepartamental não foram destacadas alterações significativas.

De acordo com um estudo levado a cabo numa empresa automóvel no ano de 2012 (Coltro et al., 2012), a implementação da metodologia promoveu o cumprimento dos prazos acordados com o cliente. Anteriormente, a empresa encontrava-se num ponto em que era impossível a gestão da quantidade de reclamações recebidas, existindo melhorias na ordem dos 90% a nível da diminuição de não conformidades e reclamações. No presente projeto os resultados não foram tão expressivos, apesar de se encontrarem alinhados com a literatura.

A nível da proposta complementar desenvolvida não foram encontrados trabalhos científicos no âmbito, pelo que não é estabelecido nenhum paralelismo com outros casos de estudo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de algo novo dentro de uma estrutura que já está consolidada nunca é tarefa fácil. Inicialmente são esperadas dificuldades na aceitação da metodologia, associada a resistência à mudança, e a necessidade de formação sobre ferramentas da qualidade derivado da possível falta de conhecimento das pessoas em relação a estas.

A empresa deve ter a qualidade como filosofia, não como requisito. Dessa forma, o processo de implantação de qualquer ferramenta fica mais fácil, pois com o apoio da direção, os colaboradores sentem-se mais envolvidos no processo de implantação. E esse é o primeiro passo para a conquista dos objetivos.

O desenvolvimento e implementação da proposta de dissertação permitiu averiguar que, conforme afirmam Aoudia & Testa (2011), a metodologia QRQC constitui uma inovação no campo do controle da qualidade, combinando a gestão e a filosofia *SanGenShugi* a fim de resolver, de forma simples e lógica grande parte dos problemas de produção.

Na presente dissertação foi possível atingir os objetivos propostos e responder à questão de investigação "Como implementar a metodologia QRQC no contexto do projeto?". Numa primeira etapa de projeto foi realizado um diagnóstico sobre o processo de resolução de problemas e foram analisados os principais indicadores associados à gestão da qualidade do produto. Posto isto, procedeu-se ao desenvolvimento da proposta de implementação da metodologia QRQC. O período de implementação mostrou-se curto para extrapolar ganhos mesuráveis quanto à implementação da metodologia QRQC. Não obstante, o teste piloto foi bem-sucedido. O *feedback* da equipa foi positivo, todos os ciclos QRQC foram fechados dentro do prazo previsto e a reincidência dos problemas à data de fim de estágio foi nula.

A ferramenta de priorização de problemas de qualidade que implicam a correção do modo de falha foi uma proposta complementar desenvolvida, motivada pelas necessidades internas da organização. A matriz de apoio à decisão foi elaborada com base em critérios críticos de avaliação de problemas, associados ao contexto específico da organização. De ressaltar que, durante o período de teste, a taxa de acerto da matriz foi de 90,9%.

8.1. Dificuldades e limitações

É importante considerar que a metodologia de investigação selecionada apresenta algumas limitações. O foco em um caso específico para criar generalizações limita a robustez das conclusões alcançadas e cria desafios de validação interna. Adicionalmente, por si só, a transversalização da proposta desenvolvida à restante secção de montagem é um desafio, podendo ser difícil de replicar as mesmas condições em outros contextos. Outro obstáculo sentido associa-se à dificuldade de medir e quantificar adequadamente as variáveis de interesse, especialmente quando se trata de um contexto complexo.

Sendo uma das premissas de estudos de caso "prazos rígidos e objetivos negociáveis", os resultados obtidos foram limitados pelo prazo da dissertação. Um período de análise de resultados mais extenso tornaria o estudo mais robusto, as elações alcançadas advêm de uma fase embrionária de implementação.

A metodologia QRQC atua no problema de forma definitiva, evitando a reincidência. Contudo, existem certas limitações que podem influenciar o *output* da implementação de um projeto deste tipo. A aplicação da metodologia QRQC depende diretamente do fator humano e nem todas as pessoas possuem o mesmo grau de envolvimento. A dependência da compatibilidade com a cultura organizacional da empresa faz com a metodologia possa não ser bem-sucedida em inúmeros contextos. Adicionalmente, também a necessidade de monitorização contínua, associada aos curtos prazos de resposta, pode gerar entraves.

A organização possuía os alicerces necessários à implementação da metodologia no prazo proposto. Em casos em que exista falta de conhecimento sobre ferramentas da qualidade, a metodologia não terá a eficácia desejada. As ferramentas utilizadas neste âmbito são maioritariamente qualitativas, pelo que se os envolvidos no processo não tivessem os conceitos claros, facilmente serão seguidos caminhos errôneos.

Por fim, e talvez a maior dificuldade sentida, associa-se à falta de literatura sobre os temas explorados. A metodologia QRQC não é um conceito popular na literatura científica, pelo que as fontes de revisão literária são escassas. A proposta complementar desenvolvida, embora assente em conteúdo explorados por diferentes investigadores, baseia-se nos mesmos através de uma perspetiva pouco explorada em casos de estudo.

8.2. Trabalho futuro

De forma a se dar seguimento ao projeto começado com a dissertação é necessário criar as condições necessárias à transversalização do projeto às restantes áreas produtivas da montagem. Em termos de concretização, a equipa do grupo das objetivas foi a única, para além da equipa da câmara digital, a quem o projeto foi apresentado. Não tendo sido estabelecido um cronograma de transversalização, às restantes áreas, à data do término do estágio.

Como referido, os resultados apresentados sobre a implementação piloto foram precoces. Seria necessário continuar o seguimento realizado com o objetivo de obter conclusões mais robustas sobre a viabilidade a longo prazo da metodologia na organização.

Adicionalmente, seria interessante analisar e reestruturar os KPI's de seguimento semanal de modo a existir um controlo contínuo e detalhado do produto em curso de produção. Os KPI's estão associados a postos de controlo e não ao processo, o que oculta possibilidades de melhoria. A própria metodologia QRQC não teve expressão nos KPI's durante o período de teste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, B., Fagerhaug, T., & Beltz, M. (2010). *Root Cause Analysis and Improvement in the Healthcare Sector: a Step-By-Step Guide* (1st ed.). ASQ Quality Press.
- Aoudia, H., & Testa, Q. (2011). *Perfect QRQC: The basics* (1st ed.). Maxima .
- ASQ. (2005). *Glossary and tables for statistical quality control* (4th ed.). ASQ Quality Press.
- Barnabè, F., & Giorgino, M. C. (2017). Practicing Lean strategy: Hoshin Kanri and X-Matrix in a healthcare-centered simulation. *TQM Journal*, 29(4), 590–609. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2016-0057>
- Barsalou, M. (2023). Back To Basics: 8D Or A3? Problem Solving With RCA And CI. *Quality Progress*, 56(1), 56–56. <https://asq.org/quality-progress/articles/back-to-basics-8d-or-a3?id=36d5952ea5ed4e1288cb92175d96993e>
- Brasil, E. N. de A. P. (2009). *Análise e Melhoria de Processos*.
<https://siseb.sp.gov.br/arqs/GE%20B%20-%20An%C3%A1lise-e-Melhoria-de-Processos.pdf>
- Brito, H., Silca, O., Souza, M., Nogueira, E., & Portela, L. (2017). Uma Aplicação da Filosofia QRQC para Resolução de Problemas em uma Empresa do Polo Industrial de Manaus. *Revista Espacios*, 38(16), 9. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n16/17381609.html>
- Broday, E., & Júnior, P. (2013). APPLICATION OF A QUALITY MANAGEMENT TOOL (8D) FOR SOLVING INDUSTRIAL PROBLEMS. *Independent Journal of Management & Production*, 4, 377–390. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v4i2.74>
- Broh, R. A. (1982). *Managing quality for higher profits: A guide for business executives and quality managers* (1st ed.). McGraw Hill.
https://books.google.com/books/about/Managing_Quality_for_Higher_Profits.html?hl=pt-PT&id=yGq9mgEACAAJ
- Campos, V. F. (2009). *TQC: Controle de qualidade total (no estilo japonês)* (7th ed.). Universidade Federal de Minas Gerais. <https://books.google.com/books/about/TQC.html?hl=pt-PT&id=fZZEAAAAAYAAJ>
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2006). *Administração da Produção para a Vantagem Competitiva* (10th ed.). Bookman.

- https://books.google.com/books/about/Administracao_Da_Producao_Para_a_Vantage.html?hl=pt-PT&id=V31ZMwbz9gAC
- Coltro, J., Rocha, L., Sibuya, T., & Silva, K. (2012). Implantação da metodologia QRQC em uma empresa do setor automotivo. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- Crosby, P. B. (1980). *Quality is free : the art of making quality certain* (1st ed.). New American Library.
https://books.google.com/books/about/Quality_is_Free.html?hl=pt-PT&id=3TMQt73LDooC
- Cruz, P. (2012). *Aplicação do “Failure Mode and Effect Analysis” na demolição, movimento de terras e execução da estrutura em edifícios* [Instituto Superior de Engenharia do Porto].
<https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/4058>
- Domingues, P., Sampaio, P., & Arezes, P. M. (2016). Integrated management systems assessment: A maturity model proposal. *Journal of Cleaner Production*, 124, 164–174.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.103>
- Dubé, L., & Paré, G. (2003). *Rigor in Information Systems Positivist Case Research: Current Practices, Trends, and Recommendations*. 27(4), 597–636. www.jstor.org/stable/30036550
- Duffy, G. L., Story, P., Loynes, L., Peiffer, S. E., Chona, R., Washburn, M., & Allen, T. (2020). Supporting Approaches And Tools Improving Healthcare Monograph Series. *Healthcare Quality and Improvement Committee, a Joint Development of the Healthcare and Quality Management Divisions of ASQ*. <https://asq.org/quality-resources/articles/supporting-approaches-and-tools?id=76fd30ac10964629a65006db7fdf35a2>
- Garvin, D. A. (1987). *Competing on the Eight Dimensions of Quality*.
- Hamoumi, M., Haddout, A., & Benhadou, M. (2021). The 5 Dimensions of Problem Solving using DIN-NA Diagram: Double Ishikawa and Naze Naze Analysis. *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, 175–183. <https://doi.org/10.5121/csit.2021.111114>
- Hosotani, K. (1992). *The QC problem solving approach : solving workplace problems the Japanese way* (1st ed.). 3A Corporation.
- Kepner, C., & Tregoe, B. B. (1997). *The New Rational Manager* (1st ed.). Princeton Research Press.
<https://www.amazon.com/Rational-Manager-Charles-Higgins-Kepner/dp/0971562717>
- Kerzner, H. (2013). *Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling* (11th ed.). Wiley.

- Kerzner, H. (2015). *Gerenciamento de projetos : uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle* (1st ed.). Blucher.
https://books.google.com/books/about/Gerenciamento_de_projetos.html?hl=pt-BR&id=GCTtDwAAQBAJ
- Kiran, D. R. (2017). Total Quality Management Key Concepts and Case Studies. In *Total Quality Management*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811035-5.00031-3>
- Knobel, M., & Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção, do Ponto de Vista da Engenharia de Produção* (1st ed.). Bookman. <https://www.wook.pt/livro/o-sistema-toyota-de-producao-m-knobel/10312771>
- Laman, S. (2009). Building a Consensus. New chart helps everyone get on the same page. *Quality Progress*, 72. <https://asq.org/quality-progress/articles/building-a-consensus?id=68289e7a11fe4dc497aee5ece285a2eb&status=SUCCESS&numberOfItemsInCart=0>
- Leffler, K. B., Leffler, & B, K. (1982). Ambiguous Changes in Product Quality. In *American Economic Review* (1st ed., Issue 5). American Economic Association.
<https://EconPapers.repec.org/RePEc:aea:aecrev:v:72:y:1982:i:5:p:956-67>
- Li, G., Li, L., Choi, T. M., & Sethi, S. P. (2020). Green supply chain management in Chinese firms: Innovative measures and the moderating role of quick response technology. *Journal of Operations Management*, 66(7–8), 958–988. <https://doi.org/10.1002/joom.1061>
- Löfving, M., Melander, A., Elgh, F., & Andersson, D. (2021). Implementing Hoshin Kanri in small manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(9), 304–322.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2020-0313/FULL/PDF>
- Meirinhos, M., & Osório, A. (2010). The case study as research strategy in education. *EDUSER*, 2(2).
<http://www.eduser.ipb.pt>
- Montgomery, D. C. (2019). Introduction to Statistical Quality Control. In *Wiley Online Library* (8th ed.). Wiley . <https://www.wiley.com/en-us/Introduction+to+Statistical+Quality+Control%2C+8th+Edition-p-9781119399308>
- Moreira, J. (2017). *Aplicação da metodologia Quick Response to Quality Control (QRQC) no processo produtivo de uma empresa do setor automotivo*.
<https://www.researchgate.net/publication/363613796>

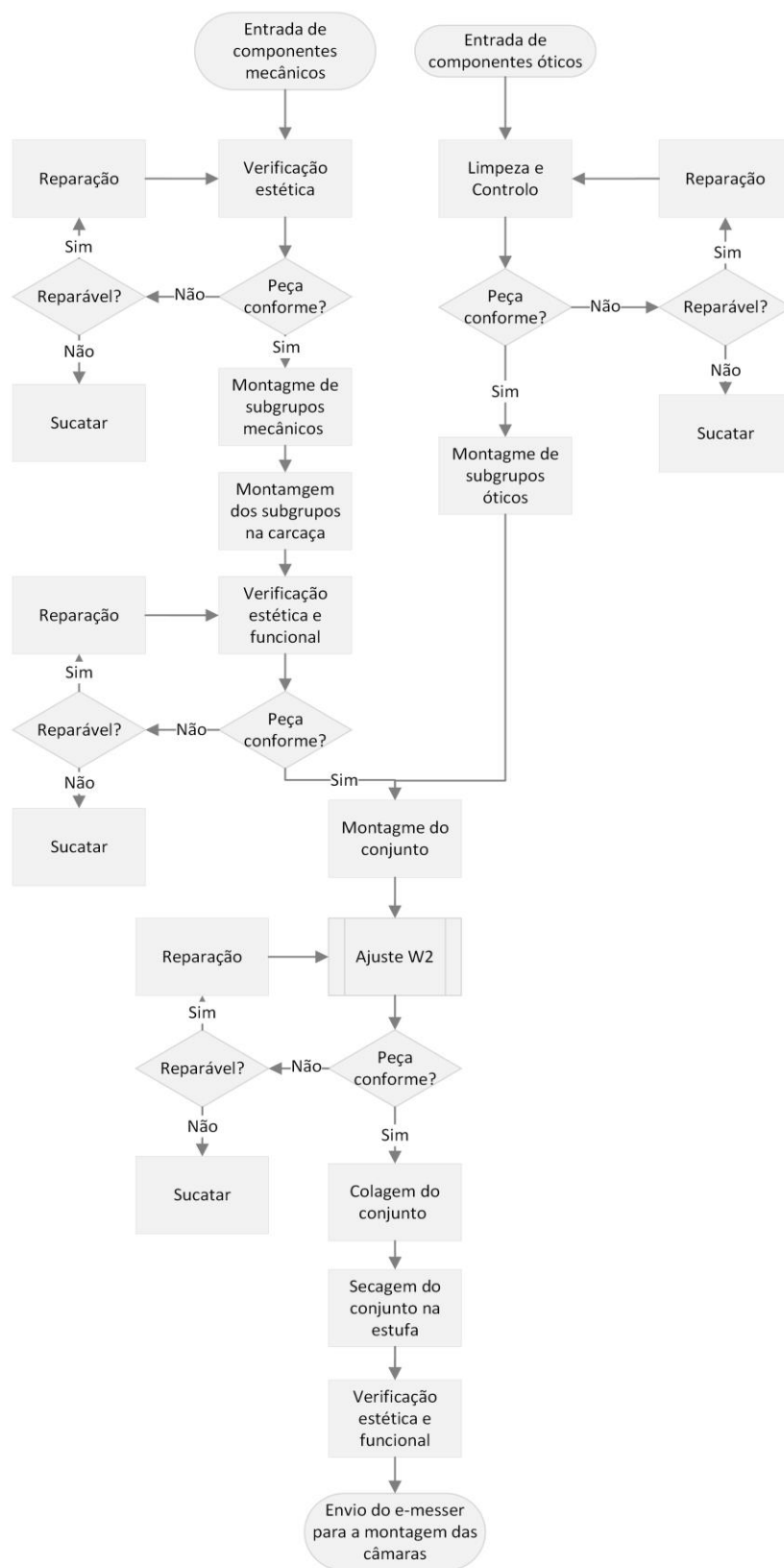
- Neyestani, B. (2017). *Principles and Contributions of Total Quality Mangement (TQM) Gurus on Business Quality Improvement*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.345428>
- Novaski, V., Lopes Freitas, J., & Billig, O. A. (2020). Aplicação de matriz GUT e gráfico de Pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora. *International Journal of Development Research*, 10(11), 42203–42207. <https://doi.org/10.37118/ijdr.20255.11.2020>
- Oliveira, R. G. de. (2018). *Lean and performance measuring: developing a new performance measurement framework to fit lean*. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/113808/2/276926.pdf>
- Oliveira, M., Maçada, A., & Goldoni, V. (2006). Análise da Aplicação do Método Estudo de Caso na Área de Sistemas de Informação. *EnANPAD*. <https://www.iseg.ulisboa.pt/aquila/getFile.do?fileId=15303&method=getFile>
- Pantouvakis, A., & Bouranta, N. (2015). Agility, organisational learning culture and relationship quality in the port sector. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/14783363.2015.1084871*, 28(3–4), 366–378. <https://doi.org/10.1080/14783363.2015.1084871>
- Patel, P., & Deshpande, V. (2017). Application Of Plan-Do-Check-Act Cycle For Quality And Productivity Improvement-A Review. *IJRASET*, 5(1). www.ijraset.com
- Pestana, M., Veras, G., Ferreira, M., & Ramos Da Silva, A. (2016). Aplicação integrada da matriz GUT e da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental. Um estudo de caso para elaboração de propostas de melhorias. *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. https://abepro.org.br/biblioteca/tn_stp_227_329_30428.pdf
- Pimenta, D. (2017). *A gestão do risco em gestão de projetos. Caso de estudo*. [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/8307/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Pirsig, Robert. M. (1984). Zen and the art of motorcycle maintenance: an inquiry into values. In *Quality* (2nd ed.). Mariner Books.
- Pitzer, M., & Matta, P. (2013). Gestão autônoma na usiminas em cubatão: uma alternativa para a manutenção com o foco na lucratividade do negócio. *68º Congresso Da ABM*. https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_113_743_15064.pdf

- PMI. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge*. Project Management Institute.
- Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2010). *The Six Sigma Handbook* (3rd ed.). Mc Graw Hill.
<https://www.mtcbh.net/mt-content/uploads/2017/01/6-sigma-handnbook.pdf>
- Rambaud, L. (2011). *8D Structured Problem Solving* (2nd ed.). PHRED Solutions.
<https://www.worldcat.org/title/841567692>
- Riesenberger, C. A., & Sousa, S. D. (2010). The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints? *Proceedings of the World Congress on Engineering*.
<https://www.researchgate.net/publication/45534757>
- Rocha, L., Coltro, J., Takahashi, A., Guerreiro, K., & Shibuya, T. (2015). Gestão da qualidade através da metodologia QRQC - estudo de caso em uma empresa do setor automotivo. *Revista Qualidade Emergente*, 1, 1–12.
- Santhiapillai, F. P., & Ratnayake, R. M. C. (2023). Lean thinking and strategy deployment: adapting Hoshin Kanri and A3-based project prioritization in police services. *TQM Journal*.
<https://doi.org/10.1108/TQM-05-2022-0177>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2023). *Research Methods for Business Students* (9th ed.). Pearson.
- Schonberger, A. (2023). Mutual Attraction. Determinants Of Quality And Satisfaction At Strategic Suppliers. *Quality Progress*, 14–19. <https://asq.org/quality-progress/articles/mutual-attraction?id=c1800b5e69e143e190a8bb855cea0722&status=SUCCESS&numberOfItemsInCart=0>
- Schuh, G., Gartzen, T., & Wagner, J. (2015). Complexity-oriented ramp-up of assembly systems. In *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* (Vol. 10, pp. 1–15). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2015.05.007>
- Shingo, Shigeo. (1996). *O Sistema Toyota de produção : do ponto de vista da engenharia de produção*. Bookman.
- Shook, J. (2008). *Managing to Learn: Using the A3 Management Process to Solve Problems, Gain Agreement, Mentor and Lead* (3st ed.). Lean Enterprises Institute.

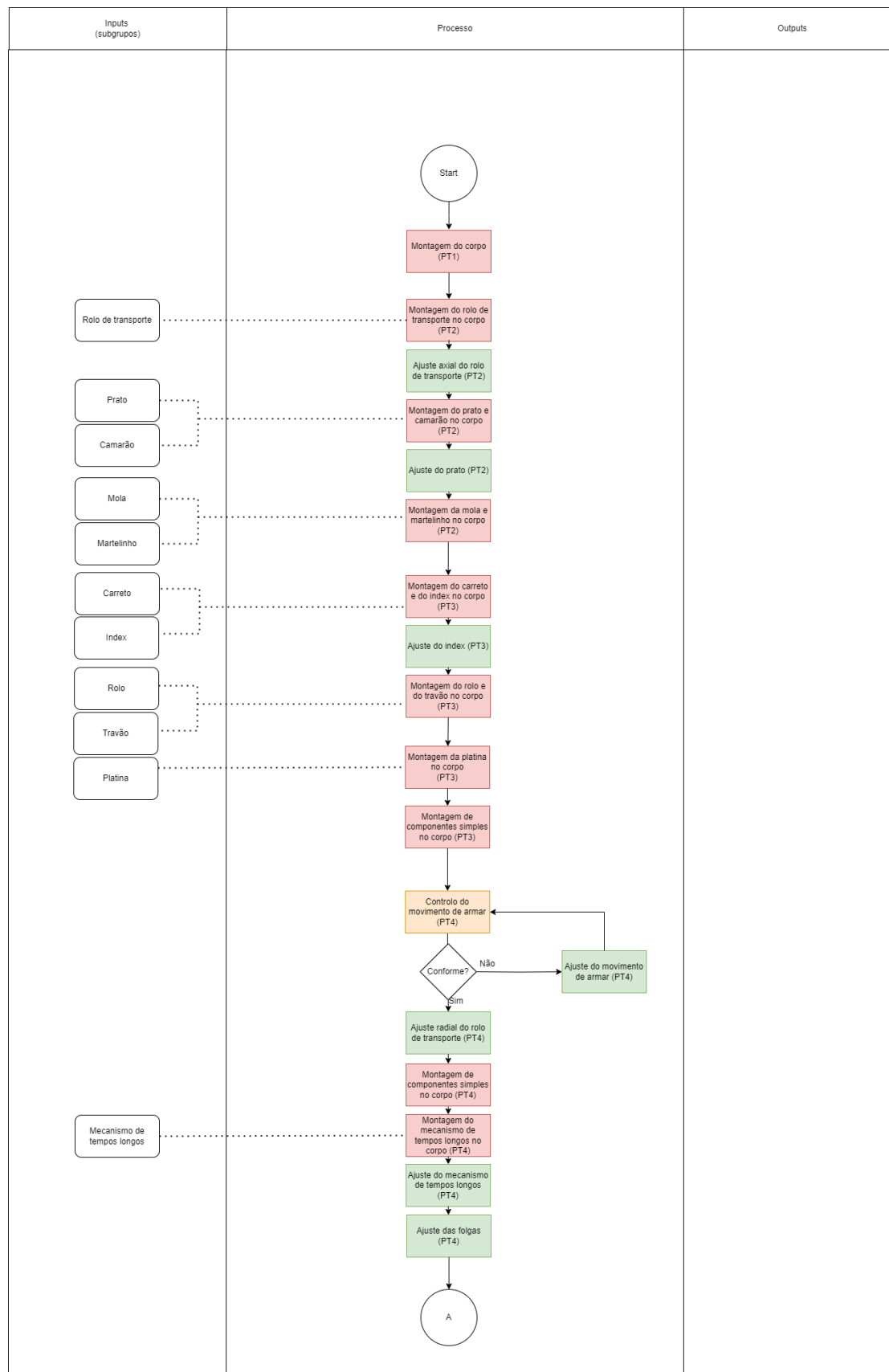
- Soltani, E., Van Der Meer, R. B., & Williams, T. M. (2004). Challenges posed to performance management by TQM gurus: Contributions of individual employees versus systems-level features. *Total Quality Management and Business Excellence*, 15(8), 1069–1091.
<https://doi.org/10.1080/1478336042000255488>
- Souza, R., Sousa, S., & Nunes, E. (2018a). Developing organisational learning through QC story. *Total Quality Management*, 0. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1490641>
- Souza, R., Sousa, S., & Nunes, E. (2018b). Developing organisational learning through QC story. *Total Quality Management*. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1490641>
- Stamatis, D. H. (2005). *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): From Theory to Execution* (1st ed., Issue April). ASQ Quality Press.
- Taguchi, G., Chowdhury, S., & Wu, Y. (2007). *Taguchi's Quality Engineering Handbook* (1st ed.). Wiley .
<https://www.worldcat.org/title/55286157>
- Tague, N. R. (2005). The Quality Toolbox. In *Technometrics* (1st ed., Issue 3). ASQ Quality Press.
- Teczke, M., & Obora, H. (2018). Quick Response Quality Control-Concept of Instant Analysis of the Company's Current Problems. *Knowledge Economy Society*, 1(17).
- Tortorella, G., Cauchick-Miguel, P. A., & Gaiardelli, P. (2019). Hoshin Kanri and A3: a proposal for integrating variability into the policy deployment process. *TQM Journal*, 31(2), 118–135.
<https://doi.org/10.1108/TQM-06-2018-0076/FULL/PDF>
- Trucolo, A., Talaska, T., Assumpção, V., & Filho, J. (2016). MATRIZ GUT PARA PRIORIZAÇÃO DE PROBLEMAS-ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DO SETOR ELÉTRICO. *Revista Tecnológica*, 5(2).
<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/183>
- Unver, B., Kabak, Ö., Topcu, Y. I., Altinisik, A., & Cavusoglu, O. (2020). A decision support system for proactive failure prevention: a case in a leading automotive company. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(5), 845–880. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2019-0264>
- Uslu Divanoğlu, S., & Taş, Ü. (2022). Application of 8D methodology: An approach to reduce failures in automotive industry. *Engineering Failure Analysis*, 134, 106019.
<https://doi.org/10.1016/J.ENGFAILANAL.2021.106019>

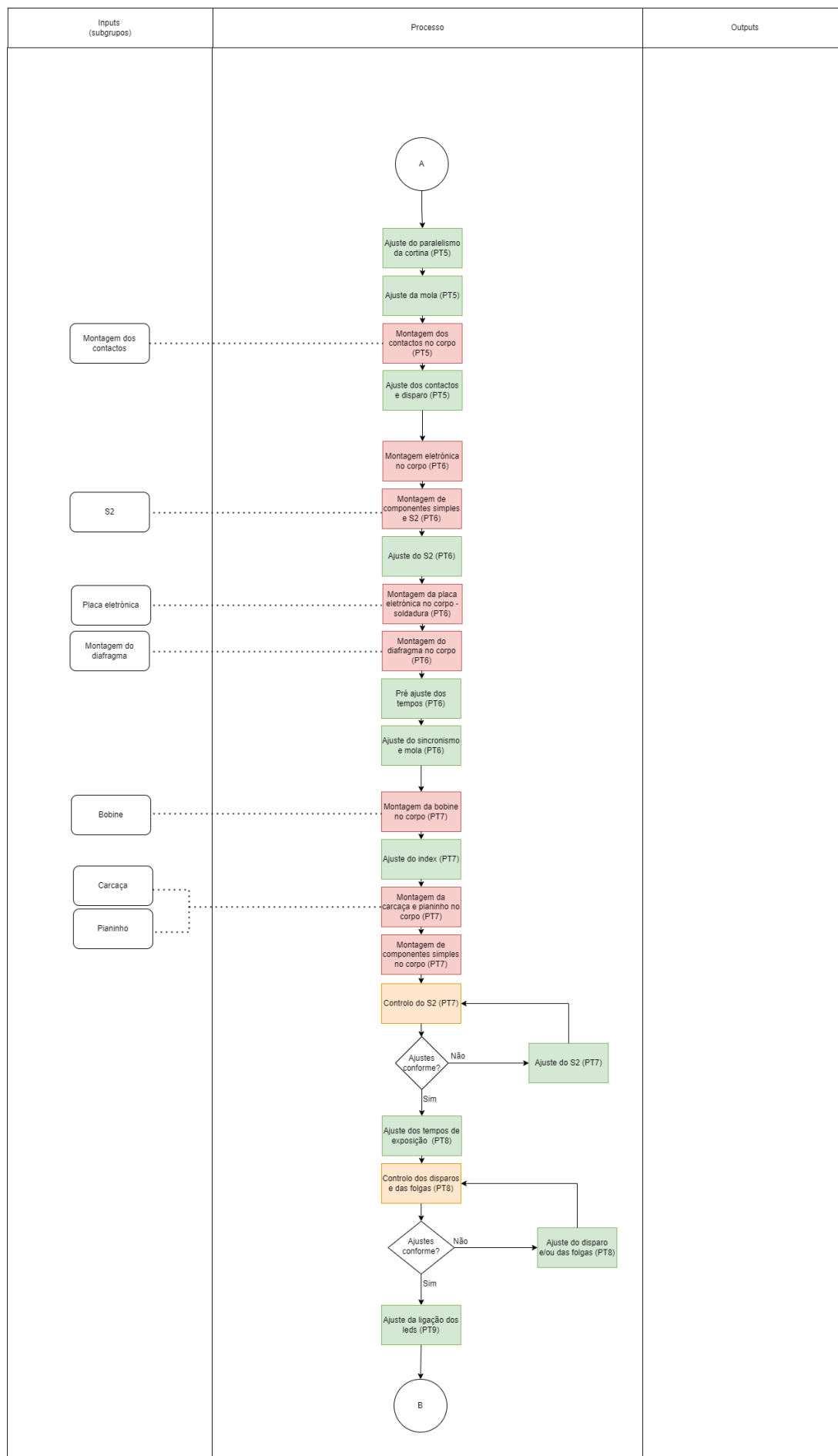
- Vicente, M. (2017). *Qualidade como Translation: ISO 9001 como uma Ferramenta no Processo de Mudança Organizacional* [Faculdade de Economia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/113669/2/276642.pdf>
- Wolniak, R. (2003). Gemba – japońska technika zarządzania. *Przegląd Organizacji*, 22–25. <https://doi.org/10.33141/po.2003.78.05>
- Yang, C. C. (2008). Improving the definition and quantification of quality costs. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/14783360701600563*, 19(3), 175–191. <https://doi.org/10.1080/14783360701600563>
- Yang, C. C. (2017). The Evolution of Quality Concepts and the Related Quality Management. *Quality Control and Assurance*. <https://doi.org/10.5772/67211>
- Yin, R. K. (1993). *Applications of case study research*. SAGE Publications.
- Zarpelam, J., & Silva, M. (2020, December). Aplicação de Matriz GUT na Priorização de Tarefas no Setor Financeiro de uma Empresa de Bebidas. *Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*. https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09212020_180920_5f69186009ed4.pdf

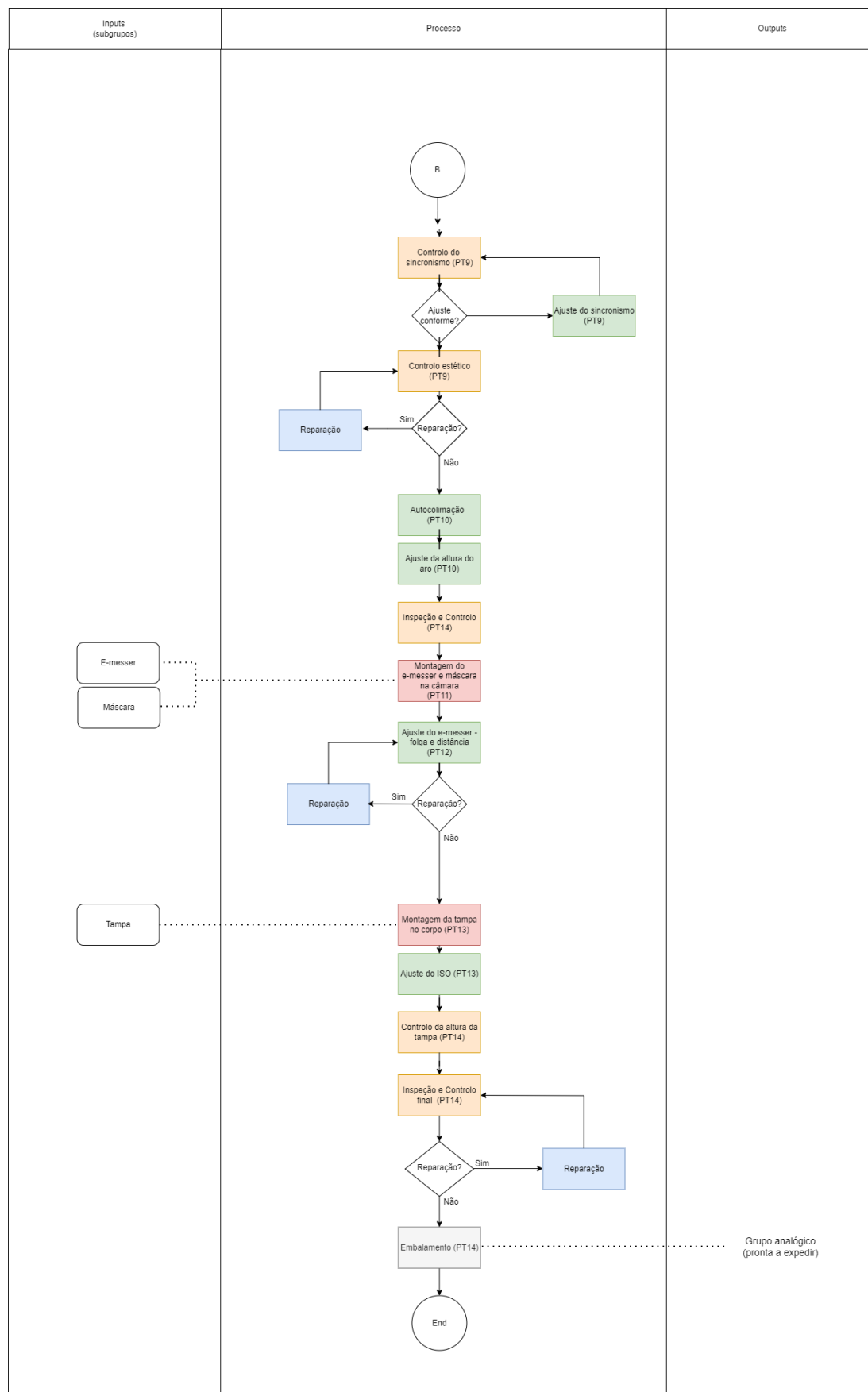
APÊNDICE I – PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO MECANISMO *E-MESSER*



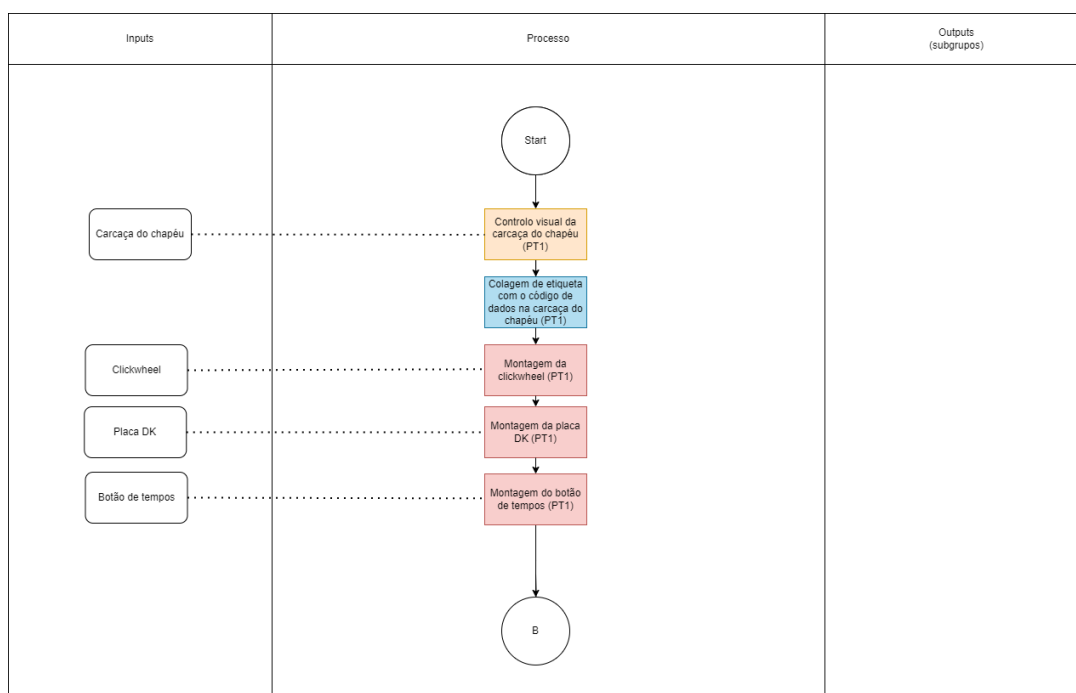
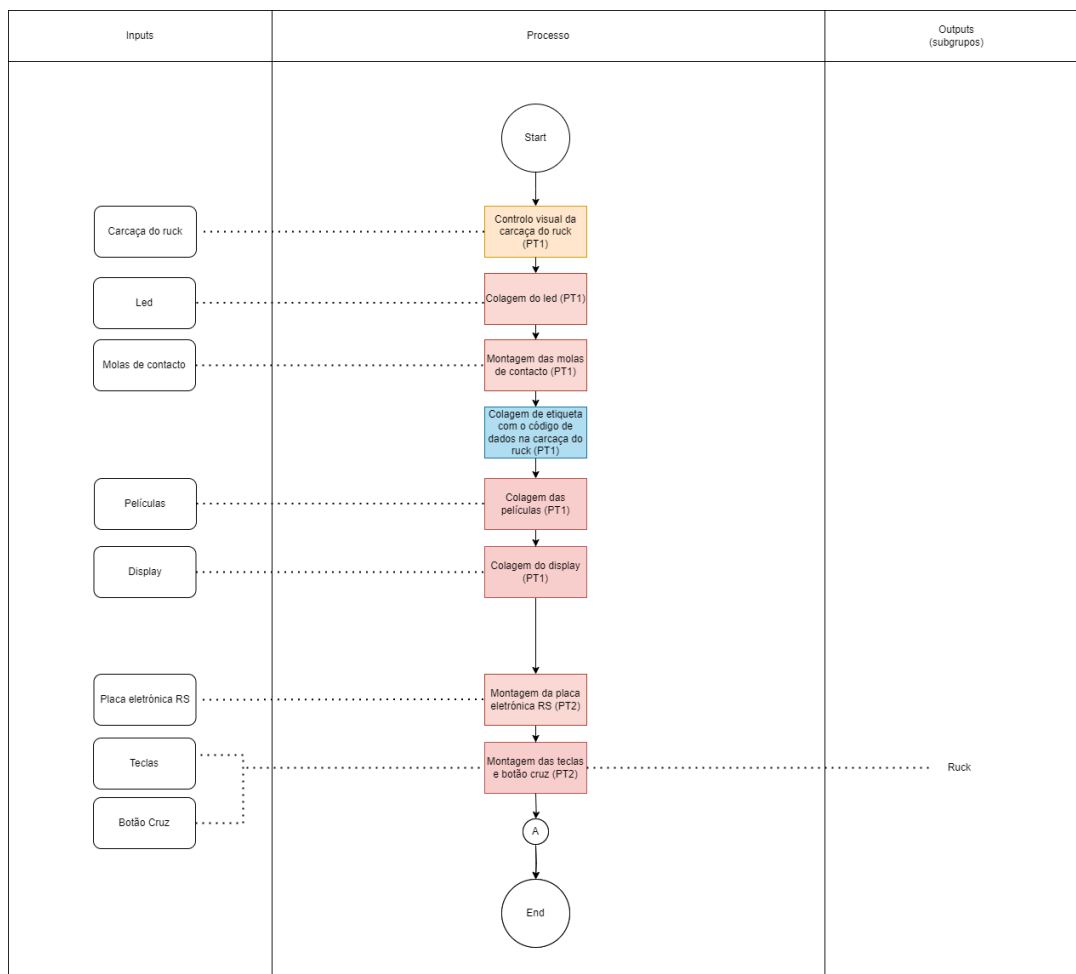
APÊNDICE II – PROCESSO DE MONTAGEM DOS ELEMENTOS DA CÂMARA ANALÓGICA

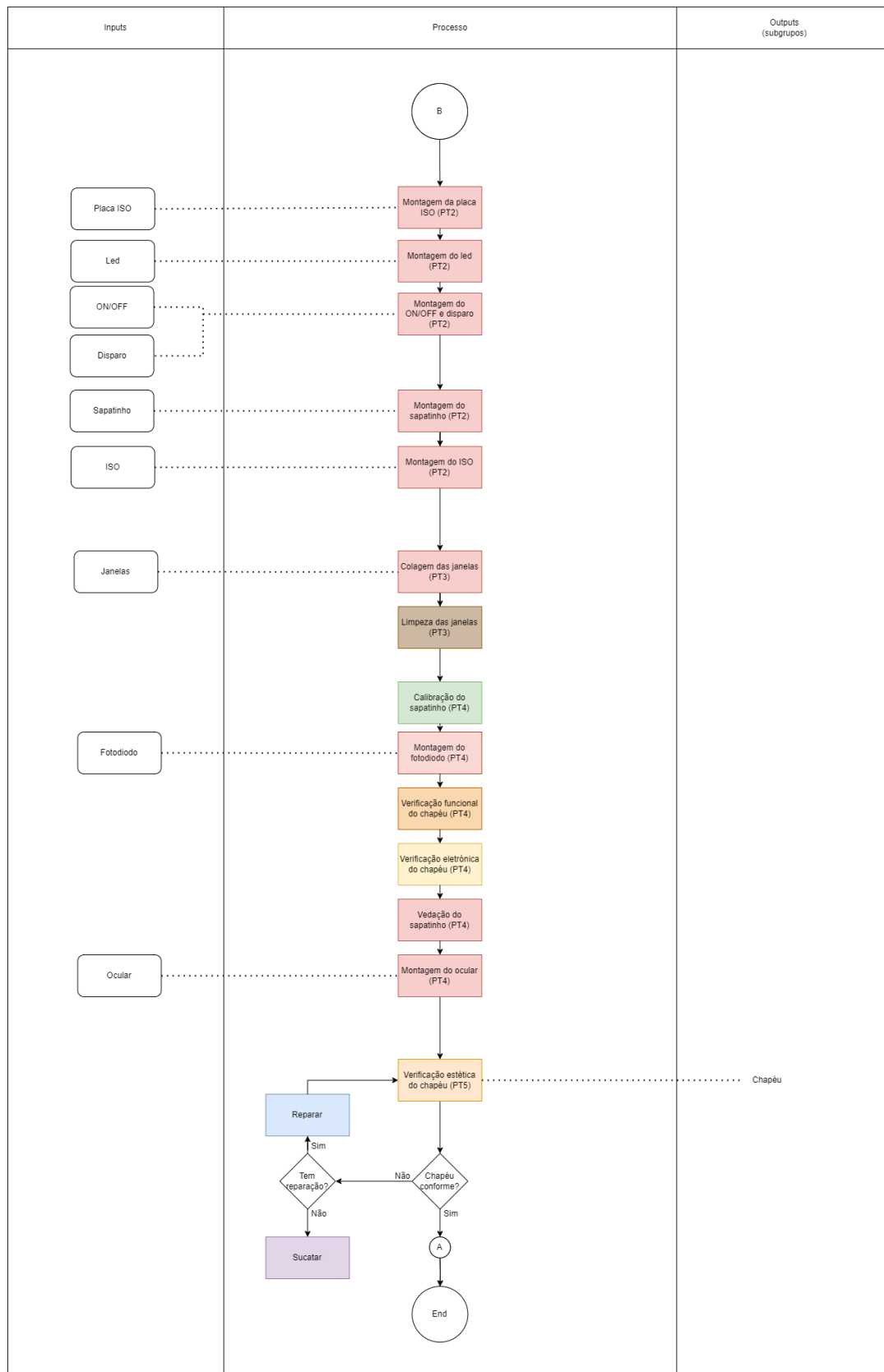


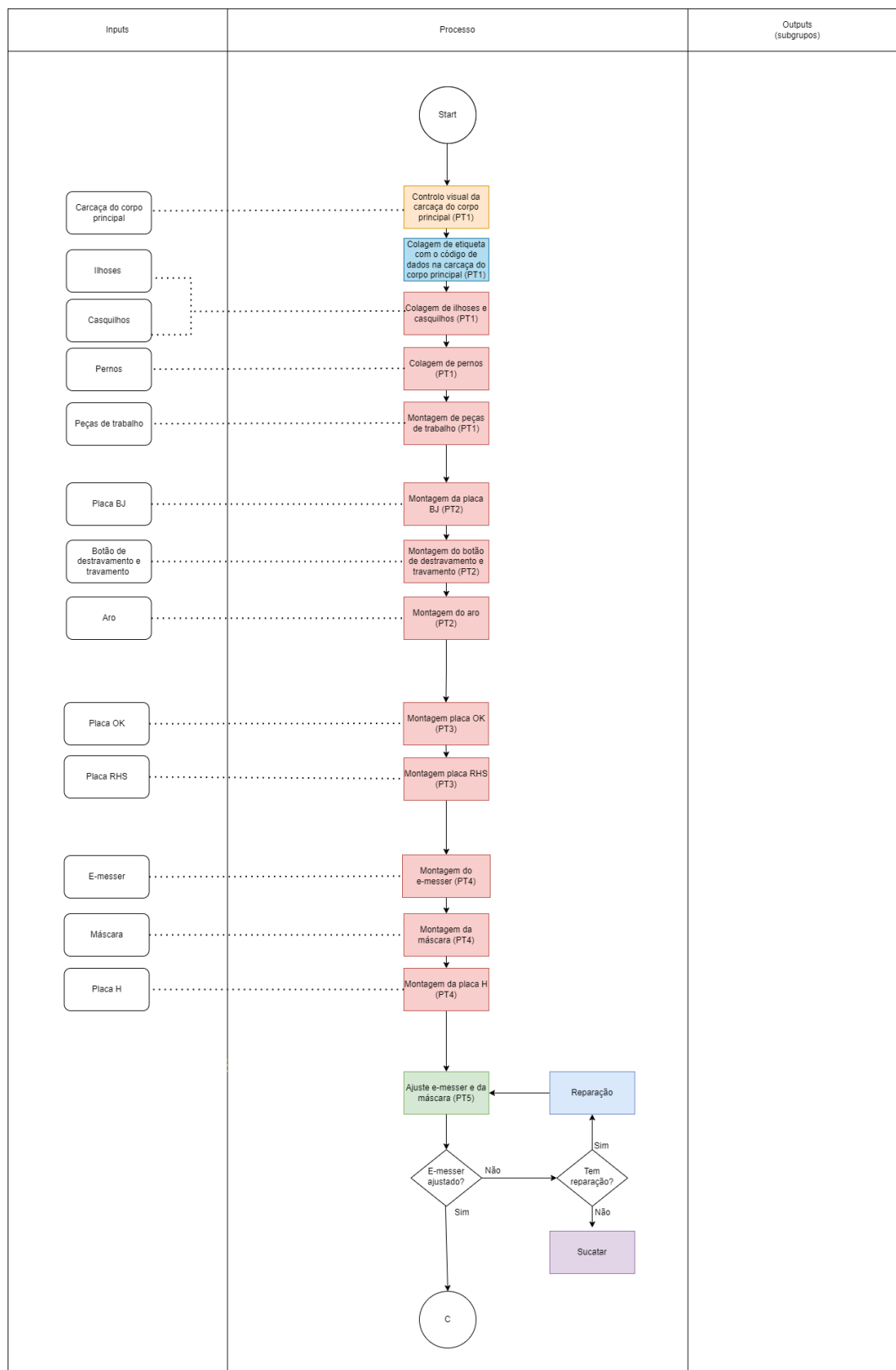


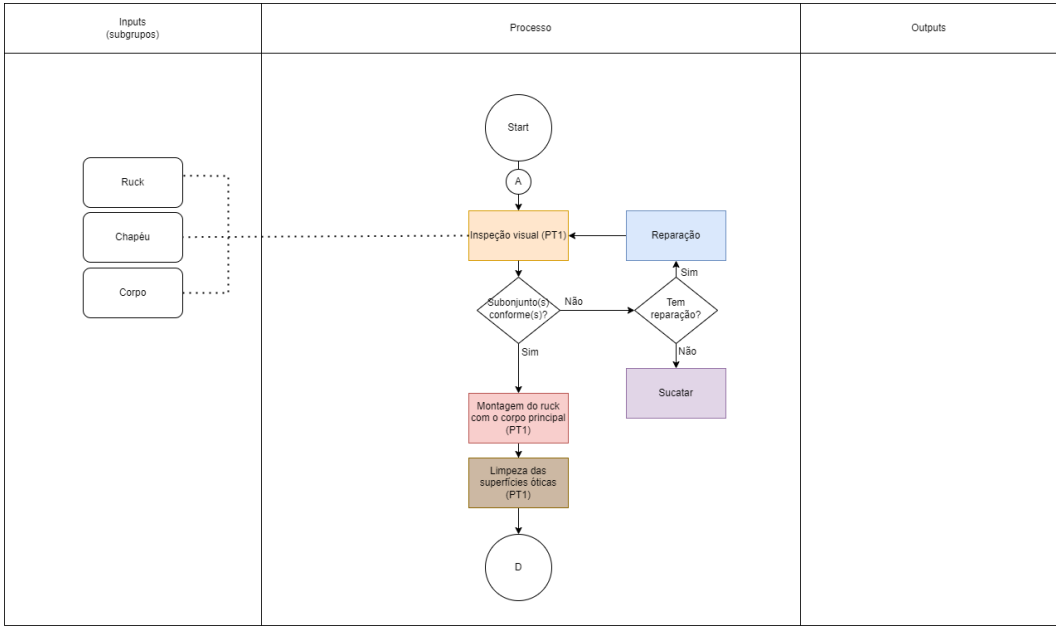
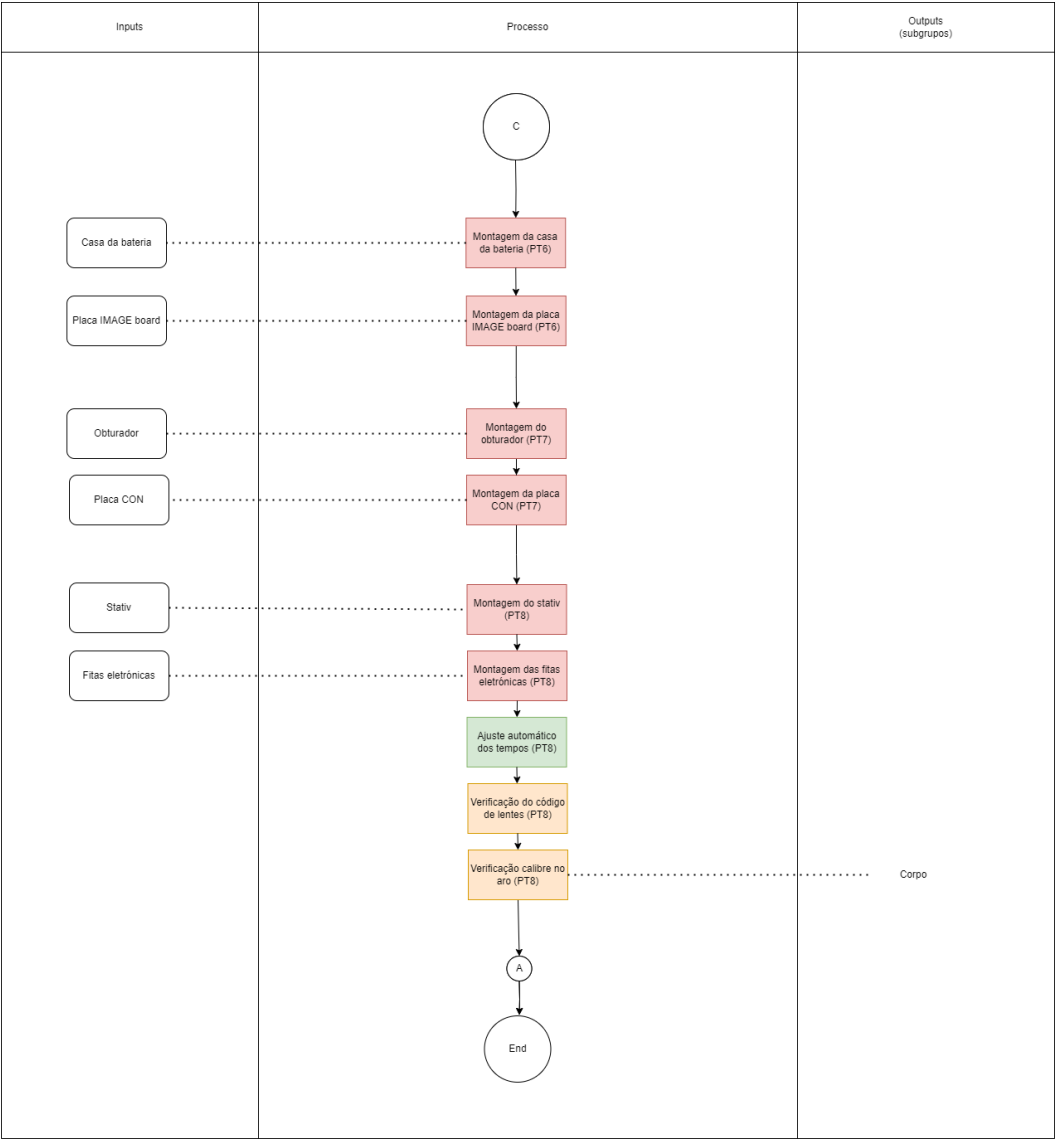


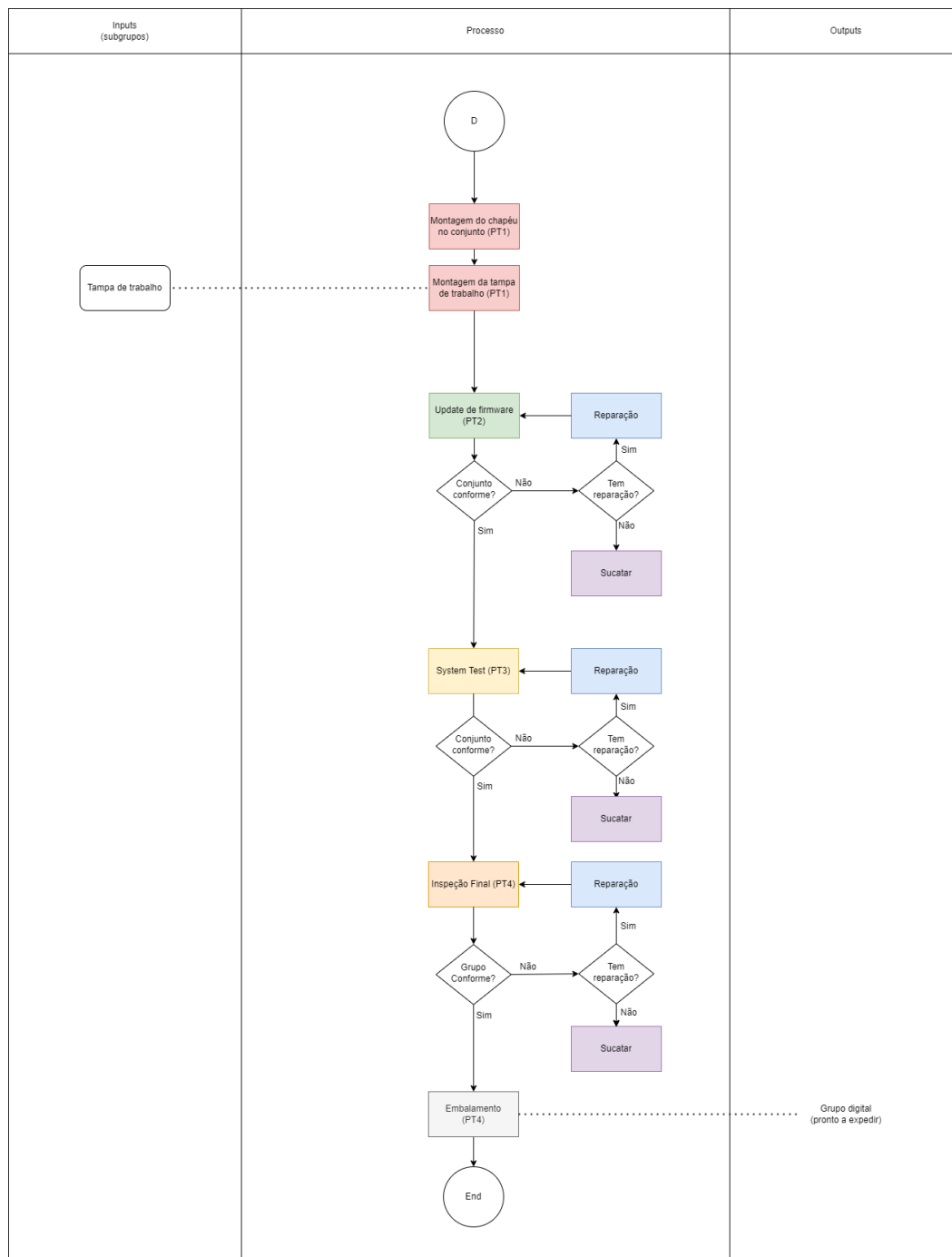
APÊNDICE III – PROCESSO DE MONTAGEM DOS ELEMENTOS DA CÂMARA DIGITAL











APÊNDICE IV – TOP DEFEITOS (IMPACTO DA OCORRÊNCIA): MONTAGEM "CÂMARA ANALÓGICA"

	Data	% acumulada
Tampa Presa	19/03/2023	6,96%
Tampa Presa	26/03/2023	13,92%
Tampa Presa	12/03/2023	19,72%
Tampa Presa	15/01/2023	22,16%
Tampa Presa	05/02/2023	24,25%
Tampa Presa	08/01/2023	26,22%
Tampa Presa	29/01/2023	28,07%
Tampa Presa	22/01/2023	29,81%
Lamelas/Máscaras sujas	08/01/2023	31,55%
Tampa Presa	03/07/2022	32,95%
Tampa Presa	10/07/2022	34,34%
Calibre A,B prende	08/01/2023	35,73%
Tampa Presa	26/06/2022	37,12%
Outros	21/08/2022	38,17%
BVS Mal	08/01/2023	39,10%
Variação de luz (BV)	12/03/2023	40,02%
Tampa Presa	25/12/2022	40,95%
Outros	24/07/2022	41,76%
Limpar Carcaças	09/10/2022	42,58%
Tampa Presa	15/05/2022	43,27%
Tampa Presa	16/10/2022	43,97%
Movimento de armar	06/11/2022	44,66%
Movimento de armar	12/03/2023	45,36%
Movimento de armar	05/02/2023	46,06%
Tampa Presa	22/05/2022	46,75%
Tampa Presa	01/01/2023	47,45%
Variação de luz (BV)	19/03/2023	48,03%
Tampa Presa	08/05/2022	48,61%
Tampa Presa	17/07/2022	49,19%
Movimento de armar	09/10/2022	49,77%
Outros	06/11/2022	50,35%

APÊNDICE V– TOP DEFEITOS (IMPACTO DA OCORRÊNCIA): MONTAGEM "CÂMARA DIGITAL"

	Data	% acumulada
Excesso de massa Clickwheel	30/10/2022	23,43%
Botão de tempos (estético)	04/09/2022	28,26%
Roleta danificado	09/10/2022	31,28%
Roleta danificado	02/10/2022	33,45%
Sapatinho (estético e gravação)	15/05/2022	35,27%
Sapatinho (estético e gravação)	05/03/2023	37,08%
Roleta danificado	24/07/2022	38,53%
Roleta danificado	03/07/2022	39,86%
Aro da Baioneta (riscos, danos, etc)	26/02/2023	41,18%
Outros	10/04/2022	42,39%
Roleta danificado	26/06/2022	43,48%
Roleta danificado	19/06/2022	44,57%
Sapatinho (estético e gravação)	01/05/2022	45,65%
Aro da Baioneta (riscos, danos, etc)	29/05/2022	46,62%
Roleta danificado	29/05/2022	47,58%
Outros	17/04/2022	48,55%
Outros	04/12/2022	49,52%
Janela pequena (riscos, danos, etc)	05/03/2023	50,48%



Metodologia QRQC

Aprovado por:

Data de revisão:

Dados da ocorrência (occurrence data)

Nº ocorrência (occurrence nº)

Produto/Referência (product/reference)

Equipa de trabalho (team definition)

Owner

Problema (problem)

Data de abertura (dia, hora, turno) (open date)

Equipa* (team)

Análise (analysis)

Descrição do problema (problema description)

	É (is)	Não é (is not)
O quê? (what?)		
Porquê? (why?)		
Onde? (where?)		
Quando? (when?)		
Quem? (who?)		
Como? (how?)		
Quanto? (how big?)		

Outros produtos afetados (other products affected):

Ações de contingência (containment actions)

Ações (actions)	Responsável (responsible)

	Ocorrência do problema (problem occurrence)	Não deteção do problema (no prior detection)
Causa potencial (potential cause)		
1º Porquê (1st Why)		
2º Porquê (2nd Why)		
3º Porquê (3rd Why)		
4º Porquê (4th Why)		
5º Porquê (5th Why)		
Causa raiz (root cause)		

Ações corretivas (corrective actions)

	Ações (actions)	Responsável (responsible)	Data prevista (predicted date)	Data efetiva (efetive date)
Ocorrência do problema (problem occurrence)				
Não deteção do problema (no prior detection)				

Verificação (verification)

Padrão de controlo (controlling)

Conclusões (conclusions)

Sugestão: Aspectos chave e recomendações

Aplicabilidade a outros produtos/contextos? (Could be applied to other contexts/products?)

Observações (observations)

Data de fecho do ciclo (closer date)

Felicitação da equipa

**Dados da ocorrência**

Nº ocorrência:

Problema:

Produto/Referência:

Data de abertura (dia, hora, turno):

Equipa de trabalho

Owner:

Equipa:

AnáliseDescrição do problema

	É	Não é
O quê?		
O que é o problema (sintomas, percepção)		
Porquê?		
Porque é um problema		
Onde?		
Localização do problema (produto/componente)		
Quando?		
Quando foi observado pela 1ª vez		
Quem?		
Posto de trabalho que detetou o problema		
Como?		
Como foi detetado o problema		
Quanto?		
Quantidade afetada (nº unidades, %)		

Ações de contingência

Ações	Responsável	Data de aplicação

Análise de causa raizCausas potenciais:

	Ocorrência do problema	Não deteção do problema
Causa potencial		
1ª Porquê		
2ª Porquê		
3ª Porquê		
4ª Porquê		
5ª Porquê		
Causa raiz		

Ações corretivas e preventivas

	Ações	Responsável	Data prevista	Data de aplicação
Corretivas				
Preventivas				

VerificaçãoNotas:**Conclusões**

Sugestão: Aspectos chave e recomendações

Data de fecho (dia, hora, turno):

APÊNDICE VIII – CORRESPONDÊNCIA: PRIORIDADE/ METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Gravidade	Severidade	Detetabilidade	Prioridade	Metodologia
5	2	3	30	Metodologia 8D
5	3	2	30	Metodologia 8D
3	3	3	27	Metodologia QRQC
1	5	5	25	Metodologia QRQC
5	1	5	25	Metodologia 8D
5	5	1	25	Metodologia 8D
2	3	4	24	Metodologia QRQC
2	4	3	24	Metodologia QRQC
3	2	4	24	Metodologia QRQC
3	4	2	24	Metodologia QRQC
4	2	3	24	Processo de Gestão A3
4	3	2	24	Processo de Gestão A3
1	4	5	20	Metodologia QRQC
1	5	4	20	Metodologia QRQC
2	2	5	20	avançar para plano de ação
2	5	2	20	avançar para plano de ação
4	1	5	20	Processo de Gestão A3
4	5	1	20	Processo de Gestão A3
5	2	4	20	Metodologia 8D
5	4	1	20	Metodologia 8D
2	3	3	18	Metodologia QRQC
3	2	3	18	Metodologia QRQC
3	3	2	18	Metodologia QRQC
1	4	4	16	Metodologia QRQC
2	2	4	16	avançar para plano de ação
2	4	2	16	avançar para plano de ação
4	1	4	16	Processo de Gestão A3
4	2	2	16	Processo de Gestão A3
4	4	1	16	Processo de Gestão A3
1	3	5	15	Metodologia QRQC
1	5	3	15	Metodologia QRQC
3	1	5	15	Metodologia QRQC
3	5	1	15	Metodologia QRQC
5	1	3	15	Metodologia 8D
5	3	1	15	Metodologia 8D
1	3	4	12	Metodologia QRQC
1	4	3	12	Metodologia QRQC
2	2	3	12	avançar para plano de ação
2	3	2	12	avançar para plano de ação
3	1	4	12	Metodologia QRQC
3	2	2	12	Metodologia QRQC

Gravidade	Severidade	Detetabilidade	Prioridade	Metodologia
5	5	5	125	Metodologia 8D
4	5	5	100	Metodologia 8D
5	4	5	100	Metodologia 8D
5	5	4	100	Metodologia 8D
4	4	5	80	Metodologia 8D
4	5	4	80	Metodologia 8D
5	4	4	80	Metodologia 8D
3	5	5	75	Processo de Gestão A3
5	3	5	75	Metodologia 8D
5	5	3	75	Metodologia 8D
4	4	4	64	Metodologia 8D
3	4	5	60	Processo de Gestão A3
3	5	4	60	Processo de Gestão A3
4	3	5	60	Processo de Gestão A3
4	5	3	60	Processo de Gestão A3
5	3	4	60	Metodologia 8D
5	4	3	60	Metodologia 8D
2	5	5	50	Metodologia QRQC
5	2	5	50	Metodologia 8D
5	5	2	50	Metodologia 8D
3	4	4	48	Processo de Gestão A3
4	3	4	48	Processo de Gestão A3
4	4	3	48	Processo de Gestão A3
3	3	5	45	Metodologia QRQC
3	5	3	45	Metodologia QRQC
5	3	3	45	Metodologia 8D
2	4	5	40	Metodologia QRQC
2	5	4	40	Metodologia QRQC
4	2	5	40	Processo de Gestão A3
4	5	2	40	Processo de Gestão A3
5	2	4	40	Metodologia 8D
5	4	2	40	Metodologia 8D
3	3	4	36	Metodologia QRQC
3	4	3	36	Metodologia QRQC
4	3	3	36	Processo de Gestão A3
2	4	4	32	Metodologia QRQC
4	2	4	32	Processo de Gestão A3
4	4	2	32	Processo de Gestão A3
2	3	5	30	Metodologia QRQC
2	5	3	30	Metodologia QRQC
3	2	5	30	Metodologia QRQC
3	5	2	30	Metodologia QRQC

Gravidade	Severidade	Detetabilidade	Prioridade	Metodologia
3	4	1	12	Metodologia QRQC
4	1	3	12	Processo de Gestão A3
4	3	1	12	Processo de Gestão A3
1	2	5	10	avançar para plano de ação
1	5	2	10	avançar para plano de ação
2	1	5	10	avançar para plano de ação
2	5	1	10	avançar para plano de ação
5	1	2	10	Metodologia 8D
5	2	1	10	Metodologia 8D
1	3	3	9	Metodologia QRQC
3	1	3	9	Metodologia QRQC
3	3	1	9	Metodologia QRQC
1	2	4	8	avançar para plano de ação
1	4	2	8	avançar para plano de ação
2	1	4	8	avançar para plano de ação
2	2	2	8	avançar para plano de ação
2	4	1	8	avançar para plano de ação
4	1	2	8	Processo de Gestão A3
4	2	1	8	Processo de Gestão A3
1	2	3	6	avançar para plano de ação
1	3	2	6	avançar para plano de ação
2	1	3	6	avançar para plano de ação
2	3	1	6	avançar para plano de ação
3	1	2	6	Metodologia QRQC
3	2	1	6	Metodologia QRQC
1	1	5	5	avançar para plano de ação
1	5	1	5	avançar para plano de ação
5	1	1	5	Metodologia 8D
1	1	4	4	avançar para plano de ação
1	2	2	4	avançar para plano de ação
1	4	1	4	avançar para plano de ação
2	1	2	4	avançar para plano de ação
2	2	1	4	avançar para plano de ação
4	1	1	4	Processo de Gestão A3
1	1	3	3	avançar para plano de ação
1	3	1	3	avançar para plano de ação
3	1	1	3	Metodologia QRQC
1	1	2	2	avançar para plano de ação
1	2	1	2	avançar para plano de ação
2	1	1	2	avançar para plano de ação
1	1	1	1	avançar para plano de ação

APÊNDICE IX – PILOTO DA *FRAMEWORK* DE GESTÃO DE PROBLEMAS


Seleção de Metodologia | Visão Macro da Resolução de Problemas

Objective: Definição do método de resolução e priorização de problemas
Coordenador: _____ **Data Emissão:** _____
Equipa: M Digital **Versão n.º:** 1
Distribuição: _____ **Data Versão:** _____

Problem a	Descrição do problema	Data de abertura	Gravidade	Severidade	Detetabilidade	Prioridade Final	Metodologia	Status	Data de fecho	Report
1	Massa visível no exterior da clickwheel	23/06/2023	4	2	4	32	Metodologia QROC	Fechado	30/06/2023	QROC_MD001
2	Encaixe do sapatinho com movimentos presos	27/06/2023	3	2	2	12	Metodologia QROC	Fechado	05/07/2023	QROC_MD002
3	Falha de aderência de PBR no botão ISSO	26/06/2023	3	4	4	48	Metodologia 8D	Em curso		8D_AderenciaPBR
4	(transposto) Diferença de tonalidade entre os componentes do DK no cromado da cizna	24/07/2022	2	2	2	8	avançar para plano de ação	Em curso		-
5	(transposto) Rejeição interna Elevada taxa de rejeição	29/01/2023	2	2	2	8	avançar para plano de ação	Em curso		-
6	(transposto) Cromagem do aro da baloneta	09/10/2022	2	2	2	8	avançar para plano de ação	Em curso		-

1. Gestão Problemas | 2. Planos de Ações | 3. Arquivo de Lições | Base de Dados | Análises | +


Plano de Ações
IMP-O-57/06

Objective: Status de ações em implementação
Coordenador: _____ **Data Emissão:** _____
Equipa: M Digital **Versão n.º:** _____
Distribuição: _____ **Data Versão:** 27/06/2022

5W					2H				
Problema	Ação N.º	(What?) O quê?	(Why?) Porquê?	(Who?) Quem?	(When?) Data Prevista	(When?) Data de aplicação	(How?) Como?	(How much effect?) Quanto efeito/benefício?	Status
MD001	1	Implementação de planos de auditoria no processo	Correção	Cristina Gonçalves	26/06/2023	26/06/2023			Fechado
MD001	2	Ajuda visual para melhor compreensão da AUI	Correção	Tânia Silva	26/06/2023	26/06/2023			Fechado
MD001	3	Parametriação do processo com zonas de aplicação e quantos de de aplicação	Correção	Tânia Silva	26/06/2023	26/06/2023			Fechado
MD001	4	Matriz Qualificação - formação de tarefa	Prevenção	André Ferreira	26/06/2023	26/06/2023			Fechado
MD001	5	Validação da 11 peça OK de série para Qualidade	Prevenção	Cristina Gonçalves	26/06/2023	26/06/2023			Fechado
MD001	6	Alerta de Qualidade	Prevenção	Cristina Gonçalves	26/06/2023	26/06/2023			Fechado
MD002	7	Incluir cota no plano de controlo	Correção	Ana Martins	27/06/2023	26/06/2023			Em Curso
MD002	8	Validação - Secção Mecânica	Prevenção	João Paulo Amorim	27/06/2023				Em Curso

1. Gestão Problemas | 2. Planos de Ações | 3. Arquivo de Lições | Base de Dados | Análises | +


Arquivo de Lições

Objective: Conclusões a reter sobre os problemas fechados
Coordenador: _____ **Data Emissão:** _____
Equipa: M Digital **Versão n.º:** _____
Distribuição: _____ **Data Versão:** _____

Problema	Produto/Referência	Aspetos Chave	Recomendações	Propostas de melhoria
MD001	Clickwheel (420.400-238.000)			Ações mais robustas a o nível da formação e validação do processo; Checklist para validação de formação (documento standard);
MD002	Sapatinho (420-414.243-006; 420-411.243-006)		Ações tomadas não impedem reincidência. No caso de reincidência, atacar o tema.	

1. Gestão Problemas | 2. Planos de Ações | 3. Arquivo de Lições | Base de Dados | Análises | +

APÊNDICE X – CRONOGRAMA DO PROJETO

Atividades	Semana																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Integração e formação interna na empresa																									
Análise e estudo de metodologias de resolução de problemas																									
Esboço de procedimentos para implementação da metodologia QRQC																									
Esboço de impressos para implementação da metodologia QRQC																									
Preparação de um módulo de apresentação da metodologia																									
Elaboração de métodos de implementação do projeto																									
Formação à equipe de teste do projeto																									
Implementação do projeto na linha piloto																									
Análise dos resultados obtidos com o projeto piloto																									
Revisão dos procedimentos e impressos esboçados																									
Aprovação dos procedimentos e impressos																									
Proposta de transversalização do projeto																									
Proposta de melhoria contínua																									
Escrita da dissertação																									
Revisão Literária																									
Apresentação da Empresa																									
Contextualização do Problema e Análise do Inicial																									
Apresentação da proposta																									
Análise e Discussão dos Resultados																									
Considerações Finais																									
Outros (Introdução, Conclusão, Trabalhos Futuros, ...)																									

*semana 1 corresponde a 13/02/2023- 17/02/2023

APÊNDICE XI – IMPRESSOS QRQC ARQUIVADOS

Impresso QRQC

Código

1 de 1

Dados da ocorrência

Nº impresso: **MD002**

Produto/Referência: **420-414.243-006; 420-411.243-006**

Problema: **Encaixe do sapatinho com movimentos presos**

Problema recorrente? Sim ☒ Não ☐

Data de abertura (dia, hora, turno): **27/06/2023, 11:00h**

Equipa de trabalho

Owner: **Cristina Gonçalves**

Equipa: **Cristina Gonçalves; Tânia Silva; Irene Freitas; André Ferreira; André Sousa; Adérito Pereira**

Análise
Descrição do problema

	É	Não é
O quê? O que é o problema (sintomas, percepção)	Movimentos presos + Encaixe da mola	Processo de montagem
Porquê? Porque é um problema	Afeta funcionalidade (requisitos EVF, calibre)	
Onde? Localização do problema (produto/componente)	Sapatinho preto Sapatinho cinza	Mola Placa ISO
Quando? Quando foi observado pela 1ª vez	26/06/2023	
Quem? Posto de trabalho que detetou o problema	MD37 (Inspeção Chapéu)	
Como? Como foi detetado o problema	C. Visual (Mola) + C. Funcional (Calibre)	
Quanto? Quantidade afetada (nº unidades, %)	100% (fornecimento YSIUM)	fornecimento Kristal Tech

Ações de contingência

Nº		Responsável	Data de implementação	Data de fecho
1	Triagem com calibre em peças críticas – Linha M Digital	André Ferreira	27/06/2023	
2	Triagem crítica - Controlo de Entrada	João Paulo Amorim	27/06/2023	
3	Triagem crítica - Secção Mecânica	João Paulo Amorim	27/06/2023	
4	Triagem 100% (controlo visual), máquinas embaladas – Linha M Digital	Irene Freitas	27/06/2023	

Análise de causa raiz
Causas potenciais:
Deformação no sapatinho (desvio dimensional)

Análise de causa raiz – 5 WHYS

Causa potencial	Ocorrência do problema	Não deteção do problema
Deformação no sapatinho		
1º Porquê	Erro de fresagem (Fornecedor)	
2º Porquê		
3º Porquê		
4º Porquê		
5º Porquê		
Causa raiz		

Ações corretivas e preventivas

	Nº		Responsável	Data prevista de implementação	Data de implementação	Data de fecho
Corretivas						
Preventivas	1	Incluir cota no plano de controlo	Ana Martins	27/06/2023	27/06/2023	29/06/2023
	2	Validação - Secção Mecânica	Ricardo Seara	27/06/2023	27/06/2023	05/07/2023

Verificação

Amostragem: 100%

Legenda: Quantidade verificada – azul; Quantidade produzida não conforme – vermelho;

Observações:
Sinalização do material retrabalhado na Secção Mecânica (?): não executado

Conclusão
Sugestão: Aspectos chave, recomendações e propostas de melhoria
Retrabalho a decorrer na YSIUM à data de fecho:
- Necessidade de validação do 1º lote;
- Envio de feedback sobre o 1º lote: Controlo de Entrada -> Qualidade M Digital;

Data de fecho (dia, hora, turno): **05/07/2023**



Dados da ocorrência

Nº impresso: MD004

Produto/Referência: 420-411.100-000

Problema: Rejeição interna ruck | Ausência de janelas em ruck's

Problema recorrente? Sim ☐ Não ☒

Data de abertura (dia, hora, turno): 19/07/2023

Equipa de trabalho

Owner: C. Gonçalves

Equipa: C. Gonçalves; T. Silva; A. Ferreira; A. Sousa

Análise

Descrição do problema

	É	Não é
O quê? O que é o problema (sintomas, percepção)	Ausência de janelas em ruck's	Ausência de luz no led
Porquê? Porque é um problema	Não cumpre requisitos estéticos	
Onde? Localização do problema (produto/componente)	Ruck (tampa traseira)	
Quando? Quando foi observado pela 1ª vez	CW28	
Quem? Posto de trabalho que detetou o problema	Inspeção Final (MD13)	
Como? Como foi detetado o problema	Inspeção visual	
Quanto? Quantidade afetada (nº unidades, %)	7 unidades (7/8 unidades da caixa)	8/8 unidades da caixa

Ações de contingência

Nº		Responsável	Data de implementação	Data de fecho
1	Triagem (a 100%) - Linha M Digital	Débora	18/07/2023	18/07/2023

Análise de causa raiz

Causas potenciais:

- Incumprimento do fluxo de montagem;
- Perda de concentração do operador;

Análise de causa raiz - 5 WHYS

	Ocorrência do problema			
Causa potencial	Incumprimento do fluxo de montagem	Perda de concentração do operador		
1º Porquê	Caixa avançou o posto de trabalho	Movimentação para fora do posto de trabalho		
2º Porquê				
3º Porquê				
4º Porquê				
5º Porquê				
Causa raiz		Movimentação para fora do posto de trabalho		

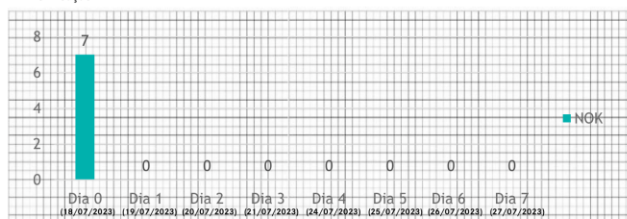
Não deteção do problema

Fluxo de caixas indefinido	
Fluxo de caixas indefinido	

Ações corretivas e preventivas

	Nº		Responsável	Data prevista de implementação	Data de implementação	Data de fecho
Corretivas						
Preventivas	1	Definição + Implementação de gestão visual para o controlo do fluxo de caixas	T. Silva	27/07/2023	27/07/2023	-
	2	Análise transversal do fluxo de entrada de material a cada posto da linha	T. Silva	27/07/2023	-	-

Verificação



Observações:

Conclusão

Sugestão: Aspectos chave, recomendações e propostas de melhoria

Ciclo fechado, por consequência dos dados de monitorização (inexistência de reincidência). As ações preventivas não foram fechadas, à data do fecho do ciclo.

Realizado: Definição de gestão visual para controlo do fluxo de caixas;
Em falta: Implementação de gestão visual para controlo do fluxo de caixas;
Análise transversal do fluxo de entrada de material a cada posto da linha;

Data para fim de implementação: 15/09/2023

Legenda: Quantidade verificada - azul; Quantidade produzida não conforme - vermelho;

Data de fecho (dia, hora, turno): 28/07/2023

ANEXO I – ORGANOGRAMA GERAL

