Aplicação de ferramentas ligadas à Gestão da Qualidade Total numa Indústria Metalomecânica

Rui Manuel da Fonseca Oliveira

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José António Barros Basto

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

2022-07-11

À minha família e aos meus amigos.

Resumo

Este projeto, ligado à Gestão da Qualidade Total, desenvolveu-se em parceria entre a empresa X e o Kaizen Institute. Esta empresa, dedica-se à indústria metalomecânica, fulcral para a economia portuguesa. É também uma das indústrias que mais exporta em Portugal.

A empresa X caracterizava-se por ter um elevado número de não conformidades que eram geradas ao longo de todo o seu processo produtivo, e, consequentemente, elevados custos de não qualidade. Além disto, esta não dispunha de meios de autocontrolo de qualidade, que por um lado, permitissem reduzir o número de defeitos e por outro, auxiliassem a que estes fossem detetados o mais cedo possível, quando gerados, não os deixando avançar ao longo do processo produtivo e não chegar ao cliente final.

Com o intuito de aferir a situação atual da empresa X, foi criado um *dashboard*, que por um lado permitiu averiguar quais as não conformidades mais prejudiciais para a empresa X e, por outro, facilitou a monitorização dos resultados ao longo deste projeto.

Uma das soluções aventadas para ultrapassar o problema acima descrito, passou pela criação de um círculo da qualidade, onde a equipa se reunia, com a finalidade de resolver problemas, de forma estruturada, relativos a não conformidades.

As outras soluções mapeadas resumiam-se à criação de meios que, por um lado auxiliassem os operadores a não gerar defeitos, e por outro os ajudassem a detetá-los o mais rapidamente possível, não deixando que estes avançassem no processo produtivo. Uma grande parte destas soluções foram a criação e implementação de *standards*, tais como *One-Point-Lessons*, Instruções de Trabalho e *Checklists*.

Os resultados obtidos são prometedores. Apesar de se ter registado um aumento no número de não conformidades, o que já era expectável devido à maior consciencialização por parte dos trabalhadores em as detetar, os custos de não qualidade reduziram consideravelmente.

Application of Total Quality Management tools in a Metalworking Industry

Abstract

This project, related to Total Quality Management, was developed in a partnership between enterprise X and Kaizen Institute. This company operates in the metalworking industry, which is very important for the Portuguese economy. It is one of the industries that most exports in Portugal.

Company X characterized itself for having a high number of non-conformities that were generated along the whole productive process, and consequently, high non-quality costs. Furthermore, this company did not have self-control tools, that, on one hand, would help the operators not to generate defects and, on the other hand, would help them to detect defects as soon as possible. This way, non-conformities could cross the whole productive process without being detected, and in some cases, reach the final customer.

With the goal of characterizing the initial situation of company X, a dashboard was created. This allowed the team, involved in this project, to analyze which non-conformities were more harmful for company X. On the other hand, this dashboard also serves as a tool to monitor the results during this project.

One of the solutions created in order to surpass the described problem, was the implementation of a quality circle, where the team could discuss in a structured way, problems related to existing non-conformities.

The other solutions invented were the creation of tools that helped the operators not to produce defects and to detect them as soon as possible when created. A big part of this solutions were the creation and implementation of One-Point-Lessons, Job Standards and Checklist.

The results obtained are very promising. Although, the number of non-conformities increased, which was already expected due to the fact that the employees were more aware of detecting them, the non-quality costs reduced considerably.

Agradecimentos

A presente dissertação é o resultado de 5 anos de muito trabalho, que marcaram a minha vida pela positiva. Detenho memórias que acompanharão o resto da minha vida.

Agradeço ao meu orientador no Kaizen Institute, Engenheiro Pedro Peixoto, pela aprendizagem e motivação passada ao longo dos últimos 5 meses.

Agradeço a toda a minha equipa no Kaizen Institute pela disponibilidade que mostrou em ajudar-me no que fosse necessário, com especial destaque para o José Freitas e Francisco Chaves.

Agradeço ao professor José António Barros Basto pelo apoio e orientação prestada no decorrer da elaboração da dissertação.

Agradeço a todos os meus amigos por todo o apoio que me dão e pelos momentos excecionais que me proporcionam.

Agradeço a minha irmã, Ana, por todo o apoio que me dá.

À Leonor, agradeço, não apenas os momentos de felicidade que me proporciona, mas também por ter sempre as palavras certas nos momentos menos bons.

Por fim, agradeço aos meus pais por todo o suporte incondicional, lições prestadas e à ajuda que me deram, não só, nos anos em que passei pela FEUP, mas desde o dia em que nasci.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Enquadramento do projeto e motivação 1
1.2 O Kaizen Institute Consulting Group 1
1.3 A empresa X 2
1.4 Indústria Metalomecânica em Portugal 2
1.5 Objetivos do projeto 3
1.6 Método seguido no projeto 3
1.7 Estrutura da dissertação 4

2 Estado da Arte no âmbito da Gestão da Qualidade Total 6
2.1 Filosofia Kaizen 6
2.1.1 Criação de valor para o Cliente 6
2.1.2 Criação de fluxo, eliminando desperdícios 6
2.1.3 Ir ao *Gemba* 7
2.1.4 Envolvimento das Pessoas 7
2.1.5 Ser Transparente 7
2.2 Kaizen Business System 8
2.3 Gestão da Qualidade Total 9
2.3.1 Standards 10
2.3.2 3C 11
2.3.3 Kobetsu Kaizen 12
2.3.4 Diagrama de Espinha de Peixe 12
2.3.5 Auto-Qualidade 13
2.4 Círculo da Qualidade 14

3 Situação Inicial 15
3.1 Processo Produtivo 15
3.2 Descrição do Problema 16
3.2.1 Dashboard 17
3.2.2 Análise das Não Conformidades 18
3.2.3 Matriz de Auto-Qualidade 22
3.3 Síntese do Problema 24

4 Desenho de Soluções e Implementação 25
4.1 Meios para não passar e gerar Defeitos 25
4.1.1 Balanças 25
4.1.2 Quinagem 26
4.1.3 Matéria-Prima 28
4.1.4 Gamas de Autocontrolo 29
4.1.5 Subcontratos 29
4.1.6 Rebarbas 31
4.1.7 Soldadura 31
4.1.8 Embalagem 32
4.1.9 Pontos de Uso dos Standards 33
4.1.10 Plano de Implementação dos Standards 35
4.2 Círculo da Qualidade 36
4.2.1 3C – Peças Quinadas ao Contrário Cliente Z 38
4.2.2 3C- Peças em falta – Cliente W 39
4.2.3 3C- Produção de Peças com a Espessura Errada 40
4.3 Formação em fundamentos básicos de Gestão da Qualidade Total 41

4.4 Resultados 42
5 Conclusão e Trabalhos Futuros 45
Referências 48
ANEXO A: *Template* de um 3C (Retirado de Kaizen, 2020) 50
ANEXO B: *Template* de um Quadro *Kobetsu Kaizen* (Retirado de Kaizen, 2020) 51

Siglas

KBS - *Kaizen Business System*

GQT - Gestão da Qualidade Total

NC - Não Conformidade

VSM - *Value Stream Mapping*

OPL - *One Point Lesson*

PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

PPM - Partes por Milhão

QCD – *Quality, Cost, Delivery*

SDCA - *Standardize, Do, Check, Act*

SKU – *Stock Keeping Unit*

3C - *Case, Cause, Countermeasure, Check*

Índice de Figuras

Figura 1 - Presença do Kaizen Institute no Mundo (Retirado de Kaizen, 2022a) 1
Figura 2 - Análise setorial da Indústria Metalomecânica (Retirado de Banco de Portugal, 2021) 2
Figura 3 - Cronograma do Projeto 4
Figura 4 - Kaizen Business System (Retirado de Kaizen, 2022c) 8
Figura 5 - Evolução dos Custos de Não Qualidade (Retirado de Kaizen, 2020) 9
Figura 6 - 5 níveis de GQT no KBS (Retirado de Kaizen, 2020) 10
Figura 7 - Ciclo PDCA e SDCA (Retirado de Sokovic et al, 2010) 11
Figura 8 - Diagrama de Ishikawa (Retirado de Kaizen, 2020) 13
Figura 9 - Matriz de Auto-Qualidade (Retirado de Kaizen, 2020) 14
Figura 10 - Possíveis Roteiros após o Corte Laser 2D 16
Figura 11 - Versão Simplificada do VSM 16
Figura 12 - Diagrama de Relações entre Tabelas 18
Figura 13 - Gráfico de Pareto das Não Conformidades 19
Figura 14 - Gráfico de Barras das Não Conformidades de Quinagem 20
Figura 15 - Matriz de Auto-Qualidade 23
Figura 16 - Matriz de Prioridades 27
Figura 17 - Esboço de um Risco Vertical num Lote de Chapas 28
Figura 18 - Pontos da Checklist de Inspeção Final 33
Figura 19 - Exemplo de um “Porta Documentos” (Retirado de Papelar, 2022) 33
Figura 20 - Standards cujos Team Leaders tinham de dar formar aos seus Operadores 35
Figura 21 - Critérios para priorizar uma NC 36
Figura 22 - Agenda do Círculo da Qualidade 37
Figura 23 - Diagrama de Ishikawa para Peças Quinadas ao Contrário 38
Figura 24 - Diagrama de Ishikawa de Peças em Falta 40
Figura 25 - Diagrama de Ishikawa da Não Conformidade de Peças produzidas com a Espessura Errada 41
Figura 26 - Iceberg da Não Qualidade (Retirado de Kaizen, 2020) 42
Figura 27 - Evolução Custos de Não Qualidade 43
Figura 28 - Evolução Número de Não Conformidades em PPM 43

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Principais Tipos de Não Conformidades da Categoria "Outros"……...……... 20
Tabela 2 - Exemplo da Alteração do Código do Artigo…….…….…… 21
Tabela 3 - Possíveis Operações após deteção de uma Peça com Rebarba……...…31

1 Introdução

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A presente dissertação, desenvolvida no Kaizen Institute Consulting Group, demonstra a implementação de metodologias *Kaizen*, ligadas à Gestão da Qualidade Total num projeto que se desenrolou numa empresa que se dedica à indústria metalomecânica. Esta, denominada daqui em diante por empresa X caracterizava-se por ter elevadas não conformidades ao longo de todo o seu processo produtivo e consequentemente, elevados custos de não qualidade. Por outro lado, a empresa X não possuía meios de autocontrolo de qualidade que impedissem que as não conformidades avançassem ao longo de todo o processo, chegando até, em alguns casos, ao cliente final. O presente projeto tem como principal finalidade melhorar as adversidades apresentadas.

1.2 O Kaizen Institute Consulting Group

O Kaizen Institute é uma empresa que presta serviços de consultoria baseados na metodologia *Kaizen* em diversos setores e indústrias. Tem como foco o desenho e implementação de soluções, baseada na melhoria contínua de forma sustentada. Esta instituição está sediada na Suíça, na comuna de Zug e opera em seis continentes distintos, em mais de 60 países diferentes.

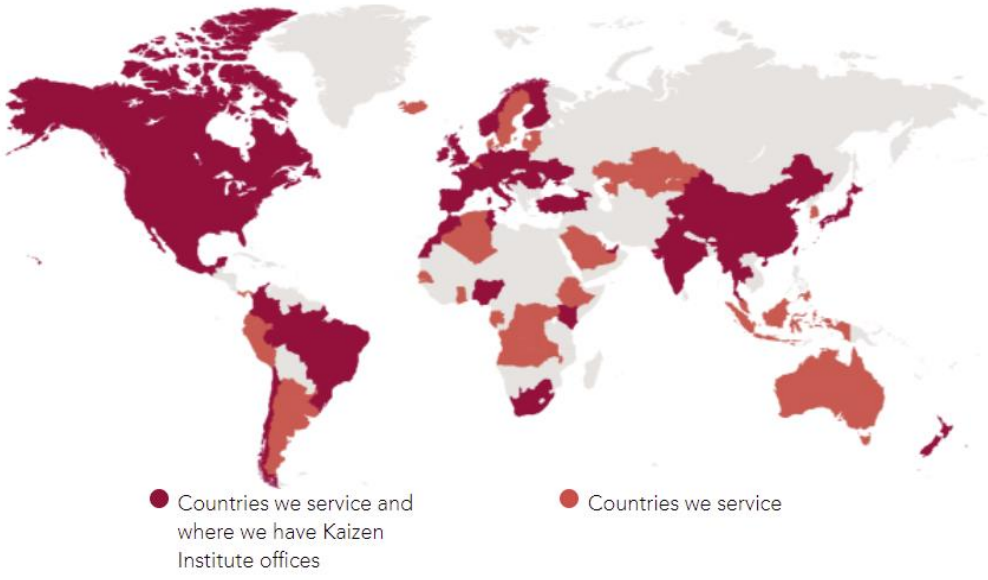


Figura 1 - Presença do Kaizen Institute no Mundo (Retirado de Kaizen, 2022a)

Foi fundada em 1985 pelo japonês Maasaki Imai, também conhecido como o pai da melhoria contínua, num cenário de pós Segunda Guerra Mundial, onde a indústria e a economia japonesa passavam por grandes dificuldades (Kaizen, 2022a).

Kaizen é a junção de duas palavras japonesas, *Kai* e *Zen*, cuja tradução para a língua portuguesa é "mudar para melhor". A missão desta empresa traduz-se no significado destes dois vocábulos: Mudar para Melhor. Esta metodologia foi apresentada pela primeira vez ao mundo através do livro KAIZEN™, escrito por Maasaki Imai nos anos 80. Desde então, tem-se desenvolvido de forma gradual (Kaizen, 2022a).

A estratégia *Kaizen* foca-se principalmente na melhoria de três principais pilares: qualidade, custo e entrega. A qualidade foca-se tanto na qualidade do produto acabado ou serviços prestados, mas também na qualidade de todos os processos que conduzem à produção de tal produto ou serviço. Já o custo, refere-se ao gasto de desenhar, produzir, vender e servir o produto ou serviço. Por fim, a entrega refere-se à entrega do produto ou serviço à hora exata. O objetivo de satisfazer os clientes apenas é cumprido, quando estas três condições forem alcançadas (Imai, 2012).

1.3 A empresa X

A empresa X dedica-se à indústria metalomecânica. Presta um serviço personalizado ao cliente e desenvolve todo o trabalho desde o projeto inicial até ao produto final. Possui um leque variado de clientes sendo estes, tanto nacionais como internacionais. Dispõe de meios para efetuar operações tais como, corte a laser para chapas e tubos, quinagem, dobragem de tubos, soldadura, entre outros.

1.4 Indústria Metalomecânica em Portugal

A indústria metalomecânica é uma das que mais exporta em Portugal, sendo esta fulcral para a economia portuguesa. Toda a transformação de metal em objetos é da responsabilidade desta indústria (Santos, 2020).

Segundo a Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal, esta indústria representava 14% do Produto Interno Bruto no ano de 2018.

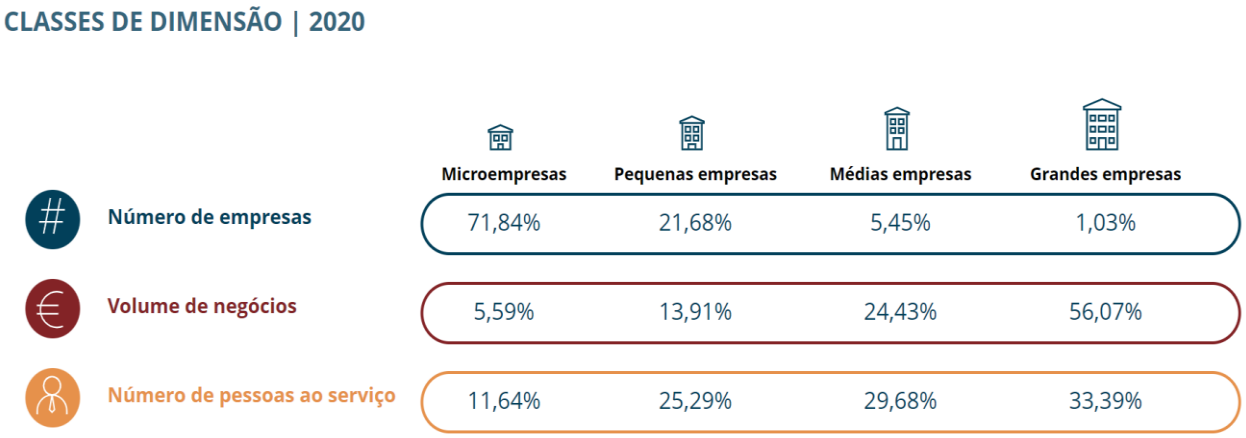


Figura 2 - Análise setorial da Indústria Metalomecânica (Retirado de Banco de Portugal, 2021)

Observando a figura 2, no ano de 2020 e segundo dados do Banco de Portugal, existiam 10 380 empresas neste setor, sendo 71,84% microempresas e apenas 1,03% grandes companhias.

Desde 2014 que o número de empresas neste setor tem vindo a aumentar substancialmente, abrandando apenas no ano de 2020, o que pode ser explicado pela pandemia de covid-19.

Relativamente ao volume de negócios, este equivalia a 24 331 milhões de euros em 2020. Comparado com o ano de 2010, o volume de negócios aumentou 4 600,8 milhões de euros. No entanto, há, mais uma vez, que ter em conta a pandemia de covid-19 que afetou o mundo inteiro no ano de 2020. Se este aumento for calculado tendo por base o ano pré-pandemia, 2019, e não 2020, então o aumento no volume de negócios relativamente a 2010 é de 7893,1 milhões de euros. De referir que neste mesmo ano, existiam 188 675 pessoas ao serviço desta indústria.

1.5 Objetivos do projeto

O presente projeto, desenvolvido no âmbito da dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão e Industrial, tem como principal objetivo reduzir o número de não-conformidades e os respetivos custos de não qualidade da empresa X. Para tal, aplicaram-se metodologias e ferramentas que serão descritas no estado da arte, segundo capítulo da presente dissertação.

Numa fase inicial do projeto, foi feita uma análise da situação inicial. Dessa análise concluiu-se que, a empresa X apresentava bastantes falhas no seu sistema de qualidade. Como já referido, esta detinha um valor elevado de não conformidades e, como resultado disso, elevados custos de não qualidade. Além de mais, esta não possuía ferramentas de autocontrolo de qualidade, que permitissem a rápida deteção dos defeitos assim que gerados.

Em colaboração com o Kaizen Institute, estabeleceram-se os objetivos de reduzir os custos de não qualidade e o número de não conformidades em 20% relativamente ao valor antes do projeto. Tais objetivos serão alcançados a partir da implementação de um círculo da qualidade e diversas ferramentas que, por um lado, evitam a geração de defeitos, mas também permitem a sua rápida deteção, não deixando que estes avancem ao longo do processo produtivo. Estas soluções irão ser descritas com maior detalhe no capítulo 4 da presente dissertação. De forma a que todos os indicadores relativos a este tema possam ser monitorizados em tempo real e sejam transparentes a todos os envolvidos, foi também construído um *dashboard* no *software Power BI.*

1.6 Método seguido no projeto

Este projeto desenvolvido entre o Kaizen Institute e a Empresa X teve a duração de 4 meses e meio. Durante este período, realizaram-se uma serie de *workshops* com as pessoas envolvidas no projeto, nomeadamente o diretor de produção, o engenheiro de melhoria contínua, funcionários pertencentes ao departamento de qualidade e desenho técnico e ainda os *team leaders* do Corte Laser 2D, quinadeiras, serralharia, subcontratos e embalagem. Na figura 3 encontra-se o cronograma do projeto.

Inicialmente, no final do mês de março, foi definido qual o problema que a empresa X enfrentava e, em seguida foram estudadas as ferramentas ligadas à Gestão da Qualidade Total, que podiam resolver esses problemas.

Durante o mês de abril, foi, a partir dos dados fornecidos, construído um *dashboard* com auxílio do *software Power BI* que, por um lado, permitia à equipa monitorizar a evolução do projeto, e por outro, auxiliava na análise da situação atual que se iniciou no final do mês de abril.

Na última semana do mês de abril até meados de maio, procedeu-se então à análise da situação atual, mais precisamente à identificação de falhas no sistema de qualidade da empresa X. Em paralelo, foram feitas análises aos dados referentes às não conformidades e foram elaborados *workshops* com toda a equipa envolvida no projeto, com o intuito de por um lado, discutir as causas raiz das não conformidades e por outro, mapear uma matriz de Auto-Qualidade.

Em meados de maio, deu-se então início ao desenho de soluções. Foi desde logo contruído um círculo de qualidade no chão de fábrica da empresa X. Simultaneamente, foram também desenhadas um conjunto de ferramentas de autocontrolo. Por fim, foi dado acompanhamento às três primeiras resoluções estruturadas de problemas no círculo da qualidade.

Mês	Março				Abril				Maio				Junho				
Semana do Mês	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
1.Definição do Problema																	
2.Estado de Arte																	
3.Construção Dashboard																	
4.Identificação Falhas no Sistema de Qualidade																	
4.1 Auto-Qualidade																	
4.2 Análise Processo Atual																	
5. Desenho de Soluções																	
5.1 Círculo da Qualidade																	
5.2 Processos de Auto Controlo																	
5.3 Círculo da Qualidade 1º 3C																	
5.4 Círculo da Qualidade 2º 3C																	
5.5 Círculo da Qualidade 3º 3C																	

Figura 3 - Cronograma do Projeto

1.7 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos:

- Capítulo 1: Introdução. Nesta secção é apresentado o projeto e os respetivos objetivos e é, adicionalmente, feita uma breve descrição do Kaizen Institute Consulting Group e da empresa X. Aqui, são também apresentados os resultados de um breve estudo sobre a indústria metalomecânica em Portugal. Por fim, são mencionados quais os métodos seguidos ao longo do projeto e o respetivo cronograma.
- Capítulo 2: Estado da Arte. Neste capítulo é feita uma descrição do que é a filosofia *Kaizen* e o respetivo sistema de gestão. São também apresentadas as ferramentas *Kaizen* que foram utilizadas neste projeto, tais como, Gestão da Qualidade Total, círculo da qualidade, matriz da Auto-Qualidade, *standards*, *Kobetsu Kaizen*, 3C e diagrama de espinha de peixe.
- Capítulo 3: Situação Inicial. Nesta parte da dissertação é descrito com algum pormenor o problema da empresa X. Inicialmente é feita uma descrição do *dashboard* criado. Para uma melhor compreensão do problema da empresa X, são analisados os tipos das não conformidades e as respetivas representações percentuais, sendo também apresentada a matriz de Auto-Qualidade. Além disso, para enquadrar melhor as adversidades identificadas, é também descrito o processo produtivo da empresa X.
- Capítulo 4: Desenho de Soluções. Neste capítulo são descritas todas as soluções encontradas para criar meios para, por um lado, não gerar, e por outro não passar não conformidades. Depois, o círculo da qualidade é descrito, incluindo as primeiras resoluções estruturadas de NC´s que foram discutidas. É ainda feita uma descrição de uma formação em fundamentos básicos de Gestão da Qualidade Total dada à equipa envolvida no projeto. Por fim, são apresentados os resultados do projeto.
- Capítulo 5: Conclusões e trabalhos futuros. No último capítulo desta dissertação é, de forma resumida, explicado o problema com que a empresa X se deparava antes de este projeto se iniciar. Adicionalmente, são sinteticamente descritas as soluções aventadas e implementadas com o intuito de ultrapassar as adversidades descritas no capítulo 3 e o respetivo impacto futuro. Do mesmo modo, são mencionadas algumas perspetivas

de trabalhos futuros e abordados os resultados deste projeto. Finalmente, é feita uma descrição das lições aprendidas ao longo destes quatro meses e meio.

2 Estado da Arte no âmbito da Gestão da Qualidade Total

2.1 Filosofia Kaizen

Como já mencionado na introdução da presente dissertação, *Kaizen* advém de uma palavra japonesa cuja tradução é "melhoria contínua". Esta metodologia, tem como principal finalidade melhorar o desempenho de uma organização através de melhorias incrementais, tendo como principal suporte as pessoas e sistemas simples. Tais incrementos, são denominadas por eventos *Kaizen.* Esta filosofia pressupõe também o envolvimento de todos os colaboradores dentro de uma organização, desde gestores de topo a trabalhadores de chão de fábrica. Estes não podem ser resistentes à mudança e têm de estar dispostas a alterar paradigmas (Saleem et al, 2012).

Segundo Kaizen (2022b) existem cinco princípios fundamentais que estão incorporados em cada comportamento e ferramenta *Kaizen*. Estes, serão abordados nos seguintes subcapítulos.

2.1.1 Criação de valor para o Cliente

A criação do maior valor acrescentado possível para o cliente, através da prestação de um serviço ou o fornecimento de um produto, é um dos propósitos da metodologia *Kaizen*. No entanto, existem diversas formas de acrescentar valor ao cliente, não sendo este um ponto trivial. Segundo Jorgerson (2015), existem valores que têm mais relevância dependendo da situação em si. Um dos papéis de uma organização é a perceção de como é que esta vai, de facto, maximizar o valor que acrescenta aos seus compradores.

2.1.2 Criação de fluxo, eliminando desperdícios

O japonês Taichi Ohno, principal responsável pela criação do *Toyota Production System*, foi o primeiro a constatar que os operadores despendiam a maior parte do seu tempo a realizar tarefas que não acrescentavam valor. A estas tarefas, Ohno denominou-as de *Mudas*, que, em português, significam "desperdícios" (Imai, 2012).

Segundo Suzaki (1987), existem sete tipos de *Mudas* que podem ser identificados nas organizações e que devem ser reduzidos:

1. Produção em excesso: Este tipo de desperdício resulta na produção acima do requerido pelo mercado. A ocorrência deste tipo de *muda* leva a que mais matéria-prima seja absorvida, criando assim inventário prescindível. Mais recursos irão ser, desnecessariamente consumidos, elevando assim os custos da organização (Suzaki, 1987).
2. Espera: Esta perda ocorre quando, um operador está parado devido à falta de material ou a máquinas paradas. Este pode também estar desocupado devido a um desbalanceamento da linha de produção ou porque está, simplesmente, à espera de

que uma máquina execute uma operação que acrescenta valor para o cliente (Imai, 2012).

3. Transporte: Apesar de ser muitas vezes necessário, o transporte de materiais ou produtos através de, por exemplo, empilhadores ou tapetes não acrescenta valor ao processo, e daí a ser um *muda* (Imai, 2012).
4. Sobreprocessamento: Este desperdício resulta na alocação em excesso de recursos a uma determinada operação (Suzaki, 1987).
5. Inventário: Este, leva a que o custo de um produto aumente. Possuir *stock* leva a que seja necessária mais mão-de-obra, espaço, trabalho administrativo e taxas de juro (Suzaki, 1987).
6. Pessoas em Movimento: A movimentação de pessoas, por exemplo, à procura de uma determinada ferramenta, não significa que estas estejam necessariamente a trabalhar, pois, na verdade, não estão a acrescentar valor (Suzaki, 1987).
7. Produtos Defeituosos: A produção de defeitos pode, por um lado levar a que o produto seja obsoleto como a que este tenha que ser retrabalhado. Ambos os casos, levam ao aumento dos custos da organização e, por este motivo, a produção de defeitos constitui também um dos sete desperdícios (Suzaki, 1987).

2.1.3 Ir ao *Gemba*

Gemba é um vocábulo japonês, que traduzido para a língua portuguesa significa o "lugar real". É neste local que são desempenhadas as tarefas que realmente acrescentam valor para o cliente, como por exemplo a produção de um determinado produto ou a prestação de um certo serviço (Imai, 2012).

Segundo Imai (2012), um mau líder é aquele que vive em solidão para com o *gemba* e que toma decisões importantes a partir do seu escritório. Este autor chega mesmo a considerar que esta é a pior atitude que um chefe pode ter.

No entanto, ir ao *gemba*, significa muito mais do que ir fisicamente ao local onde a ação da empresa acontece. Ir ao *gemba* expressa a capacidade de um líder observar, identificar e resolver os problemas diretamente no lugar e em tempo real (Imai, 2012).

2.1.4 Envolvimento das Pessoas

A melhoria contínua pressupõe a alteração de hábitos e paradigmas antigos em novos. A prévia formatação das pessoas a desempenhar uma operação de uma certa forma, pode trazer bastantes barreiras à existência de uma cultura de melhoria contínua, pois estas podem não estar dispostas a mudar os seus hábitos. No entanto, se forem demonstradas a essas pessoas as vantagens que essa alteração vai trazer, tanto para ela própria, como para o sucesso da organização, então já é expectável que colabore. Posto isto, para que a metodologia *Kaizen* possa ser adotada numa empresa, é fundamental o envolvimento de todos aqueles que fazem parte dela e o respetivo trabalho em equipa. O cumprimento destes dois aspetos, tanto aumentam a qualidade e o nível do serviço prestado ao cliente, como ainda reduz os custos inerentes (Coimbra, 2013).

2.1.5 Ser Transparente

Antes de se proceder a qualquer ação de melhoria, é necessário perceber qual é o problema. A recolha de dados, possibilita, por um lado, a melhor perceção de qual é exatamente o problema, mas também auxilia o desenho de soluções que irá permitir ultrapassar essa mesma

adversidade (Imai, 2012). Além disso, aos resultados de ações de melhoria devem ser tangíveis e visíveis (Kaizen, 2022b).

2.2 Kaizen Business System

O *Kaizen Business System* (KBS) é o modelo de gestão que foi desenvolvido pelo Kaizen Institute. Este assenta na criação de valor para os clientes, acionistas e para os seus colaboradores no longo prazo. O KBS tem como base o respeito pelas pessoas, o crescimento, a qualidade, a eficiência de recursos e de fluxos, mantendo sempre uma relação de excelência com fornecedores e clientes (Kaizen, 2022c).

Este modelo é sustentado a partir de dois pilares principais: o modelo de crescimento que tem como foco principal o crescimento das vendas e o modelo QCD, que tem como objetivo primordial a redução de custos operacionais (Kaizen, 2022c).

Existem quatro ferramentas no modelo de crescimento:

1. Crescimento e Idealização.
2. Inovação e Desenvolvimento.
3. Melhoria nas Vendas.
4. Gestão do Ambiente.

O modelo QCD pretende não só, a melhoria contínua nos produtos ou serviços oferecidos pela empresa, mas também em todo o processo que resulta na criação desse produto ou serviço (Imai, 2012). Tal como o modelo de crescimento, este apresenta também quatro ferramentas:

1. Gestão de Fluxo Total.
2. Manutenção Preventiva Total.
3. Gestão da Qualidade Total.
4. Gestão de Serviço Total.

Por fim, existe ainda o *Kaizen Change Model* (KCM), que se caracteriza por ser um sistema de gestão de mudança. Este é imprescindível no que toca à mudança da cultura da organização para uma filosofia de melhoria contínua (Kaizen, 2022c).

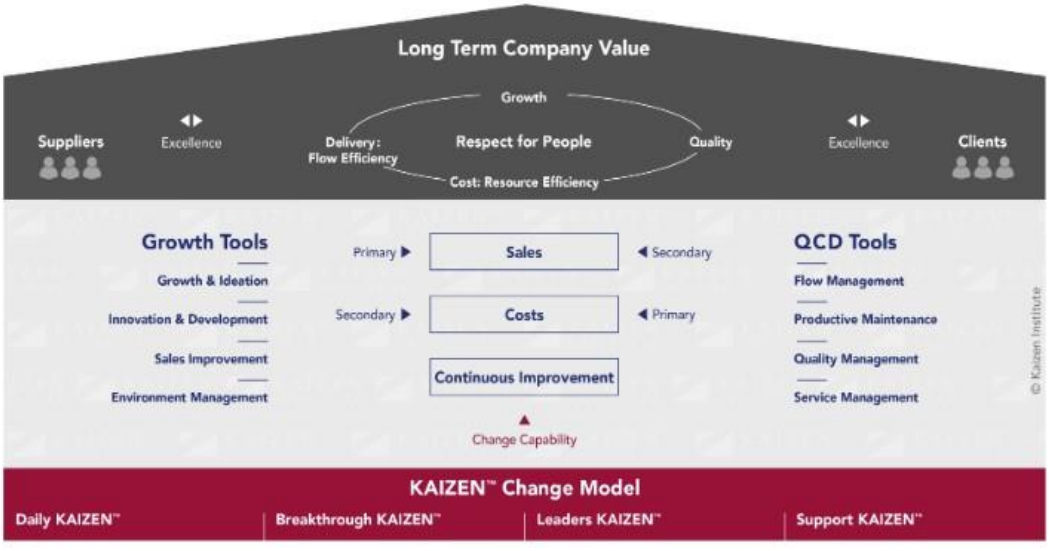


Figura 4 - Kaizen Business System (Retirado de Kaizen, 2022c)

2.3 Gestão da Qualidade Total

A Gestão da Qualidade Total (GQT) nasceu em 1949 no Japão com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade de vida dos japoneses num cenário de pós-guerra. Esta filosofia de gestão integrada, em conjunto com um conjunto de práticas , foca-se na melhoria contínua, na diminuição de retrabalho, num pensamento a longo prazo, no trabalho em equipa como por exemplo na resolução de problemas, no envolvimento de todos os colaboradores, na redefinição de processos, num *benchmarking* competitivo, na constante monitorização de resultados e na criação de uma relação próxima tanto com os fornecedores como com os clientes, onde todos os seus requisitos devem ser satisfeitos (Powell, 1995).

Com um mercado global cada vez mais exigente, tanto em termos de qualidade do produto ou serviço, mas também a nível de prazos de entrega mais curtos, as empresas tiveram que se "reinventar " para continuarem competitivas. Uma forma de manter a excelência operacional, é a implementação da metodologia de gestão acima referida. O foco na melhoria contínua é uma forma eficiente de implementar esta filosofia de gestão integrada com sucesso (Shan et al, 2016).

Baird et al (2011) conduziram um estudo onde tentaram perceber se existia alguma relação entre fatores culturais das organizações e a implementação de práticas de GQT. Nesta investigação foram retiradas diversas conclusões. Primeiramente, é referido que o respeito pelas pessoas e o trabalho em equipa entre colaboradores está posivitivamente relacionado com a existência de práticas GQT nas empresas. Por outro lado, organizações inovadoras e que se foquem em obter resultados, utilizam práticas GQT (Baird et al, 2011).

Por outro ângulo, Powell (1995), num estudo onde participaram 152 empresas americanas, concluiu, a partir dos dados fornecidos, que existia evidência estatística para afirmar que empresas que utilizam práticas GQT superavam as empresas que não as utilizavam e, que os resultados operacionais de programas da GQT produziam efeitos superiores no longo do que no curto prazo. Afirmou também que, os efeitos da GQT em empresas industriais eram superiores relativamente a empresas prestadoras de serviços.

Segundo o KBS , qualidade significa a conformidade do produto vendido ou serviço prestado com os requesitos do cliente. Os custos de não qualidade aumentam quanto mais tarde o defeito for detetado no processo, como pode ser observado na figura 5.

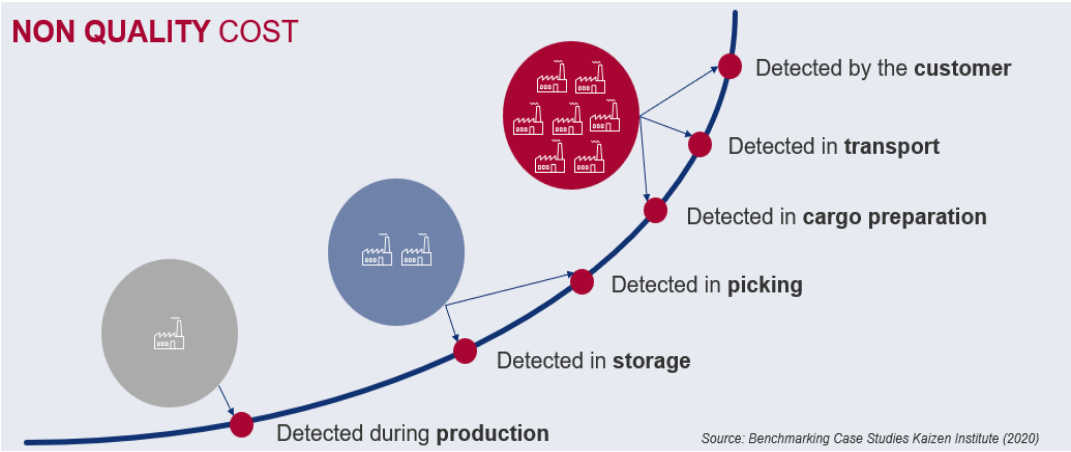


Figura 5 - Evolução dos Custos de Não Qualidade (Retirado de Kaizen, 2020)

Existem 5 níveis para a implementação da GQT definidos no KBS, que estão descritos na figura 6. Cada nível possui também um conjunto de ferramentas.

O nível 0, corresponde à situação em que não existe qualquer controlo de qualidade e os defeitos gerados ao longo do processo são detetados no cliente. Neste grau, seguindo o KBS, as organizações têm que mapear o seu estado atual, isto é, quantificar qual é o seu custo de não qualidade (Kaizen, 2020).

O nível 1 representa a situação em que é feito um controlo de qualidade no final do processo, com intuito de detetar os defeitos, antes que estes cheguem ao cliente. Para tal, são utilizadas ferramentas de normalização, tais como *standards* (Kaizen, 2020).

O nível 2 corresponde ao nível em que existe um trabalho para reduzir o número de defeitos. Com esse fim, para além das ferramentas já mecionadas no nível 1, são utilizadas ferramentas de resolução estruturada de problemas tais como o 3C e o *Kobetsu Kaizen*. Um 3C deve ser utilizado em problemas mais simples. Adversidades mais complexas, precisam de ser tratadas com um *Kobetsu Kaizen* (Kaizen, 2020).

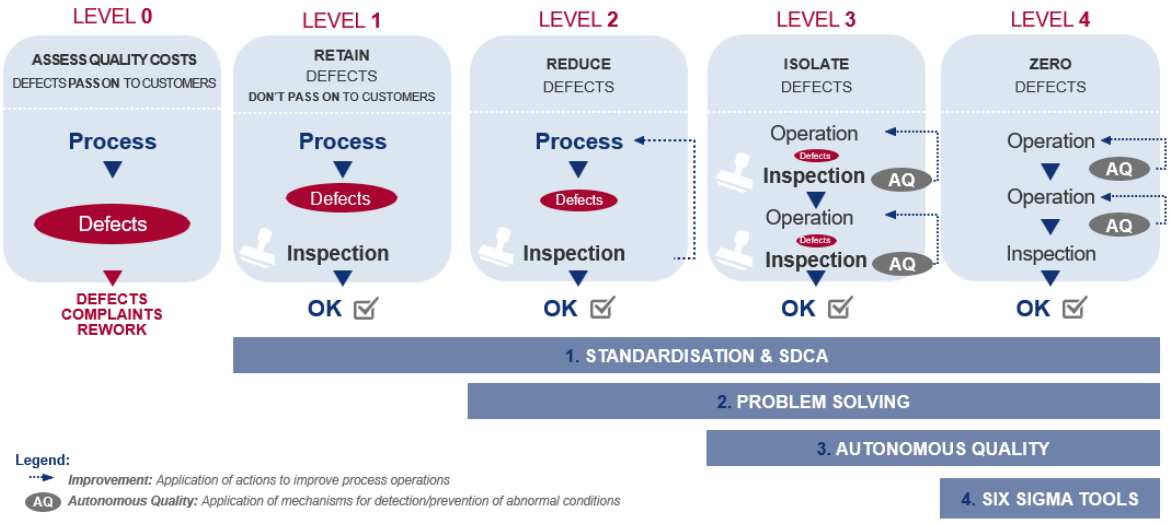


Figura 6 - 5 níveis de GQT no KBS (Retirado de Kaizen, 2020)

Já o nível 3, pretende não só a redução de defeitos, mas também que estes sejam detetados durante o processo, isolando-os, e não apenas no final. Como se pode vizualizar na figura 5, quanto mais cedo o defeito for detetado, menor será o respetivo custo de não qualidade. A contínua inspeção chama-se Auto-Qualidade. Isto significa, possuir ferramentas tais como *standards*, processos de autocontrolo, *Poka Yokas*, *Jidokas* e *Statistic Process Control* (Kaizen, 2020).

Por fim, o último nível, procura eliminar a totalidade dos defeitos. Para além de todas as ferramentas aplicadas nos níveis a montante, com o intuito de ter uma nulidade de defeitos, explora-se também ferramentas da metodologia *Six Sigma*. Aqui, os defeitos devem ser medidos em Partes por Milhão (Kaizen, 2020).

2.3.1 Standards

No dia a dia de qualquer organização, existem inúmeras tarefas que são desempenhadas da mesma forma por diversas pessoas. Quando essas funções comuns estão documentadas, dão-se-lhe o nome de *standards*. Estes, tanto promovem a qualidade na execução do trabalho, como na respetiva rentabilidade (Imai, 2012). As normas são também uma forma de preservar o conhecimento (Kaizen, 2020).

Por outro lado, um *standard* deve cumprir cinco características fundamentas: ser único, simples e limpo, estar acessível a todos e ser visualmente apelativo (Kaizen, 2020).

Existem quatro tipos principais de standards (Kaizen, 2020):

- *Execution Standard:* Deve de ser utilizado na presença de tarefas complexas ou para um conjunto de tarefas que se encontram sequenciadas;
- *One Point Lesson*: Deve ser usado para explicar a execução de uma parte de uma tarefa;
- *Checklist:* Corresponde a um conjunto de tópicos que devem ser validados pelo utilizador;
- *Inspection Standard:* Possuem regras que têm como objetivo apurar a conformidade ou não do produto;

Uma componente essencial da melhoria contínua é o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) ou também conhecido como ciclo de Deming. Este, pode ser aplicado na resolução de problemas, imperfeições existentes nas empresas e na organização do trabalho de uma equipa. No entanto, depois de se implementar uma determinada melhoria é necessário sustentá-la, a partir de *standards*. É a partir do ciclo SDCA (*Standardize, Do, Check, Act*) que esses *standards* são elaborados. Por outro lado, a implementação de uma determinada melhoria apenas deve iniciar se existir estabilidade nos *standards* atuais. Sinteticamente, o ciclo PDCA é uma ferramenta crucial na implementação de melhorias e o ciclo SDCA é fulcral para garantir que essa melhoria é mantida no longo-prazo (Knop e Mielcrazek, 2015). Tal afirmação pode ser visualmente suportada a partir da figura 7.

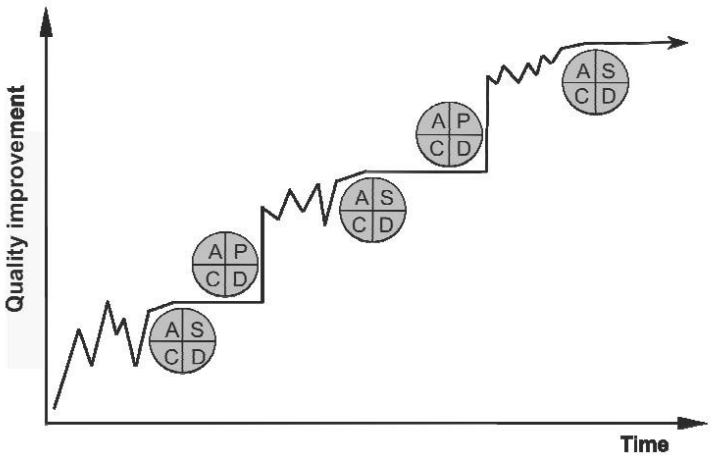


Figura 7 - Ciclo PDCA e SDCA (Retirado de Sokovic et al, 2010)

2.3.2 3C

Segundo Kaizen (2020), a ferramenta 3C é constituida por 4 passos:

1. Caso: O problema deve ser identificado.
2. Causa: As causas raízes que levam à ocorrência do problema necessitam de ser mapeadas, recorrendo, por exemplo, a diagramas de espinha de peixe.
3. Contramedidas: Neste passo devem ser procuradas soluções para as causas do problema. Tais soluções necessitam, posteriomente, de ser trasnformadas em ações.
4. Verificar: As soluções implementas têm de ser monitorizadas, com a intenção de confirmar o êxito ou não das contramedidas executadas.

Um exemplo de um *template* desta ferramenta, pode ser encontrado no Anexo A.

2.3.3 Kobetsu Kaizen

O *Kobetsu Kaizen*, cuja tradução em português é "focado", é uma ferramenta usada na resolução estruturada de problemas. É utilizada para melhorar qualquer problema que afete o fluxo de produção. Tendencialmente, trata-se de problemas de eficiência de uma determinada máquina ou de qualidade, no entanto, esta ferramenta pode ser usada em qualquer oportunidade de melhoria existente na organização (Coimbra, 2013).

Segundo Kaizen (2020), esta ferramenta contém nove passos:

1. Clarificar o Âmbito e o Propósito: Este primeiro passo tem como objetivo estabelecer com toda a equipa o âmbito e o propósito do trabalho a ser desenvolvido.
2. Observar a Situação Atual: O estado atual deve ser quantificado com o auxílio de dados e a partir da observação direta no *gemba*.
3. Definir o Estado Objetivo: A definição do estado alvo deve incluir uma métrica, uma data-limite e um valor a atingir.
4. Investigar as Causas-Raízes: Como suporte a este passo podem ser usados diagramas de espinha de peixe e de relações ou a análise dos "5 porquês".
5. Definição de Soluções.
6. Teste de Soluções: Os sucessos das soluções definidas devem ser testados e validados pela equipa no *gemba*.
7. Atualização do Plano de Ações: Todas as ações que resultam da implementação das soluções definidas devem ser listadas e deve-lhes ser atribuído uma descrição, um responsável e uma data-limite.
8. Confirmação de Resultados e Normalização: O sucesso das soluções definidas e testadas devem ser validadas a partir de dados e devem ser normalizadas.
9. Lições aprendidas e *Rollout*: Neste último passo, deve ser feita uma reflexão do que correu bem e mal e analisar se existe a possibilidade aplicar as melhorias implementadas a outros processos ou máquinas das organizações.

Estes nove passos apresentados devem estar fisicamente clarificados num quadro *Kobetsu Kaizen* presente no Anexo B.

Um quadro *Kobetsu Kaizen* pode também ser visto como um "modelo A3", que fisicamente trata-se, literalmente, de uma folha A3. Este, resume de forma normalizada a resolução de um problema, sintetizando os dados recolhidos, as principais causas raízes, as soluções encontradas e as ações que daí resultam, com o intuito de resolver esse mesmo problema. Por um lado, este modelo permite não só, àqueles que não estão *a priori* envolvidos, à rápida compreensão do projeto, mas também serve como uma base de dados de ações de melhoria realizadas que poderão ajudar em resolução de problemas e decisões futuras (Bordin et al, 2018).

2.3.4 Diagrama de Espinha de Peixe

O diagrama de espinha de peixe ou diagrama de *Ishikawa* foi inventado por volta de 1960 pelo professor japonês *Kaoru Ishikawa*. Este pretende indicar a relação entre um problema e as potenciais causas. Isto permite, posteriormente, fazer um diagnóstico do problema e consequentemente desempenhar ações com a finalidade de o resolver (Liliana, 2016).

Segundo Liliana (2016) existem quatro passos que devem ser seguidos na utilização desta ferramenta:

1. Identificação do problema;
2. Identificação dos fatores envolvidos;
3. Identificação das possíveis causas;
4. Análise do diagrama;

Adicionalmente, as causas podem ser agrupadas em seis categorias principais e relacionadas com: mão-de-obra, método, máquinas, materiais, medidas e meio ambiente (Kaizen, 2020).

Analisando a figura 8, que representa um exemplo de um diagrama de *Ishikawa*, verifica-se que o efeito / problema corresponde à cabeça do peixe. Cada diagrama deve ter apenas um efeito e este é a variável dependente. Já as causas, as espinhas do peixe, devem ser variáveis independentes, ou seja, que representem fatores que podem ser diretamente ajustados e controlados (Kaizen, 2020).

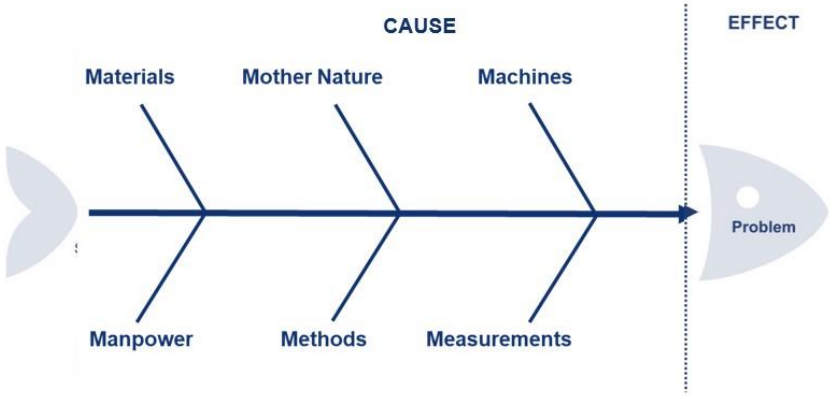


Figura 8 - Diagrama de Ishikawa (Retirado de Kaizen, 2020)

2.3.5 Auto-Qualidade

Segundo o KBS, uma organização possui um nível elevado de Auto-Qualidade quando não aceita defeitos de operações a montante, não os produz e não os passa para ações realizadas a jusante. Como já foi referido na presente dissertação, quanto mais tarde um defeito for detetado, maior será o seu custo, daí a importância da existência de Auto-Qualidade numa organização. Portanto, a implementação de Auto-Qualidade tem, por um lado, o objetivo de diminuir os defeitos a montante, mas também a redução dos custos de não qualidade (Kaizen, 2020).

Os *standards* favorecem a existência de Auto-Qualidade ao longo de uma organização, funcionando como meios de autocontrolo. A partir destes, um operador que desempenha uma determinada tarefa consegue decidir se o produto está ou não conforme, tendo em conta as especificações que foram previamente definidas. Este, tendo sempre em conta o deliberado nos *standards*, filtra as peças com anomalias, separando-as, e encaminha apenas as conformes para a próxima operação. Adicionalmente, a existência de *standards* proporciona a capacidade de o operador parar a produção quando se depara com uma não conformidade e proceder à respetiva análise. Complementarmente, um mecanismo para não gerar defeitos são os sistemas *Poka Yoka*, cujo significado é, à prova de erros. Estes, tanto impedem a produção de defeitos como permitem que a causa raiz que levou a geração desse mesmo defeito seja detetada (Kaizen, 2020).

A matriz de Auto-Qualidade, representada na figura 9, permite, de uma forma visual, ter uma perceção do nível de Auto-Qualidade existente numa empresa. Esta permite visualizar, para cada defeito onde é que este foi gerado e onde foi posteriormente detetado. Por exemplo, o

tipo de defeito X da matriz de Auto-Qualidade presente na figura 9, foi produzido no posto 2 e detetado duas estações à frente, no posto 4. Esta matriz contém também identificados, para cada uma das estações, meios, que tanto auxiliam os operadores a não gerar, como a detetar defeitos (Kaizen, 2020).

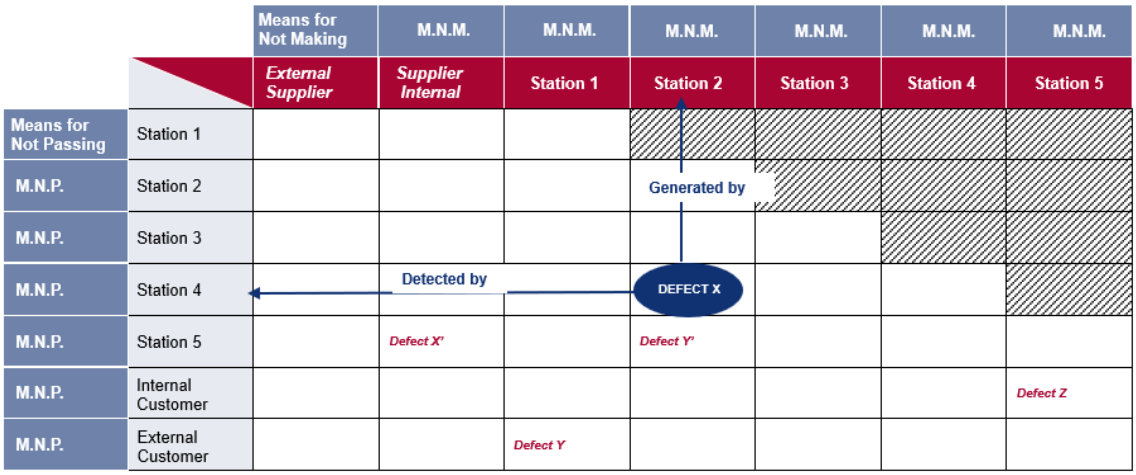


Figura 9 - Matriz de Auto-Qualidade (Retirado de Kaizen, 2020)

2.4 Círculo da Qualidade

Os círculos da qualidade são uma ferramenta *low-cost* usada na implementação da gestão da qualidade total numa indústria de produção. Consistem num grupo de colaboradores que se reúnem num determinado intervalo de tempo com o propósito de resolver problemas de qualidade existentes na organização. A implementação desta ferramenta leva também a que uma cultura de melhoria contínua de qualidade seja atingida. Por outro lado, os círculos da qualidade promovem tanto o aumento da autoconfiança como da satisfação no trabalho dos colaboradores (Majumbar e Manohar, 2011).

De maneira idêntica, Kulkari et al (2018) afirmou que através de círculos de qualidade, tanto é possível obter-se benefícios tangíveis como melhorias na produtividade, qualidade, *lead times*, segurança e custos, mas também melhorias intangíveis, tais como o desenvolvimento dos trabalhadores, o aumento da sua confiança e a respetiva satisfação no trabalho, acréscimo da sua moral e a fomentação de uma melhor relação gestão-trabalhador.

Segundo Majumbar e Manohar (2011), o círculo da qualidade será apenas bem sucedido se a cultura organizacional cumprir um conjunto de requisitos. A gestão de topo deve encorajar e por em prática as soluções propostas pelos trabalhadores, promovendo um estilo de gestão participativa e deve-lhes também disponibilizar os recursos e tempo necessário. Se os colaboradores virem que as suas soluções não são postas em prática, então a implementação desta ferramenta não será bem sucedida (Lawler e Mohrman, 1984). Além disso, deve haver um forte envolvimento da gestão intermédia e deve ser facultada a formação necessária a todos os participantes destas reuniões, independentemente da sua posição.

As reuniões, que têm de acontecer num local fixo e num intervalo temporal de pelo menos de duas em duas semanas, devem-se iniciar com a seleção dos problemas a "atacar". Depois, todos os que nela participam devem pensar, em conjunto, em ideias para ultrapassar tais adversidades, avaliando qual a melhor solução. Por fim, deve ser elaborado um plano de ações para a implementação da respetiva solução. De referir ainda, que os resultados da solução encontrada e implementada deve ser monitorizada (Majumbar e Manohar, 2011).

3 Situação Inicial

Neste capítulo, é inicialmente feita uma descrição do processo produtivo da empresa X. Apesar de este variar muito de artigo para artigo, foi descrito aquele que permite ao leitor entender melhor quais os problemas com que a empresa X se deparava.

Em seguida, é apresentado com algum detalhe o problema e o âmbito deste projeto. Adicionalmente, nesta parte da dissertação foram descritas e analisadas as não conformidades que a empresa X gerava. É também aqui que o *dashboard* criado com o intuito de auxiliar a análise da situação atual e posteriormente servir de ferramenta para monitorizar os resultados do projeto é apresentado.

Depois, é exibida a matriz de Auto-Qualidade mapeada num *workshop* em conjunto com a equipa da empresa X envolvida neste projeto.

Simultaneamente, foi feito o trabalho de tentar perceber os motivos da ocorrência das não conformidades.

Por fim, é elaborada uma síntese do problema em questão, com especial foco para as não conformidades mais críticas para a empresa X.

3.1 Processo Produtivo

A empresa X dedica-se à transformação de matéria-prima, que neste caso em concreto é chapa ou tubo metálicos em objetos especificados pelo cliente.

Por motivos de simplificação, a presente descrição irá ser feita, tendo em conta o roteiro mais relevante para que o problema, que vai ser descrito nos subcapítulos posteriores, e o respetivo desenho de soluções, possam ser entendidos da melhor forma.

Antes de a produção se iniciar, as peças têm de ser desenhadas. Para este efeito, a empresa X possui um departamento de desenho que se dedica ao desenho dos artigos em conformidade com as especificações do cliente. A empresa X possui uma carteira de clientes que efetua, num determinado intervalo de tempo, a mesma encomenda recorrentemente. Nestes casos, o desenho da peça é apenas realizado uma única vez.

Todo o processo produtivo começa na receção de matéria-prima. Apesar de a empresa X receber como matéria-prima chapas ou tubos, a presente descrição estará focada nas chapas, pois este projeto adequa-se mais a este caso. De seguida, a matéria-prima é transportada para o Armazém 10, onde permanece em *stock* até ser requerida na produção. Importa ainda referir que o Armazém 10 funciona de forma automática, isto é, o operador apenas tem a tarefa de colocar a matéria-prima na entrada do armazém, estando todas as restantes tarefas automatizadas.

Quando uma ordem de fabrico entra em curso, a chapa é transportada, mais uma vez, de forma automática, através de um sistema que funciona por ventosas até uma das máquinas de Corte Laser 2D. Depois do corte, existe uma operação manual de separação das peças

cortadas pelo laser. Após esta partição, as peças podem seguir variados roteiros. Na figura 10 é possível ver-se possíveis operações logo após o corte a laser com as respetivas percentagens.

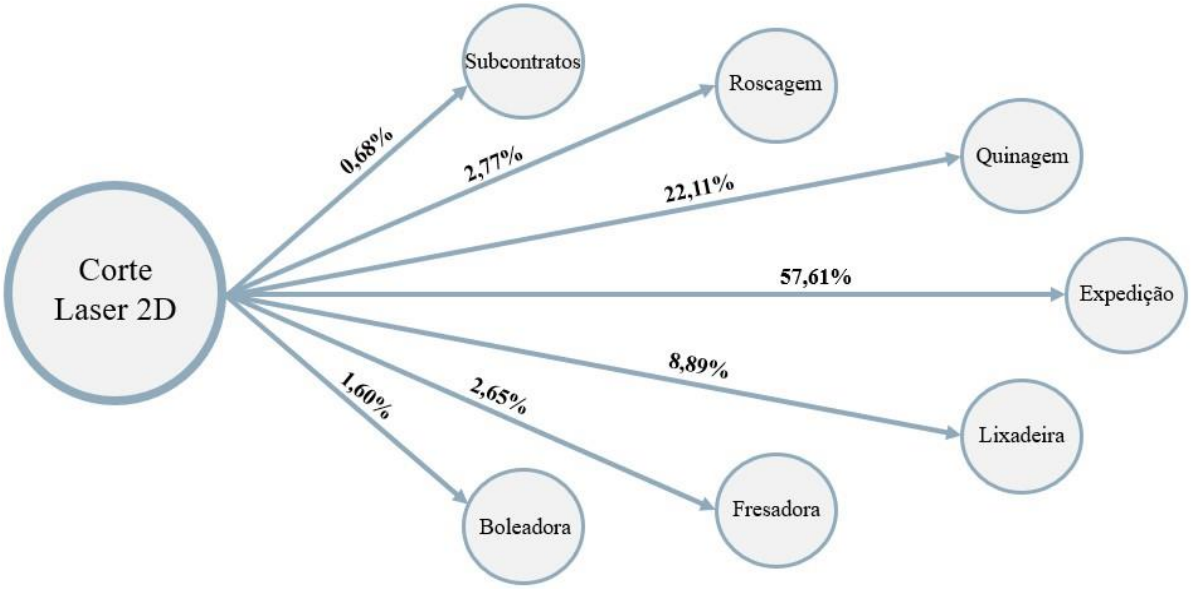


Figura 10 - Possíveis Roteiros após o Corte Laser 2D

De seguida, as peças são transportadas com auxílio de empilhadores até à zona das quinadeiras, onde são então quinadas. A empresa X contém um vasto leque de máquinas de quinagem, sendo que cada uma tem as suas próprias características.

Após os artigos estarem quinados, estes seguem para a zona da serralharia onde são soldados. Atualmente, a empresa X dispõe de soldadura *MIG*, *TIG* e por pontos.

Seguidamente, se necessário, as peças seguem para os acabamentos finais. Uma parte destes acabamentos, tais como a pintura, polimento, tratamentos de superfície, como por exemplo a zincagem são subcontratados a empresas externas. Importa ainda referir, que existem alguns artigos cuja quinagem e maquinagem é também subcontratada. Por fim, a mercadoria é embalada e expedida para o cliente final.

Torna-se ainda imprescindível explicar o conceito de AC e AD. No contexto da empresa X, um AC corresponde a um conjunto soldado e um AD a uma peça individual. Ou seja, um AC é composto por vários AD´s que são entre eles, soldados.

Na figura 11, é possível observar-se uma versão simplificada do *VSM* que resume o que foi explicado no presente subcapítulo.

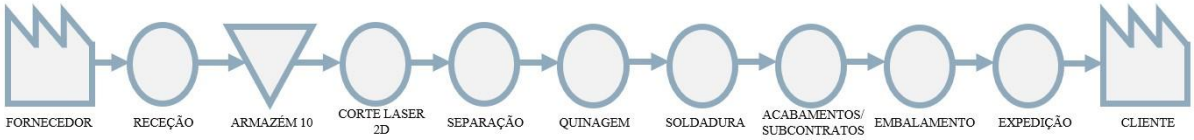


Figura 11 - Versão Simplificada do VSM

3.2 Descrição do Problema

Antes deste projeto se iniciar, a empresa X caracterizava-se por ter um elevado número de não conformidades ao longo de todo o seu processo e consequentemente altos custos de não qualidade que afetavam transversalmente toda a organização. Para além do alto número de defeitos que eram gerados, esta empresa, não possuía, no geral, meios de autocontrolo de

qualidade. Ou seja, não existiam ferramentas que auxiliassem os operadores a detetar as não conformidades o mais rapidamente possível, não deixando que estas avançassem no processo produtivo. Como referido na secção 2.3 da presente dissertação e tendo em conta a figura 5, quanto mais tarde um defeito for detetado, maiores os respetivos custos de não qualidade, daí a importância da existência de meios de autocontrolo. Para além disso, a empresa X não fazia nenhuma reunião, onde as causas-raiz da geração de NC´s fossem discutidas, e subsequentes soluções desenhadas e implementadas.

Considerando que a empresa X apresentava bastantes falhas no seu sistema de qualidade, deu-se então início a este projeto entre a empresa X e o Kaizen Institute.

3.2.1 Dashboard

Com o intuito de monitorizar os custos de não qualidade e o número de não conformidades ao longo e também após este projeto, foi desenvolvido um *dashboard* no *software Power BI*. Este permite mostrar, em tempo real, de forma visual e instantânea, informações relevantes, não só para monitorizar os resultados deste projeto, mas também o desempenho em geral da empresa X.

Por outro lado, a elaboração deste *dashboard* e o respetivo tratamento de dados auxiliou a caracterização da situação inicial, antes de as soluções terem sido desenhadas e posteriormente implementadas.

O primeiro passo na construção deste *dashboard* foi o tratamento de dados, utilizando para isso, o *software Power Query*. Foram fornecidas duas bases de dados por parte da empresa X, mais precisamente dois ficheiros em *Excel*: um relativo às NC´s e o outro relativo às vendas da empresa X.

Antes de se começar a tratar os dados relativos às NC´s, criaram-se duas tabelas: uma relativa aos artigos vendidos pela empresa X e outra relativa aos seus clientes. No caso da tabela dos artigos, esta continha apenas o respetivo código e uma descrição do mesmo. A dos clientes possuía exatamente a mesma estrutura. A primeira coluna correspondia ao código do cliente e a segunda, ao seu nome.

Depois, procedeu-se então ao tratamento de dados relativos às não conformidades, criando uma tabela denominada de qualidade. O primeiro passo neste tratamento foi a eliminação de atributos que não acrescentavam valor ao *dashboard* e a omissão de valores em branco ou fora do contexto, utilizando para isso, filtros adequados. Alterou-se também o nome de alguns atributos.

De seguida, procedeu-se ao passo mais desafiante no tratamento destes dados. Existiam inúmeros tipos de não conformidades que inviabilizavam qualquer tipo de análise posterior. Portanto, a solução encontrada para ultrapassar esta adversidade foi a agregação destes tipos de defeitos em quinze categorias distintas. Estas são apresentadas no gráfico de Pareto, na figura 13.

Da mesma forma, o atributo “Secção”, que representava a secção da empresa X onde a NC tinha sido gerada, apresentava valores desorganizados sem qualquer tipo de coerência entre eles, que mais uma vez, não permitiam uma análise posterior. Por exemplo, para representar a secção Corte Laser 2D, este atributo continha valores a dizer “Laser”, “Laser 2D” e “Laser Combinado”. A contramedida encontrada, foi a agregação de todos os diferentes valores em apenas nove categorias.

Foi também criada uma tabela inteiramente dedicada às vendas da empresa X. Esta continha informações, tais como a quantidade vendida, data da venda, cliente, artigo vendido, valor da venda, entre outros.

O diagrama de relações entre as tabelas previamente mencionadas, está presente na figura 12.

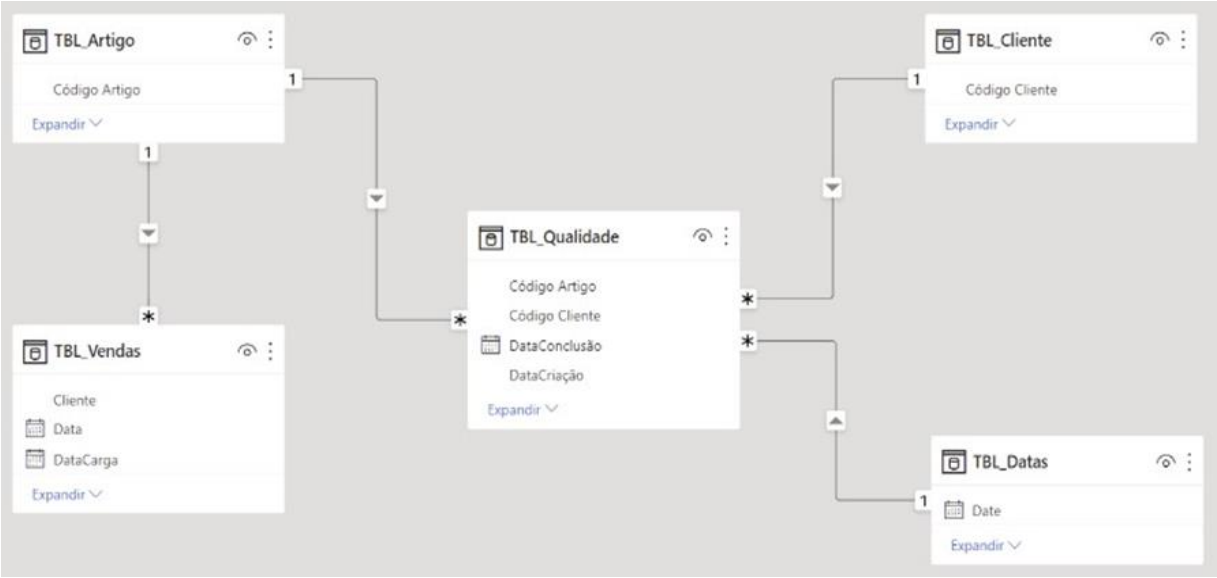


Figura 12 - Diagrama de Relações entre Tabelas

Após os dados terem sido tratados, procedeu-se então ao passo mais desafiante na elaboração deste *dashboard*: pensar qual a informação que acrescentava mais valor à empresa X.

Optou-se por dividir este *dashboard* em cinco categorias. A primeira, denominada de "KPI Mensal", apresenta gráficos, como a evolução dos custos absolutos ou médios de não qualidade por mês, bem como a evolução temporal do número de não conformidades em valor absoluto. É também possível visualizar-se os custos de não qualidade e o número de não conformidades que a empresa X já incorreu no ano de 2022.

Resumidamente, na segunda categoria é possível visualizar-se, a partir de um gráfico de barras, o número de não conformidades geradas pela empresa X em PPM por mês e ano. O utilizador tem também a possibilidade de filtrar esta análise por cliente(s) ou para um determinado intervalo de tempo.

O terceiro grupo deste *dashboard*, permite aos utilizadores terem uma perceção dos custos de não qualidade por secção da empresa X e também o número de NC´s geradas por categoria de defeitos.

A quarta e penúltima categoria deixa os usuários fazerem uma análise mais detalhada a cada um dos nove setores criados na fase de tratamento de dados, permitindo ao utilizador filtrar as secções que pretende analisar. Este pode visualizar a evolução temporal dos custos médios das NC´s e, indo ainda mais longe, analisar os custos de não qualidade por categoria de defeitos para a secção previamente selecionada.

Por fim, o último grupo desta ferramenta possibilita aos utilizadores fazerem uma análise por categoria de não conformidade, contendo um gráfico de Pareto com os diferentes tipos de defeitos, tanto com os custos, como com as NC´s em valores absolutos para a categoria selecionada.

3.2.2 Análise das Não Conformidades

Como fase inicial de qualquer projeto, torna-se imprescindível a caracterização da situação atual, neste caso, antes de as soluções serem desenhadas e numa fase posterior, implementadas. Com esse fim, para que os três primeiros passos da ferramenta descrita na secção 2.3.3 da presente dissertação fossem bem definidos e caracterizados, começou-se por

analisar os dados da empresa X referentes às não conformidades desde janeiro de 2021 até abril de 2022.

Devido ao elevado número de tipos de não conformidades existentes, estas foram agrupadas em quinze categorias como mencionado no subcapítulo anterior.

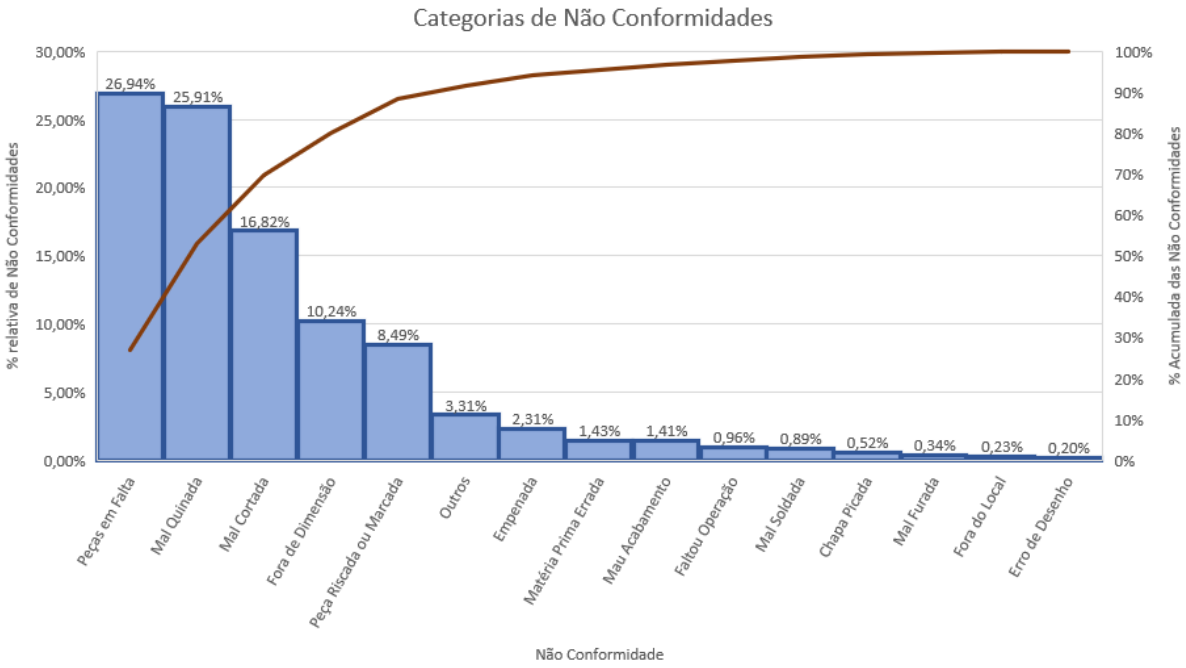


Figura 13 - Gráfico de Pareto das Não Conformidades

Como se pode observar no gráfico de Pareto na figura 13, a não conformidade gerada com mais recorrência na empresa X, era a falta de peças em algumas secções do processo produtivo, sendo que correspondia a quase um terço de todas as não conformidades registadas no intervalo de tempo analisado. Este defeito podia corresponder por exemplo, a 2 peças que se perderam algures no processo produtivo numa encomenda de 300 peças e, sem que ninguém desse conta dessa anomalia, o cliente apenas recebeu 298 das 300 que encomendou. Podia também acontecer que um operador da serralharia precisasse de três AD´s distintos para soldar um AC e apenas lhe chegaram à zona da serralharia dois dos AD´s necessários.

De acordo com os dados recolhidos, o segundo principal motivo de não conformidades era originado na quinagem. Este representava 25,91% das NC´s geradas na empresa X no intervalo de tempo analisado. Fazendo uma análise mais detalhada desta categoria e com auxílio ao gráfico de barras presente na figura 14, chegou-se a algumas conclusões: quase 60% das peças mal quinadas eram inseridas no sistema informático da empresa X como “Peça Mal Quinada”, o que não permitia retirar mais conclusões acerca da causa-raiz de a peça estar, de facto, mal quinada. No entanto, aproximadamente 36% das peças dentro desta categoria de defeitos são peças que eram quinadas ao contrário.

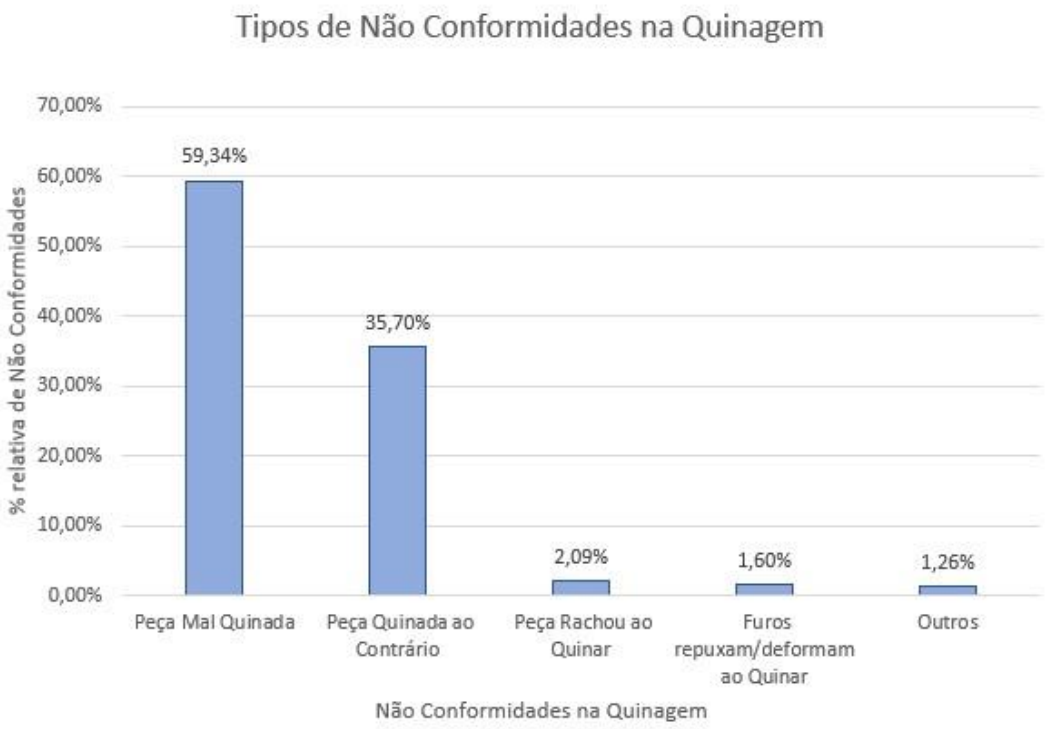


Figura 14 - Gráfico de Barras das Não Conformidades de Quinagem

Importa ainda assinalar que, estas duas categorias de defeitos juntas, correspondiam a mais de 50% de todas as não conformidades geradas na empresa X no intervalo de tempo em análise.

As peças mal cortadas correspondiam àquelas que sofreram algum tipo de desvio ou de dano no corte a laser 2D. Por outro lado, as peças fora de dimensão, que correspondiam a sensivelmente 10% das NC´s eram aquelas cujas cotas ficavam fora das tolerâncias especificadas pelo cliente. Para além disto, um artigo riscado ou marcado, correspondia a uma peça que continha riscos ou marcas anormais não admissíveis para o cliente final.

De seguida, e com 3,31% de representação vem a categoria “Outros”. Esta abrangia variados tipos de defeitos. Como se pode constatar a partir da tabela 1, 27,87% das peças desta categoria correspondiam a peças mal maquinadas.

Tabela 1 – Principais Tipos de Não Conformidades da Categoria "Outros"

NÃO CONFORMIDADE	%
Peça Mal Maquinada	27,87 %
Peça com o “Drabus” ao Contrário	17,49 %
Índice Errado da Peça	8,74 %
Defeito na Chapa	6,56 %
Peças com Oxidações	6,01 %

O “drabus” de uma peça ocorre quando esta é furada. Nesta situação, existe sempre um ligeiro excedente de material que fica a mais numa das faces. O defeito “Peça com “Drabus” ao Contrário” acontece, quando este excedente de material fica na face oposta à especificada pelo cliente.

Em seguida, existiam casos em que o cliente pedia para alterar determinadas especificações dos artigos encomendados, como por exemplo uma cota. Tal alteração podia ou não ser aprovada pela empresa X. Se fosse aceite, os últimos dois dígitos do código do artigo que por norma eram sempre "00", incrementavam em uma unidade, passando a acabar em "01". Se o cliente voltasse a pedir novas alterações à peça, e estas fossem novamente aprovadas, então o código do artigo passava a ter como últimos dois dígitos, "02". Isto garantia que não existiam desenhos técnicos diferentes com códigos de artigos iguais. O defeito "Índice Errado da Peça", representava a situação em que existiam erros a efetuar estas alterações no código do artigo e consequentemente originavam uma peça não conforme.

Tabela 2 - Exemplo da Alteração do Código do Artigo

Alterações Efetuadas pelo Cliente	Código do Artigo
Versão Inicial da Peça	AD9999900
Primeira Alteração à Peça	AD9999901
Segunda Alteração à Peça	AD9999902

Maioritariamente, os defeitos na chapa vinham já do fornecedor. A chapa podia conter variados tipos de defeitos, como por exemplo riscos ou oxidações. Para além disto, 6,01% dos defeitos desta categoria correspondiam a peças que oxidavam já na empresa X.

Uma peça empenada é aquela que contem uma deformação comparativamente ao formato original desta mesma. Este defeito refletia 2,31% do valor total das não conformidades registadas na empresa X no período analisado. Possíveis causas raiz para as peças empenarem eram, por exemplo, um mau condicionamento destas nas paletes.

No que diz respeito à "Matéria Prima Errada", esta podia decompor-se essencialmente em dois tipos de defeitos: espessura errada da matéria-prima, o que levava à produção de peças com uma espessura não conforme ou a produção de produtos com o tipo de material errado. A causa raiz deste último, podia tanto ser, o fornecimento errado por parte do fornecedor ou a produção de uma determinada peça com um material que não correspondia às especificações do cliente.

Apesar de a categoria "Mau Acabamento" ter apenas 1,41 % de representação no universo das não conformidades da empresa X no intervalo de tempo em análise, esta foi analisada com bastante mais detalhe comparativamente ao que os números sugeriam. As peças com rebarba representavam 82,05% dos defeitos desta categoria. O que acontecia na prática na empresa X, era que eram geradas inúmeras peças com rebarba não admissíveis para o cliente, muito mais do que aquelas que os dados analisados indicavam. Quando geradas, estas iam diretamente ser retrabalhadas com o intuito de retirar a rebarba com auxílio a lixadeiras, boleadoras e rebarbadeiras, sem que existisse nenhum registo informático. As rebarbas eram geradas no Corte Laser 2D. É ainda de salientar que 8,97% dos defeitos pertencentes a esta categoria de não conformidades, correspondiam a peças que tinham sido mal pintadas nos subcontratos.

Na categoria "Faltou Operação" estavam incluídas todas as não conformidades em que faltou efetuar uma determinada operação necessária no processo de transformação da peça. Este problema acontecia quando na ficha de produção do artigo, que por norma vinham descritas todas as operações a que a peça tinha de ser submetida, não vinha especificado, por engano, uma dessas operações. Tais trabalhos em falta podiam corresponder a operações de, por exemplo, escovagem, roscagem e granalhagem.

À semelhança do que acontecia com as rebarbas, existiam muitas peças que eram mal soldadas, mas cujos erros eram de imediato retificados, não havendo qualquer registo informático. Esta situação, explicava o facto de a percentagem de defeitos de soldadura ter uma baixa representação relativamente à totalidade das não conformidades no período analisado.

Existiam clientes da empresa X que requeriam que as suas peças estivessem 100% lisas, não permitindo que estas tivessem qualquer irregularidade nas suas faces. Uma "chapa picada" correspondia à situação em que esse requisito não era satisfeito.

Seguidamente, uma peça mal furada correspondia essencialmente a peças que continham defeitos nos respetivos furos. A categoria de não conformidades "Fora do Local" referia-se a peças que deviam estar num local destinado a *stock* intermédio para serem utilizadas em operações subsequentes e, por defeito, não se encontravam nesse mesmo sítio.

Por fim, há que dar especial ênfase à categoria "Erro de Desenho". Apesar da percentagem de não conformidades pertencentes a esta categoria ser quase desprezável, na prática, existia retrabalho nos desenhos técnicos devido à sua não compreensão ou à sua ilegibilidade por parte dos operadores que trabalhavam na produção. O que acontecia na realidade, era que os operadores quando não conseguiam interpretar um desenho, ficavam impedidos de desempenhar a tarefa que lhes competia. Quando isso ocorria, era pedido ao departamento de desenho que retificasse os desenhos ou que esclarecesse determinadas dúvidas que os operadores pudessem ter. À semelhança das rebarbas, sempre que uma situação destas acontecia, não era registado no sistema informático da empresa X uma NC, daí a importância de analisar esta categoria de defeitos apesar de os dados fornecidos não o indicarem.

3.2.3 Matriz de Auto-Qualidade

Em paralelo com a análise de dados descrita na secção 3.2.2, foi também mapeada uma matriz de Auto-Qualidade num *workshop* realizado com a equipa envolvida no projeto. Neste, estavam presentes todos os *team leaders* de cada uma das secções de produção da empresa X, o diretor de produção, o engenheiro de melhoria contínua e dois colaboradores do departamento de qualidade. O intuito deste *workshop* era, através do *know-how* de todos os presentes, mapear uma matriz de Auto-Qualidade, já explicada com maior detalhe na secção 2.3.5 da presente dissertação, e identificar potencias causas raízes das NC´s

A matriz de Auto-Qualidade desenhada, pode ser encontrada na figura 15. Importa ainda referir que não foram incluídas todas as etapas do processo produtivo da empresa X nesta matriz, por se considerarem irrelevantes para a análise em causa.

ONDE FOI PRODUZIDO

ONDE FOI IDENTIFICADO

	Desenho Técnico	Fornecedor	Corte Laser 2D	Quinagem	Acabamentos + Soldadura	Subcontratos	Embalagem	Cliente
Desenho Técnico								
Fornecedor								
Corte Laser 2D		Defeitos na MP e Ferrugem Corroída	Espessura Errada e Peças com Rebarba					
Quinagem	Desenho Confuso e Ilegível		Peças com Cotas Fora de Tolerância	Peça mal quinada e riscada				
Acabamentos + Soldadura	Falta Operação		Peças em Falta	Peças Riscadas, com Cotas Fora de Tolerância e Quinadas ao Contrário	Peças Riscadas e Peças Mal Soldadas			
Subcontratos	Peças Empenadas	Peças Empenadas	Peças em Falta		Peças Empenadas			
Embalagem	Falta Operação	Chapa "Picada"	Peças em Falta		Peças com Cotas Fora de Tolerância	Peça Mal Pintada		
Cliente	Falta Operação	Defeitos na MP	Erro na Quantidade e Espessura Errada			Problemas de Pintura		

Figura 15 - Matriz de Auto-Qualidade

Observando a matriz mapeada, foi levantada que a causa de ocorrência de variados defeitos relativos à quinagem era, o desenho técnico estar confuso e ilegível. Esta, levava, por um lado, ao retrabalho por parte dos desenhadores, mas também, como já referido, a erros humanos na operação de quinagem devido à errada interpretação do desenho.

Sob outro enfoque, o defeito de falta de operações numa determinada peça tinha como origem o desenho técnico. Este, apenas era detetado nos acabamentos ou soldadura, embalagem ou, numa situação mais crítica, no cliente final.

Adicionalmente, a equipa envolvida neste projeto, identificou também a possibilidade de a matéria-prima fornecida pelos fornecedores da empresa X, vir já não conforme. Essas não conformidades podiam ser, por exemplo, riscos ou oxidações ou mesmo o fornecimento do tipo de material errado. Uma parte desses defeitos eram logo detetados no início do processo, no Corte Laser 2D, no entanto, havia situações, em que a matéria-prima defeituosa passava por todo o processo produtivo sem que ninguém na empresa X desse conta dela, sendo esta apenas detetada pelo cliente final. Além disto, existia também o cenário em que o fornecedor abastecia a empresa X com chapas empenadas ou "picadas" que eram apenas detetadas nas empresas subcontratadas pela empresa X ou no embalamento, respetivamente.

Maioritariamente, as NC´s geradas no Corte Laser 2D eram as de falta de peças. Esta falha, era apenas identificada nos acabamentos finais ou soldadura, subcontratos, embalamento ou mesmo no cliente final. Existiam reclamações por parte de clientes da empresa X, afirmando que não lhes foram enviadas as quantidades de peças solicitadas e acordadas. Uma causa raiz deste problema era a inexistência de um *standard* que obrigasse os operadores a contar todas as peças, evitando o envio de quantidades erradas para a operação seguinte.

Adicionalmente, o Corte Laser 2D iniciava também a operação de corte com uma chapa com espessura errada, tendo em conta as especificações da encomenda. Esse engano, podia ser por um lado, identificado logo após o corte, mas também existia o panorama de ser o próprio cliente a constatar que a espessura das peças não estava de acordo com os seus requisitos. Por último, a secção de corte da empresa X produzia, inclusive, peças com rebarbas e com cotas fora das tolerâncias.

Já a quinagem originava riscos não admissíveis que eram identificados no momento ou na operação que a sucedia. Por outro lado, esta mesma secção produzia peças mal quinadas, como peças quinadas ao contrário. Esta não conformidade era, mais uma vez, detetada na operação imediatamente a jusante. Sendo a produção na empresa X em lote e não em fluxo, acontecia que quando esta não conformidade ocorria, inúmeros artigos tivessem de ser retrabalhados ou até ir mesmo para a sucata. Importa ainda referir que na quinagem existia, similarmente ao Corte Laser 2D, a geração do defeito "Peça com cotas fora de tolerância".

Mais uma vez, os acabamentos e a secção de soldadura produziam peças com cotas fora de tolerância que eram apenas descobertas na zona de expedição da empresa X. Surgiam também riscos não aceitáveis, no entanto estes eram detetados logo após gerados. Aditivamente, a secção de soldadura, soldava determinados artigos mal, que necessitavam de ser, posteriormente, retrabalhados.

Finalmente, as empresas subcontratadas pela empresa X para desempenharam determinados trabalhos, detalhados na secção 3.1 do presente capítulo, produziam defeitos essencialmente relacionados com a pintura. Estes, ou eram identificados logo na embalagem, ou no cliente final.

3.3 Síntese do Problema

Considerando, em simultâneo a análise de dados descrita na secção 3.2.2 e a matriz de Auto-Qualidade mapeada em conjunto com a equipa envolvida neste projeto, foi possível entender que a falta de peças era uma das não conformidades mais comuns e críticas que a empresa X possuía. A partir da matriz de Auto-Qualidade podia-se constatar que não existiam meios de autocontrolo normalizados e eficazes que permitissem a imediata deteção deste defeito ainda na secção do Corte Laser 2D. Este, era apenas detetado em operações bastante mais à frente no processo produtivo, sendo que existiam situações, em que este chegava mesmo ao cliente final. A acrescentar a isto, há ainda que voltar a referir que esta não conformidade correspondia a 26,94% de todas as não conformidades produzidas na empresa X no período analisado, portanto era um contratempo que acontecia com bastante frequência e não algo ocasional e esporádico.

Em relação à quinagem, os dados analisados provaram o que foi mapeado na matriz de Auto-Qualidade. Segundo o *feedback* dado pela equipa, a principal causa raiz de as peças serem quinadas ao contrário era a ilegibilidade e complexidade de alguns desenhos técnicos, o que tinha como consequência a quinagem de peças no sentido inverso. Outra explicação para a geração deste defeito, era a inexperiência de alguns operadores.

Passando agora às peças com cotas fora de tolerância, riscadas e empenadas, a matriz de Auto-Qualidade demonstrou que estas três categorias de defeitos eram geradas em mais do que uma operação da empresa X e que não eram detetados logo após a sua geração. Posto isto, é mais uma vez possível concluir que não existiam ferramentas de autocontrolo eficazes, tanto para um controlo dimensional dos artigos, para a identificação de riscos nas peças e para produtos empenados.

Apesar de ter uma baixa representação no valor total das não conformidades da empresa X, o tipo de defeito "Espessura Errada" que se enquadra na categoria "Matéria Prima Errada", foi mesmo assim mapeado na matriz de Auto-Qualidade. Era um defeito a ter em conta, pois este chegava até ao cliente final. Do mesmo modo, era possível concluir que não existiam meios de autocontrolo que garantissem que a matéria-prima que era fornecida pelos fornecedores era, de facto, a por eles especificada.

Por fim, torna-se ainda importante referir que existiam produtos com problemas de pintura que eram apenas detetados no cliente final.

4 Desenho de Soluções e Implementação

Após os problemas e as respetivas causas raiz estarem identificadas, deu-se início a um conjunto de *workshops* com o objetivo de idealizar soluções para os problemas apresentados.

Juntamente com a equipa envolvida neste projeto, foi definido o objetivo de reduzir, tanto o custo anual de não qualidade, como o valor mensal de não conformidades medidas em PPM em 20%. Apesar de a empresa X ainda estar longe de atingir o nível 4 do modelo KBS, mas tendo a visão de a longo prazo lá chegar, optou-se por começar desde já a medir o número de não conformidades em PPM´s e não em valor absoluto, pelos motivos caracterizados no último parágrafo do subcapítulo 2.3 da presente dissertação.

Devido ao inúmero tipo de não conformidades que a empresa X tinha, não foi viável desenhar uma solução para todas elas. Foi dado mais foco àquelas soluções que, por um lado, tinham mais impacto na redução dos custos de não qualidade da empresa X, mas também tendo sempre em conta o esforço e o custo da respetiva implementação.

4.1 Meios para não passar e gerar Defeitos

4.1.1 Balanças

Como já foi mencionado na presente dissertação, a não conformidade com maior representação na empresa X era a falta de peças e esta era gerada no Corte Laser 2D.

A solução encontrada para reduzir este tipo de defeito, foi a alocação de balanças no Corte Laser 2D que permite ao operador contar as peças de forma rápida, e ter mais certezas que não são enviadas para a operação seguinte quantidades erradas. Todos os lotes em que não é possível contar o número de peças visualmente, têm de passar pela contagem na balança.

Adicionalmente, visto ter sido mapeado na matriz de Auto-Qualidade que existiam clientes que reclamavam terem recebido uma quantidade errada de peças, fazia todo o sentido dispor também de uma balança na zona da expedição, tanto para subcontratos como para o cliente final. Importa referir, que a balança na zona da expedição tinha um limite de peso, inviabilizando que uma percentagem de peças com maior dimensão fossem pesadas e contadas.

As balanças dão ao operador diretamente o número de peças inseridas e não apenas o respetivo peso total. Para tal, o operador tem apenas que, numa primeira fase, colocar a tara a zero, inserir um determinado número de peças, e indicar na balança quantas peças é que inseriu. Com isto, a balança fica com a informação de quanto é que cada peça pesa. A seguir, o operador tem de colocar as restantes peças na balança, e o número total de peças aparece no monitor da mesma.

Sendo este um processo que para muitos pode ser confuso, foi criada também uma *One-Point-Lesson* (OPL) que explica passo-a-passo todo o processo acima descrito.

4.1.2 Quinagem

A solução inicialmente desenhada para o defeito de peças que eram quinadas ao contrário, passava por fazer numa das faces da peça, uma gravação no Corte Laser 2D e, caso fosse necessário realizar uma quinagem no sentido oposto (contra-quinagem), fazer um ligeiro entalhe em forma de semicírculo, no bordo da peça.

Esta solução permitiria que os operadores soubessem que tinham de quinar a peça no lado da gravação, alinhando o punção da quinadeira com a mesma. Na presença de um entalhe com formato de semicírculo, os operadores sabiam que tinham de virar a peça ao contrário, relativamente à face que possuía a gravação, e voltar a quinar no alinhamento do entalhe. Esta solução permitiria que os operadores não se enganassem no que tocava a quinar as peças no sentido correto.

No entanto, esta solução possuía várias restrições que inviabilizavam a sua implementação. Por um lado, o departamento de desenho não tinha a capacidade de alterar todos os desenhos já existentes de clientes que efetuavam a mesma encomenda recorrentemente. Por outro lado, o Corte Laser 2D iria perder muito tempo a criar gravações em todas as peças e a cortar semicírculos, tornando-se assim ineficiente. Além disso, nada garantia que o entalhe não pudesse ser a causa-raiz de possíveis fissuras no produto final. Por fim, existiam clientes que não aceitavam que os artigos fossem entregues com os tais entalhes em formato de semicírculo.

Dadas todas estas adversidades, voltou-se a juntar a equipa do projeto em formato de *workshop*, para serem discutidas soluções alternativas. Foi inicialmente definido o objetivo de reduzir o número de defeitos de peças quinadas ao contrário em 66,66%. Depois foram discutidas possíveis soluções, antecipando desde logo as eventuais dificuldades e restrições na implementação destas mesmas. Por fim, as soluções foram mapeadas numa matriz de prioridades.

Como mencionado na secção 3.3 da presente dissertação, uma das causas raiz das peças serem mal quinadas era a inexperiência dos operadores das quinadeiras. A solução para esta adversidade passava por proporcionar uma formação intensiva sobre quinagem e leitura de desenhos técnicos aos mesmos.

Outra solução resultante deste *workshop* era a criação de um desenho técnico adicional, específico para a quinagem. A ideia era que este contivesse apenas a informação relevante para o processo de quinagem, descartando toda a restante. Isto tornava, por um lado, os desenhos mais legíveis e por outro, disponibilizava informação adicional que ajudasse, ainda mais, os operadores no processo de quinagem. No entanto, foi desde logo mapeada a dificuldade de associar dois desenhos do mesmo artigo no sistema informático da empresa X e a incapacidade do departamento de desenho de elaborar desenhos específicos apenas para a quinagem.

Sobre outra perspetiva, e com o intuito de tornar os desenhos com uma maior legibilidade, mapeou-se também a hipótese de estes serem impressos num formato “pdf” em vez de “jpg”. Por norma, o sistema informático da empresa X não permite a impressão em “pdf”. Um desenho em “pdf“ possui mais definição e qualidade do que um em” jpg”. Surgiu assim a solução de melhorar a qualidade dos desenhos técnicos. No entanto, esta solução trazia impedimentos, tais como o enorme volume de trabalho administrativo que esta alteração iria causar.

Em seguida, foi assinalada a solução de, no próprio desenho técnico da peça, vir a informação se a peça era simétrica ou não. Se esta fosse simétrica, era indiferente de que lado é que a peça era quinada, portanto permitia que os operadores não perdessem tempo a verificar e a perceber os desenhos técnicos no que dizia respeito ao sentido da quinagem. Em

contrapartida, se no desenho fosse mencionado que a peça não era simétrica, essa informação incutia aos quinadores a sensibilidade de terem de ter um cuidado redobrado a entender o desenho técnico antes de iniciarem o processo de quinagem. De referir, que não foi antecipada nenhuma dificuldade na implementação desta solução.

Sem demora, surgiu a ideia de facilitar modelos 3D aos operadores. Este conceito passava por colocar um computador entre cada uma das quinadeiras. Sempre que um operador, tivesse dúvidas na leitura e interpretação de um desenho técnico, dirigia-se então ao computador mais próximo do seu posto de trabalho, e visualizava a peça que tinha de quinar num modelo a três dimensões. Assim, podia esclarecer possíveis dúvidas que tivesse na análise do desenho técnico recorrendo se necessário, à visualização noutras perspetivas.

Por fim, outra solução passava por se alinhar todas as peças antes de se iniciar a quinagem. Tratava-se de garantir que todas as peças do lote estavam alinhadas umas com as outras, isto é, que todas estavam com a mesma orientação. Isto impedia que peças fossem quinadas ao contrário por haver uma peça com a orientação errada relativamente à tendência das restantes.

Na figura 16 pode ser consultada a matriz de prioridades mapeada, para as soluções previamente mencionadas.

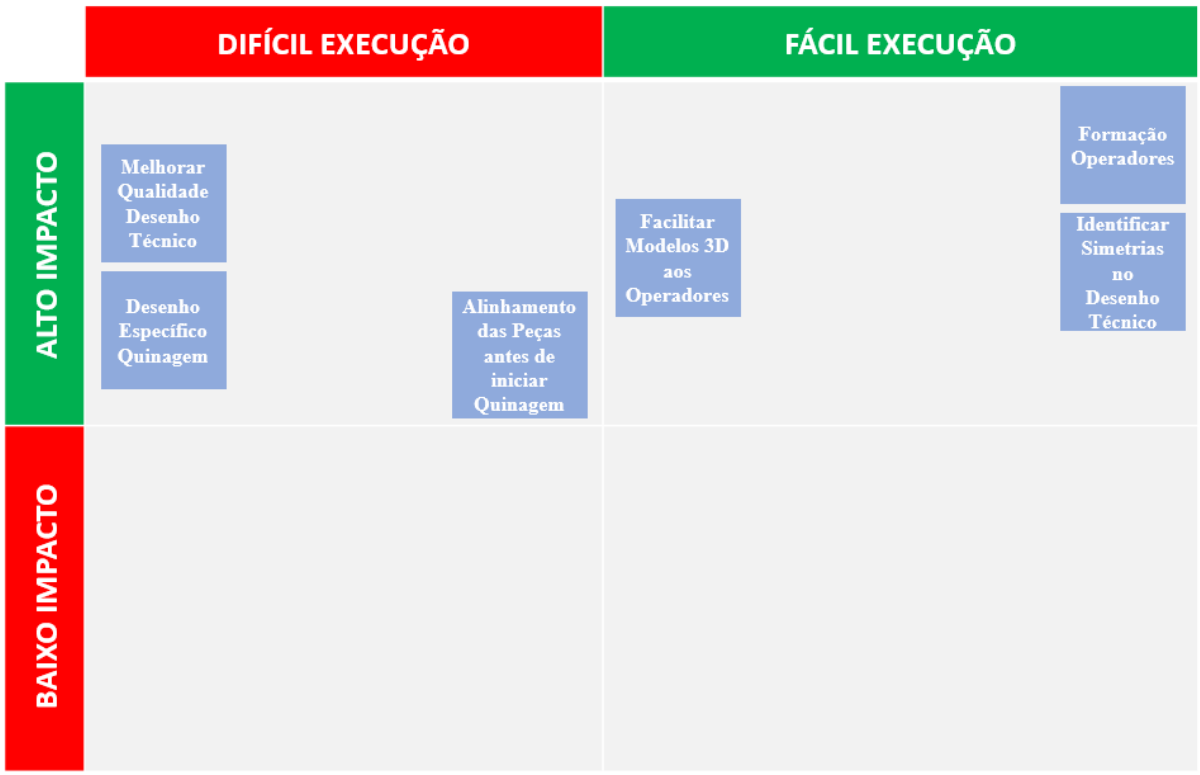


Figura 16 - Matriz de Prioridades

Analisando a matriz, as soluções da criação de um desenho específico para a quinagem e a melhoria da qualidade dos desenhos eram de difícil execução, apesar de terem um impacto alto. Por esse facto, descartou-se a implementação do desenho específico da quinagem e acordou-se que a melhoria na qualidade dos desenhos seria abordada com a administração, não garantindo a sua implementação. No entanto, todas as outras soluções mapeadas produziam um elevado impacto e eram de fácil execução. Por esses motivos ficou decidido que todas elas seriam implementadas. Apenas o alinhamento das peças antes de se iniciar a quinagem era de difícil execução, mas, não sendo impossível, não foi descartada e implementada.

4.1.3 Matéria-Prima

Com o objetivo de garantir que a matéria-prima que entrava na empresa X era, de facto, a especificada pelo fornecedor, a solução encontrada passava por realizar um ensaio de dureza, mais precisamente de um teste *Rockwell*, a 100% dos lotes fornecidos antes de estes entrarem no Armazém 10. De referir que, este teste é apenas efetuado à primeira chapa do lote, isto é, à que está no topo, e não a todas as que o constituem. Através deste teste, é possível garantir que o material fornecido é, de facto, o especificado pelos fornecedores.

No entanto, muito poucas pessoas na empresa X sabiam fazer o teste de *Rockwell* corretamente. A acrescentar a esta adversidade, os trabalhadores que o sabiam efetuar não eram, por norma, quem recebia a matéria-prima. A forma encontrada para ultrapassar este contratempo, foi, juntamente com um trabalhador que sabia utilizar corretamente o durômetro (aparelho utilizado fazer o teste de *Rockwell*), criar um *Executive Standard* que explicasse a qualquer pessoa, sem qualquer conhecimento prévio, todo o processo de utilização do durômetro. Assim, o operador, que recebe a matéria-prima, tem todos os meios à sua disposição para desempenhar o teste de *Rockwell* com sucesso.

Para além disto, existia também a possibilidade de a produção de uma determinada encomenda se iniciar numa chapa, cujo material não era o especificado na encomenda. A solução aventada foi a atribuição de uma cor a cada um dos materiais. O operador que recebe a matéria-prima, tem que, com auxílio de um marcador apropriado, fazer um "risco" na vertical num dos lados do lote com a cor correta. Este "risco" no lote, permite que todas as chapas, dispostas na horizontal no lote, fiquem pintadas. Na figura 17, é possível ver um esboço de um lote de chapas com um risco vermelho na vertical.

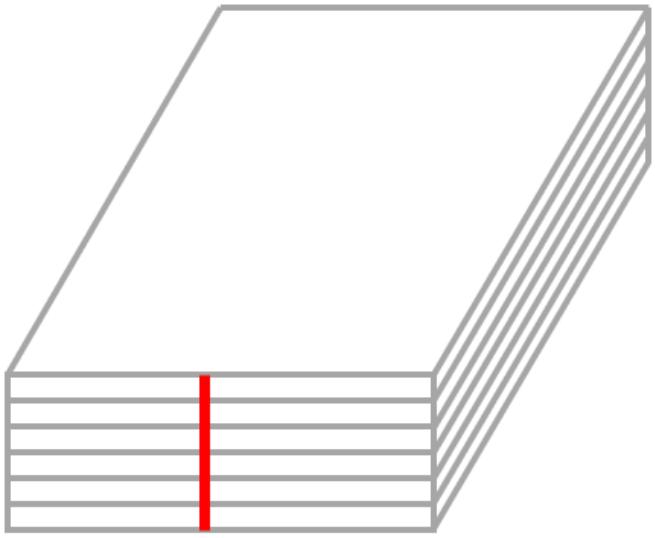


Figura 17 - Esboço de um Risco Vertical num Lote de Chapas

Esta solução permite que os operadores no Corte Laser 2D consigam, de forma visual, confirmar que o corte apenas se inicie com o material correto.

Para que esta solução fosse possível de implementar, foi necessário fazer um levantamento de todos os tipos de materiais com que a empresa X opera e atribuir-lhes uma cor. Neste seguimento, foi criado um código de cores de matéria-prima.

A empresa X trabalha com três categorias de materiais: aço, alumínio e aço inox. Cada um destes ainda se subdivide em vários tipos.

Como o aço, o alumínio e o inox são, visualmente, facilmente distinguíveis, e atendendo ao elevado número de tipos de materiais com que a empresa X trabalha, foi criada a regra de que a mesma cor podia representar diferentes materiais desde que não fossem da mesma categoria. Por exemplo, a cor azul podia representar um tipo de alumínio e, simultaneamente, outro tipo de inox.

Existiam também muitos tipos de aços. Com o intuito de não causar enganos na distinção das cores, não foram atribuídas cores semelhantes a materiais visualmente difíceis de distinguir. Dizendo isto por outras palavras, cores parecidas, foram atribuídos a tipos de aços que visualmente eram possíveis distinguir.

4.1.4 Gamas de Autocontrolo

Com a finalidade de detetar as peças com cotas fora de tolerância o mais cedo possível, a solução inventada foi a criação de gamas de autocontrolo. Esta continha, para um determinado artigo, as cotas críticas a inspecionar.

O objetivo passa por ser o próprio operador a validar se tais cotas estão ou não conformes e efetuar esse registo na gama de autocontrolo. Se alguma estiver fora das tolerâncias, então o operador tem a responsabilidade de impedir que esta peça avance no processo. No final, compete também ao operador assinar o seu nome nesta gama. Isto, leva a que este faça uma verificação com maior responsabilidade, pois se alguma não conformidade passar por esta ferramenta de autocontrolo, então o nome deste trabalhador fica registado.

A principal limitação na implementação desta solução era o elevado número de *SKU´s* que a empresa X produzia. Esta, não tinha capacidade, num curto espaço de tempo, de criar gamas de autocontrolo para todos os seus artigos. Após alguns diálogos com a equipa, ficou acordado que estas gamas iriam começar a ser criadas e implementadas para clientes estratégicos e para artigos com um elevado histórico de reclamações por cotas fora das especificações.

Para criar uma destas gamas é necessário definir quais as cotas que o operador necessita de medir. É imprescindível analisar quais são as cotas chaves que garantem a total conformidade da peça em termos dimensionais. Foi desde logo criado um *template* da gama de autocontrolo que seria usada na empresa X. Assim, sempre que seja necessário criar uma gama, é apenas preciso personalizar o *template* com as especificações da peça em questão.

Por outro lado, é também fundamental garantir que os operadores soubessem utilizar corretamente uma fita-métrica, um paquímetro, uma suta e um esquadro. Assim sendo, foi criado um *Executive Standard* de Controlo Dimensional que explica como utilizar cada uma das ferramentas mencionadas.

4.1.5 Subcontratos

Apesar de o único defeito mapeado na matriz de Auto-Qualidade com origem nos subcontratos serem problemas de pintura e cuja representação ser de 8,97 % do total da categoria de não conformidades de “Mau Acabamento”, considerou-se que era imprescindível uma inspeção aos artigos antes de irem e quando voltavam das empresas subcontratadas.

É necessário garantir que as peças vão isentas de defeitos para essas companhias, para que no caso de voltarem com algum tipo de defeito, a empresa X ter mais certezas de que esse defeito foi gerado no exterior da empresa X. Por outro lado, algumas operações que são efetuadas fora, requerem que os artigos não tenham determinados defeitos. Sob outro enfoque, é também essencial garantir que as peças que vão para subcontratos, voltam a entrar na empresa X isentas de não conformidades.

Assim, desenhou-se a solução de criar duas *checklists* no âmbito dos subcontratos: uma utilizada para elaborar uma verificação às peças antes de irem para as empresas subcontratadas e outra para verificar a conformidade das peças quando voltam dessas mesmas empresas. Estes *standards* obrigam o operador a fazer uma inspeção a todas as peças que vão e voltam das empresas subcontratadas.

Antes de os artigos irem para os subcontratos, é essencial garantir que as peças não possuem qualquer tipo de rebarba. Isso pode gerar, por exemplo, problemas na pintura nas peças. Depois é também necessário averiguar se o material vai limpo, isto é, isento de sujidades. Se estiver sujo, então o operador tem a função de o limpar. Em terceiro lugar, é preciso consultar na ficha da peça se o cliente as exige sem *microjoint*, e se sim, é então tarefa dos trabalhadores retirá-lo. Posteriormente, torna se também imprescindível garantir que as peças estão isentas de salpicos de solda. Por fim, é necessário certificar que as quantidades de peças enviadas são as corretas. Tendo esta garantia, caso venham peças a menos dos subcontratos, então a empresa X sabe que estas se perderam nas empresas exteriores e não internamente. Como já referido na secção 4.1.1 na presente dissertação, esta contagem é efetuada com auxílio a uma balança.

Todas estas cinco verificações estão, como já referido, mapeadas numa *checklist*, que contém uma breve descrição da tarefa ou verificação a desempenhar, os meios que os operadores necessitam para efetuar tal inspeção e ainda uma fotografia que torna cada um dos pontos mais intuitivos e percetíveis. É também da responsabilidade dos operadores, confirmar se cada um dos cinco pontos da *checklist* estão "OK". A peça apenas pode seguir para os subcontratos se todos os cinco tópicos estiverem conformes.

Já a *checklist* utilizada à chegada de peças dos subcontratos, pode também ser vista como um *executive standard*. Esta contém todos os passos que o operador tem de desempenhar para verificar, por exemplo, se a espessura da pintura está conforme. No fim desta instrução de trabalho, a pessoa que está a fazer a inspeção tem a função de anotar se o que está a inspecionar está "OK" ou "NOK".

Esta *checklist* está dividida em seis partes, sendo que cada uma corresponde às seis operações que a empresa X subcontrata: pintura, polimento, maquinagem, quinagem em peças de grandes dimensões, tratamentos de superfície e térmicos.

No caso da pintura, é preciso confirmar se a espessura da pintura está dentro das especificações. Para tal verificação ser efetuada, é necessário utilizar um medidor de revestimentos. Este controlo, não necessita de ser feito a todas as peças do lote, mas apenas a uma delas. A verificação de que o tipo de pintura, a cor, o acabamento e brilho estão de acordo com os requisitos do cliente tem de ser feita para todas as peças.

Peças que vão para polimento, apenas requerem uma inspeção visual com foco no aspeto e uniformidade do tratamento e possíveis especificações adicionais do cliente.

Já a maquinagem, requer um controlo dimensional da peça, como por exemplo a verificação de diâmetros, distâncias entre furos e ângulos.

Similarmente, o mesmo se aplica à quinagem. Aqui é também necessário fazer-se também um controlo dimensional à peça para verificar, por exemplo, comprimentos e ângulos.

No que toca aos tratamentos de superfície, tais como a zincagem, galvanização, oxidação entre outros é necessário fazer um teste, a uma das peças do lote, à espessura do revestimento.

Por fim, nos tratamentos térmicos, tais como a carbonitruração e têmpera, é obrigatório realizar um ensaio de dureza a pelo menos uma peça por lote. Para tal, deve ser usado como ferramenta de auxílio o *Executive Standard* de Utilização do Durômetro, abordado na secção 4.1.3.

Em todas estas operações subcontratadas, é também necessário efetuar-se um controlo visual à qualidade da peça.

4.1.6 Rebarbas

Como mencionado no capítulo 3 da presente dissertação, o Corte Laser 2D gerava inúmeras peças com rebarbas, não admissíveis para o cliente. No entanto, a solução neste caso não passava por reduzir este defeito, visto haver pouco controlo sobre a operação de corte. A contramedida foi a criação de meios que impedissem que estes artigos avançassem no processo.

A solução encontrada passava pela criação de um *standard*, denominado de Panóplia de Rebarbas.

Foi inicialmente feito um estudo dos tipos de rebarbas que são gerados na empresa X. Após recolha de um vasto conjunto de fotografias, concluiu-se que estas podiam ser divididas em três grupos distintos:

1. Rebarba na aresta em furos e entalhes
2. Face ou arestas com salpicos de escórias
3. Aresta com rebarba

Tiradas estas conclusões, procedeu-se à elaboração da panóplia referida. Esta contém, para cada um destes tipos, um conjunto de fotografias exemplificativas, com o objetivo de tornar evidente o que não é admissível. Adicionalmente, estão também descritas as possíveis tarefas que os operadores têm de desempenhar quando se deparam com uma peça com o respetivo tipo de rebarba, descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Possíveis Operações após deteção de uma Peça com Rebarba

Tipo de Rebarba	Possíveis Operações
Rebarba na aresta em furos e entalhes	Utilizar a boleadora, lixar com a máquina lixadeira, utilizar a lixadeira automática, utilizar a rebarbadeira, mandrilar e limar
Face ou aresta rebarbada	Utilizar a boleadora e/ou a lixadeira automática, lixar com a máquina lixadeira e/ou usar a rebarbadeira
Aresta com rebarba	Utilizar a rebarbadeira e / ou a boleadora

4.1.7 Soldadura

Identicamente ao que foi elaborado para as rebarbas, criou-se também uma Panóplia de Defeitos de Soldadura não aceitáveis para o cliente. Esta pretende não só, mapear todos os possíveis defeitos de soldadura gerados na empresa X, mas também indicar qual a causa raiz do mesmo e possíveis ações de correção para evitar a sua repetição. De referir ainda, que cada um dos defeitos está também ilustrado com uma imagem, com o intuito de ninguém ter dúvidas sobre que defeito se trata.

Isto permite, por um lado, que os serralheiros estejam mais cientes dos possíveis defeitos que podem vir a produzir e a sua possível origem. Por outro lado, esta panóplia pode também servir para que os operadores, no final de cada soldadura, confiram se a peça que acabaram de soldar está ou não conforme.

4.1.8 Embalagem

O embalamento é o último posto do processo produtivo da empresa X. Depois deste, os produtos vão diretamente para o cliente final. Portanto, qualquer não conformidade existente que não seja aqui detetada, vai ser apenas identificada pelo cliente final. Na figura 5 é possível ver-se os custos acrescidos que isso traz à empresa X.

Na zona de embalagem, é necessário que exista mais uma inspeção aos produtos. Então, surgiu a solução de criar uma *checklist* que inclua tudo o que os operadores tenham de efetuar e verificar.

À semelhança da *checklist* elaborada para as peças que vão para os subcontratos, esta incluí o que é necessário inspecionar ou realizar, contendo uma breve descrição, os meios que os funcionários necessitam para desempenhar a respetiva verificação e uma imagem ilustrativa do processo.

O primeiro ponto desta *checklist* é a elaboração de um controlo dimensional a cotas e ângulos. Devido ao elevado número de peças que cada lote pode conter, ficou acordado que este controlo é apenas efetuado a 10% da totalidade das peças, com exceção do cliente A e B, estratégicos para e empresa X, ou ainda produtos que são exportados, em que a amostra de inspeção aumenta para 50%. A complementar este passo, o operador responsável por esta verificação deve também utilizar como ferramenta de auxílio o *Executive Standard* de Controlo Dimensional já mencionado no subcapítulo 4.1.4.

Seguidamente, o operador tem de efetuar mais uma verificação à quantidade de peças encomendadas e verificar se esta está conforme. Para tal, a pessoa que esteja a efetuar este controlo tem de usar a balança, tema também já abordado na secção 4.1.1 da presente dissertação.

Depois, é imprescindível o operador verificar a presença de *microjoint* nas peças e se o cliente as exige sem. Se sim, então este tem a tarefa de o retirar. Adicionalmente, o operador tem ainda de limpar 100% das peças em inox ou alumínio, peças de aço com caudal de óleo em excesso e todas as restantes sujidades anormais como por exemplo uma "pegada". É também tarefa do operador, verificar, com auxílio à Panóplia de Rebarbas, se alguma peça contém rebarbas não admissíveis e se for esse o caso, então compete-lhe retirá-las. O funcionário tem ainda a responsabilidade de ir averiguar ao desenho técnico da peça, se é exigido um controlo à planicidade desta e efetuá-lo se for então o caso. A *checklist* inclui uma imagem de uma peça com a planicidade não conforme. Isto permite que não haja margem para dúvidas do que é ou não admissível. Note-se, que uma peça não plana é uma peça empenada.

Após a integridade das peças estarem conferidas, é então necessário passar para a inspeção de tópicos referentes ao embalamento propriamente dito. O embalador tem de verificar na ficha da peça, se o cliente exige um peso limite por palete, por caixa de peças ou mesmo se requer um tipo de palete em específico. Adicionalmente, esta pessoa tem também o encargo de apurar se o comprador quer que as peças sejam enviadas numa determinada orientação relativamente à caixa em que são enviadas e se existem artigos que não podem ir com outras peças sobrepostas.

Por fim, compete ao operador efetuar a etiquetagem de todas as caixas e ainda verificar visualmente se a disposição das peças na palete, não vai causar uma deformação das mesmas.

1. Controlo Dimensional a Cotas e Ângulos	6. Controlo à Planicidade das Peças
2. Contagem de Peças	7. Averiguação da exigência do Cliente de Paletes Específicas ou Peso Limite
3. Verificação à presença de *Microjoint*	8. Controlo à correta disposição das Peças na Caixa consoante requisitos do Cliente
4. Limpeza das Peças	9. Confirmação que disposição das Peças não vai causar deformações das mesmas
5. Verificar a presença de Rebarbas	10. Efetuar a Etiquetagem das Caixas

Figura 18 - Pontos da Checklist de Inspeção Final

Após cada ponto da *checklist* ter sido verificado, o operador tem a função de assinalar se cada um deles está ou não "OK". O produto só pode ser transportado para o cliente final se todos os tópicos deste *standard* estiverem no estado "OK".

4.1.9 Pontos de Uso dos Standards

Um *standard* colocado no sítio errado é obsoleto. Por este motivo, depois das normas mencionadas nos subcapítulos anteriores estarem criadas, era então necessário decidir onde é que estas deveriam ser colocadas. Para tal, juntamente com o engenheiro de melhoria contínua e o diretor industrial da empresa X, foi feito um *gemba walk* com o intuito de definir os pontos de uso dos *standards* criados e quais é que deviam ser incluídos em cada secção desta unidade fabril.

Neste *gemba walk*, ficou decidido que os *standards* seriam inseridos em "porta documentos". Depois, esses "porta documentos" seriam então colocados nos pontos de uso que irão ser explicados no presente subcapítulo. Na figura 19, é possível visualizar-se um exemplo de um "porta documentos".



Figura 19 - Exemplo de um "Porta Documentos" (Retirado de Papelar, 2022)

Para facilitar esta análise, optou-se por seguir o fluxo de material neste *gemba walk.*

Logo no início, concluiu-se que era necessário colocar um "porta documentos" na entrada do Armazém 10. Seria neste local, que o teste de *Rockwell* seria efetuado, portanto era necessário incluir o *Executive Standard* de Utilização do Durômetro no "porta documentos". A acrescentar a esta norma, tornava-se também fundamental incluir o código de cores da matéria-prima.

A paragem seguinte, foi a secção de Corte Laser 2D. Decidiu-se que iria ser colado um "porta documentos" entre cada uma das máquinas de Corte Laser 2D. Assim, qualquer que seja a máquina que um determinado operador esteja a trabalhar, tem um "porta documentos" fisicamente perto, reduzindo assim o *muda* de pessoas em movimento, mencionado na secção 2.1.2 da presente dissertação. Este contém a Panóplia de Rebarbas, pois é nesta secção que a maior parte das rebarbas são geradas, portanto é neste ponto do processo fabril que estas têm de ser detetadas, seguindo o conceito de Auto-Qualidade. Pelos motivos já explicados na secção 4.1.3, o Código de Cores da Matéria-Prima tem também que ser incluído no "porta documentos" da secção de corte da empresa X. Faz também sentido incluir o *Executive Standard* de Controlo Dimensional, caso seja implementada alguma gama de autocontrolo a algum artigo nesta secção.

Pelos mesmos motivos, na secção de quinagem decidiu-se que era benéfico incluir um "porta documentos" entre cada uma das quinadeiras. Cada um deles, tinha de incluir, mais uma vez, uma Panóplia de Rebarbas, para detetar rebarbas que não tenham sido identificadas no Corte Laser 2D. Semelhante, caso seja implementada alguma gama de autocontrolo na zona das quinadeiras, é também crucial garantir que todos os operadores saibam utilizar os instrumentos de controlo dimensional necessários, portanto os "porta documentos" desta secção têm que possuir um *Executive Standard* de Controlo Dimensional.

Mais uma vez, todos os postos de soldadura têm a necessidade de incluir um "porta documentos" que inclua uma Panóplia de Rebarbas, pois ainda existem peças que chegam com rebarba a esta secção. De referir, que ficou acordado que cada um dos "porta documentos" em cada um dos postos de soldadura, tinha que estar localizado o mais perto possível do local onde o operador efetua as suas operações. Com o intuito de detetar defeitos de soldadura provocados pelos operadores, o "porta documentos" desta secção têm que possuir a Panóplia de Defeitos de Soldadura, apresentada na secção 4.1.7 da presente dissertação. Repetidamente, caso seja necessário implementar alguma gama de autocontrolo na serralharia, torna-se essencial que os operadores tenham acesso ao *Executive Standard* de Controlo Dimensional.

Por fim, na zona de expedição, tanto para subcontratos como para o cliente final, decidiu-se, mais uma vez, incluir a Panóplia de Rebarbas. Como mencionado no capítulo 3, existiam reclamações de clientes em que as peças encomendadas lhes tinham chegado com rebarbas não admissíveis, portanto, não era demais, voltar a incluir este *standard* nos "porta documentos" da zona de expedição para o cliente final. Uma outra norma a incluir neste local, é a *checklist* de inspeção final, para que os operadores que trabalham nesta secção possam verificar a conformidade do produto acabado. Derivado do facto de um dos pontos desta *checklist* ser a elaboração de um controlo dimensional aos artigos, decidiu-se que os "porta documentos" da zona do embalamento têm também de incluir um *Executive Standard* de Controlo Dimensional. No caso dos subcontratos, era imperativo incluir tanto a *checklist* de artigos que iam para os subcontratos, como para os que voltavam, pelos motivos mencionados na secção 4.1.5. Adicionalmente, ficou também decido que seria colocado um *Executive Standard* de Utilização do Durômetro nos "porta documentos" dos subcontratos, pelos motivos mencionados na secção 4.1.5 e um *Executive Standard* de Controlo Dimensional.

Optou-se por não incluir nenhuma OPL de utilização das balanças nos "porta documentos", pois considerou-se que o ponto de uso desta norma era literalmente ao lado da balança. Para

tal, utilizou-se fita cola de dupla face e colou-se esta OPL na mesa sobre a qual estas estão pousadas.

4.1.10 Plano de Implementação dos Standards

Após todos os *standards* estarem criados e todos os pontos de uso definidos, foi então necessário definir um plano de implementação desses mesmos *standards.* Era imprescindível dar formação aos operadores que trabalham diretamente no *gemba* em como usar corretamente as normas criadas.

Em conjunto com o engenheiro de melhoria contínua da empresa X, definiu-se que, devido ao elevado número de trabalhadores que a empresa X possui, uma estratégia eficiente de treinar todas as pessoas rapidamente, seria, em primeiro lugar dar formação aos *team leaders* de cada secção desta unidade fabril, em como utilizar cada um dos *standards* que seriam implementados em cada uma das secções. Posteriormente, cada *team leader* tinha então a tarefa de formar os seus operadores na utilização de cada uma das normas. Os *standards* que foram implementados em cada secção da empresa, estão presentes na figura 20. Consequentemente cada *team leader* tinha de garantir que os seus operadores sabiam utilizar os *standards* das suas secções, dando-lhes formação.

	Team Leader Corte Laser 2D + Receção Matéria Prima	Team Leader Quinadeiras	Team leader Serralharia	Team leader Embalagem	Team leader Subcontratos	Colaborador Dep. da Qualidade
Código de Cores Matéria Prima	x					
Executive Standard Utilização Durômetro						x
Executive Standard Controlo Dimensional	x	x	x	x	x	
Checklist Entrada para Subcontratos					x	
Checklist Saída para Subcontratos					x	
Checklist Inspeção Final				x		
Panóplia de Defeitos de Soldadura			x			
Panóplia de Rebarbas	x	x	x	x	x	
OPL Utilização da Balança	x			x	x	

Figura 20 - Standards cujos Team Leaders tinham de dar formar aos seus Operadores

Importa ainda realçar que a pessoa responsável pela formação dos operadores em como utilizar o *Executive Standard* de Utilização do Durômetro é um colaborador do departamento de qualidade, pois trata-se de um trabalhador com um grande *know-how* em efetuar testes de *Rockwell.*

Nas formações que foram dadas aos *team leaders* das diferentes secções e dos distintos turnos foi, numa primeira fase, necessário contextualizar estas pessoas a razão da implementação destes *standards*. Com a intenção de os sensibilizar da importância, não só, de reduzir os defeitos, mas também de os detetar o mais cedo possível após serem gerados, foi utlizado o gráfico que demonstra o aumento exponencial dos custos de não qualidade comparativamente ao ponto de deteção do defeito, já apresentado na figura 5 da presente dissertação.

Posteriormente, a partir de uma tabela semelhante à da figura 20 foi clarificado quais os *standards* é que seriam implementados em cada uma das diferentes secções e qual o propósito dessa implementação.

Por fim, foi dada formação aos *team leaders* em como utilizar cada uma das normas criadas e qual o seu propósito. Foi também referido que estes seriam colocados nos "porta documentos", já abordados no subcapítulo 4.1.9.

4.2 Círculo da Qualidade

Uma das principais soluções desenhadas na empresa X, foi a implementação de um círculo da qualidade, cujo intuito já foi explicado na secção 2.4 da presente dissertação. O objetivo desta reunião é a resolução de problemas relativos a não conformidades com que a empresa X se depara.

Em conjunto com a equipa envolvida no projeto, definiram-se todos os critérios e regras desta reunião.

Primeiramente, acordou-se que esta tinha de acontecer no *gemba*. Como explicado na secção 2.1.3, é neste local que as tarefas que acrescentam valor para o cliente acontecem, que é o caso desta reunião. Posto isto, fazia todo o sentido que o seu local fosse o *gemba*.

Relativamente à frequência e respetiva duração, definiu-se que esta seria bi-semanal e que teria uma duração de 45 minutos.

Os primeiros 15 minutos, e com o auxílio do *dashboard*, explicado detalhadamente no subcapítulo 3.2.1, são dedicados à análise dos KPI´s, com o intuito de analisar se a empresa X está a caminhar no rumo correto no que diz respeito à redução de custos de não conformidade.

O quarto de hora seguinte, está reservado à seleção e lançamento de novos problemas. Devido ao facto de existiriam inúmeras não conformidades e a escolha de qual resolver não ser trivial, criou-se uma ferramenta denominada "Calculadora de Defeitos". Trata-se de um ficheiro elaborado no *software* Excel.

Esta calculadora, atribui a cada não conformidade um *ranking* de 1 a 5, sendo que, quanto mais alto for esta nota, maior a gravidade da NC. Indo ainda mais ao detalhe, este é calculado tendo como base quatro critérios: frequência do defeito, custo da NC, tipo de cliente e a origem da NC. A cada um destes fatores é também atribuída uma nota de 1 a 5. A classificação total da gravidade da NC é a média das notas destes quatro critérios.

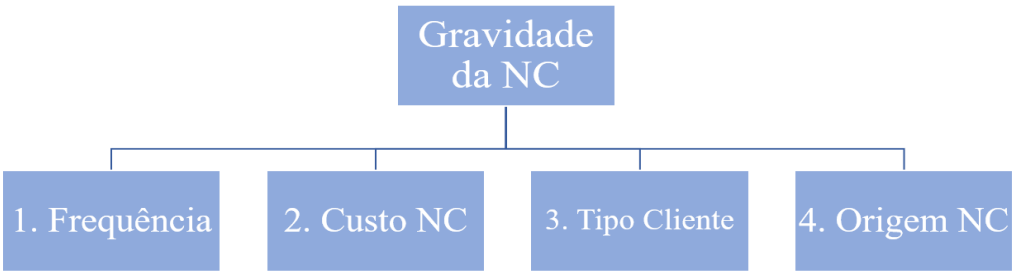


Figura 21 - Critérios para priorizar uma NC

Relativamente à atribuição de uma pontuação da frequência da NC, o utilizador apenas tem de inserir na calculadora de que tipo de defeito se trata, como por exemplo se é uma NC de peças em falta ou quinadas ao contrário. Automaticamente, o ficheiro elaborado devolve, para o tipo de defeito inserido, uma nota que pode variar de 1 a 5. Tendo como base os registos de todas as não conformidades desde o mês de janeiro de 2021 até à data atual, é atribuída uma

pontuação de 5 se, historicamente, a ocorrência do defeito fosse mais do que uma vez por dia. Se a frequência estiver compreendida entre o intervalo que vai de uma vez por dia até duas vezes por semana, então é concebido um *ranking* de 4 ou 3 se for apenas uma vez por semana. Uma NC tem apenas uma classificação de 2 se a respetiva frequência for apenas mensal e uma nota de 1 corresponde a defeitos cuja ocorrência é muito rara. Importa ainda referir que, se for detetada uma NC ainda inexistente na empresa X, ou seja pela primeira vez, então a classificação é de 5.

No que aos custos das não conformidades diz respeito, foram definidos com a equipa os intervalos de valores que correspondiam a cada classificação. O utilizador da calculadora tem apenas de inserir o custo da NC, e a respetiva nota é atribuída automaticamente.

No que toca ao tipo de cliente, definiu-se que o top 20 de clientes para a empresa X, tendo em conta a faturação do último trimestre, recebe uma nota de 5 e, entre o top 20 e 30 uma de 4. Clientes fora do top 30, mas ainda dentro do top 40 recebem uma nota de 3 e entre o top 40 e o 50 uma nota de 2. Por fim, se a faturação do cliente estiver fora do top 50, então o *ranking* atribuído é de apenas 1. Mais uma vez, o utilizador apenas tem de inserir o cliente em questão, que a calculadora faz todos estes cálculos automaticamente.

Por último, a atribuição de uma pontuação à "Origem da NC" tem como base o ponto onde esta foi detetada. Se for o cliente final a detetar que a(s) peça(s) possuem um defeito, então o *ranking* é de 5. Se a deteção for no controlo final, ou seja, na expedição da empresa X, então a classificação é de 4. Se o defeito for descoberto durante o processo produtivo, a nota é de 3 e se for logo detetado à receção da matéria-prima então é de 2. A nota 1 é atribuída no caso de o defeito ser detetado no departamento de desenho.

Foi ainda elaborada uma OPL que auxilia qualquer pessoa da empresa X a utilizar esta "Calculadora de Defeitos".

O problema a ser lançado é o(s) que tinha(m) uma pontuação mais alta na calculadora. O passo seguinte passa então, por decidir se o problema será resolvido com auxílio a um 3C ou a um *Kobetsu Kaizen.* Se o desenho e implementação de soluções for fácil então, a ferramenta escolhida é um 3C. Se a situação for mais complexa, deve-se utilizar um *Kobetsu Kaizen*. De referir, que nestes 15 minutos, para além da seleção do problema, é ainda necessário identificá-lo, analisar as respetivas causas raiz, usando como ferramenta de auxílio um diagrama de espinha de peixe e por fim, lançar contramedidas. Na presença de um *Kobestu Kaizen*, é também fundamental definir a situação atual e o estado futuro. De seguida, as contramedidas encontradas são transformadas em ações. Cada ação tem de ter uma descrição, uma pessoa responsável e uma data-limite.

Os últimos 15 minutos são dedicados à realização de um *follow-up* de resoluções de problemas em curso. É neste período que é feito um ponto de situação do plano de ações em curso.

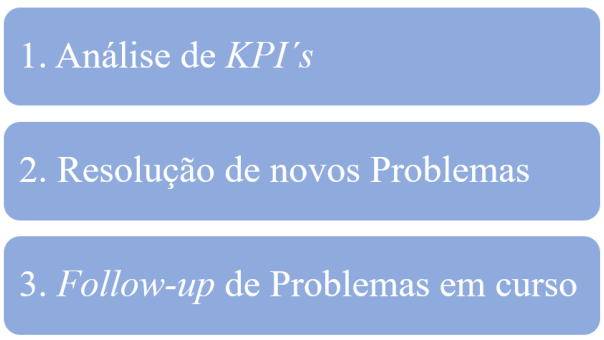


Figura 22 - Agenda do Círculo da Qualidade

Importa ainda salientar, que para que o foco não se perdesse, definiu-se o princípio de que não podem existir mais de três resoluções estruturadas de problemas em curso, simultaneamente.

Definiram-se ainda algumas regras adicionais que devem ser estritamente cumpridas. É, primeiramente, imprescindível seguir o horário e a agenda da reunião. Depois, todas as partes envolvidas têm de se comprometer com o respetivo empenho, compromisso e assiduidade. Para terminar, a cultura de trabalho em equipa e de "Não culpar e não julgar" tem de existir.

Com o intuito de garantir que esta reunião ocorre consoante o que foi previamente definido e também com a finalidade de treinar as pessoas envolvidas neste projeto, foi dado apoio às três primeiras resoluções estruturadas de problemas discutidas neste círculo da qualidade. Só assim, era possível garantir que quando este projeto terminasse, as pessoas da empresa X estavam todas formadas a selecionar um problema, a resolvê-lo de forma estruturada e a fazer um seguimento do plano de ações. Os problemas de NC´s resolvidos nesta reunião, aos quais foi dado acompanhamento, serão descritos nos seguintes subcapítulos.

4.2.1 3C – Peças Quinadas ao Contrário Cliente Z

Na primeira reunião, a NC sujeita a uma resolução estruturada foi a de diversas peças de um cliente estratégico para a empresa X, o cliente Z, serem quinadas ao contrário. A empresa X fornece essencialmente três tipos de conjuntos soldados a este cliente. Cada um deles, é constituído por diversas peças, e eram essas cuja quinagem ocorria no sentido inverso.

Apesar de na secção 4.1.2 já terem sido mencionadas e implementadas diversas soluções para os problemas de quinagem, considerou-se que se podia ir ainda mais longe para este cliente em específico. A seguinte decisão tomada foi a de que este problema seria resolvido com recurso a um 3C e não a um *Kobetsu*, pois apesar de se tratar de uma NC responsável por trazer elevados custos de não qualidade à empresa X, a respetiva resolução não era deveras complexa.

O primeiro passo, foi a definição do problema. Como já mencionado, este era "Peças quinadas ao contrário do cliente Z". De seguida, com recurso a um diagrama de *Ishikawa*, presente na figura 23, procedeu-se a uma análise das causas raiz.

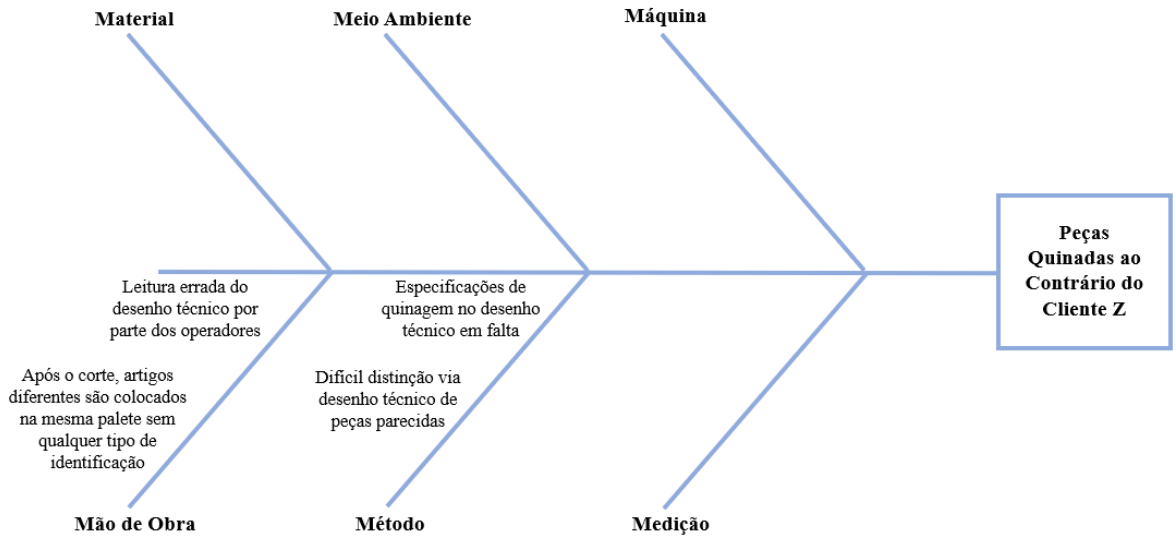


Figura 23 - Diagrama de Ishikawa para Peças Quinadas ao Contrário

No que ao método diz respeito, uma das causas raiz levantadas foi a falta de especificações no desenho técnico relativas ao processo de quinagem. Por outro lado, existiam peças muito semelhantes cuja distinção via desenho técnico era muito complicada. Isto levava a que os

operadores utilizassem, por vezes, o desenho técnico que na verdade não correspondia ao artigo que estava a ser quinado e, consequentemente, quinassem mal a peça. Uma das razões para que isto acontecesse era, o facto de os artigos serem colocados na mesma palete, sem qualquer tipo de identificação, levando a que a sua distinção via desenho técnico fosse difícil.

Uma das causas raiz identificada para a mão-de-obra, vai um bocado ao encontro às que foram levantadas no método: a leitura errada dos desenhos técnicos por parte dos operadores.

Depois de todas as causas deste problema estarem levantadas, procedeu-se então ao desenho de contramedidas. A primeira solução proposta passava por identificar para cada um dos três conjuntos soldados, quais as peças que os constituem e identificar quais as mais críticas em termos de dificuldade na quinagem. Nessas peças passou a fazer-se uma gravação via Corte Laser 2D. Isto permite aos operadores saberem que têm de quinar a peça com a face que contém a gravação voltada para cima. Por outro lado, auxilia também o alinhamento do punção da quinadeira com o local correto da peça a quinar. Já quando é necessário quinar a peça do lado oposto à gravação, criou-se então o entalhe em formato de semicírculo no bordo da chapa já explicado com detalhe na secção referente à quinagem. Assim, na presença desta forma geométrica, o operador, sabe que tem de quinar a peça com a face oposta à que contém a gravação voltada para cima. O semicírculo auxilia, mais uma vez, o operador a alinhar corretamente o punção com o local exato da peça a quinar.

Apesar de esta solução ter sido inicialmente proposta para todas as peças que a empresa X quinava e depois abandonada pelos motivos já mencionados na secção 4.1.2, esta situação era diferente. O departamento de desenho técnico já possui capacidade para alterar os desenhos, pois trata-se apenas de algumas peças de apenas um único cliente. Pelo mesmo motivo, as perdas de eficiência que o Corte Laser 2D vai ter a produzir as gravações e a cortar os entalhes não são significativas. Foi também testado para todas estas peças, e os entalhes não seriam a causa raiz de possíveis figuras.

Uma outra solução desenhada, foi a criação de gamas de autocontrolo, já aprofundadas no subcapítulo 4.1.4 da presente dissertação, para cada uma das peças consideradas críticas.

4.2.2 3C- Peças em falta – Cliente W

Outra não conformidade que foi assunto no círculo da qualidade, era o defeito de peças em falta, identificadas apenas no cliente W, que é estrangeiro. Esta não conformidade acrescia em muito os custos de transporte à empresa X por se tratar de um cliente fora de Portugal.

Mais uma vez, apesar de se tratar de um problema sério, considerou-se que um 3C era suficiente para o resolver.

O caso deste problema era “Peças em Falta no Cliente W”. No que diz respeito às causas raiz, identificou-se que muitas vezes, os operadores que trabalhavam na expedição colocavam os artigos do cliente W na palete de outro cliente. Outra causa do problema era também a falha do cliente W na contagem das peças e da empresa X, não ter provas que expediu a quantidade de peças correta. Note-se que, a balança utilizada para a contagem de peças na expedição tinha um limite de peso, que era excedido por alguns tipos de artigos do cliente W.

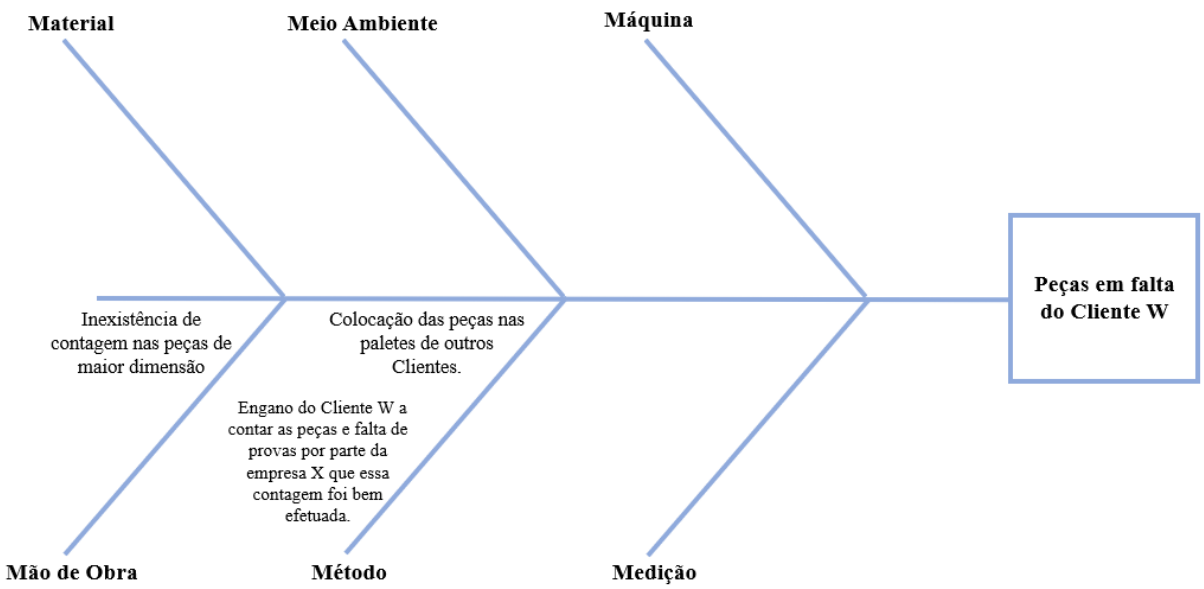


Figura 24 - Diagrama de Ishikawa de Peças em Falta

Posto isto, a primeira contramedida proposta foi a compra de uma balança que pesasse peças de maior dimensão.

Uma outra solução passava por ligar uma impressora à balança que conta as peças, e então imprimir numa etiqueta a quantidade contada e o respetivo peso sempre que as peças fossem pesadas. Estas, são posteriormente coladas na caixa onde o material é expedido e serve como prova que todos os artigos foram sujeitos a um processo de contagem e as quantidades são as corretas.

Por fim, criou-se também um *Executive Standard* exclusivo à embalagem dos artigos do cliente W. Este inclui, para cada artigo que este comprava à empresa X, o tipo de palete que é necessário usar e as informações específicas de como cada conjunto de artigos deve ser embalado, como por exemplo a sua orientação e a disposição na palete, se os artigos devem ser envolvidos na íntegra em filme de plástico e/ou se estes têm ou não de ser embalados em caixas de cartão. Adicionalmente, este *standard* contém também todo o conteúdo que as etiquetas devem ter e o respetivo local onde devem ser coladas, se apenas na caixa onde os artigos são expedidos ou em cada artigo individualmente.

4.2.3 3C- Produção de Peças com a Espessura Errada

A última resolução estruturada de um problema, ao qual foi dado apoio, era o de existirem peças que eram produzidas numa chapa cuja espessura não correspondia à especificada pelo cliente, defeito já mencionado na secção 3.2.2 da presente dissertação.

Mais uma vez, optou-se por resolver esta adversidade a partir de um 3C e não um *Kobetsu Kaizen.*

No segundo passo deste 3C, foi mapeado como uma das causas raiz, a falta de formação por parte dos operadores. Por outro lado, concluiu-se que uma outra possível causa era o não cumprimento por parte dos operadores de um *standard* já implementado, que os obrigava a medir a espessura da chapa, tanto à entrada do Armazém 10 como imediatamente após as peças serem cortadas pelo laser. Com o intuito de se perceber melhor quais as causas raiz desta adversidade, a equipa envolvida na resolução deste problema, dirigiu-se à entrada do Armazém 10 e questionou a um operador o porquê, de, havendo um *standard* que os obrigava a medir a espessura da peça, ainda existirem peças com espessura não conforme que não eram detetadas. Este, mencionou que uma das principais dificuldades se devia ao facto de chapas

ou retalhos com espessura diferentes serem guardados na mesma palete no Armazém 10. Isto levava, a que muito facilmente a produção de um determinado artigo se iniciasse na chapa ou retalho errado. Posteriormente, este mencionou que, o *standard* de verificação da espessura das peças após o corte, não estava a ser cumprido na totalidade, motivo pelo qual peças não conformes não serem rejeitadas nesta etapa do processo.

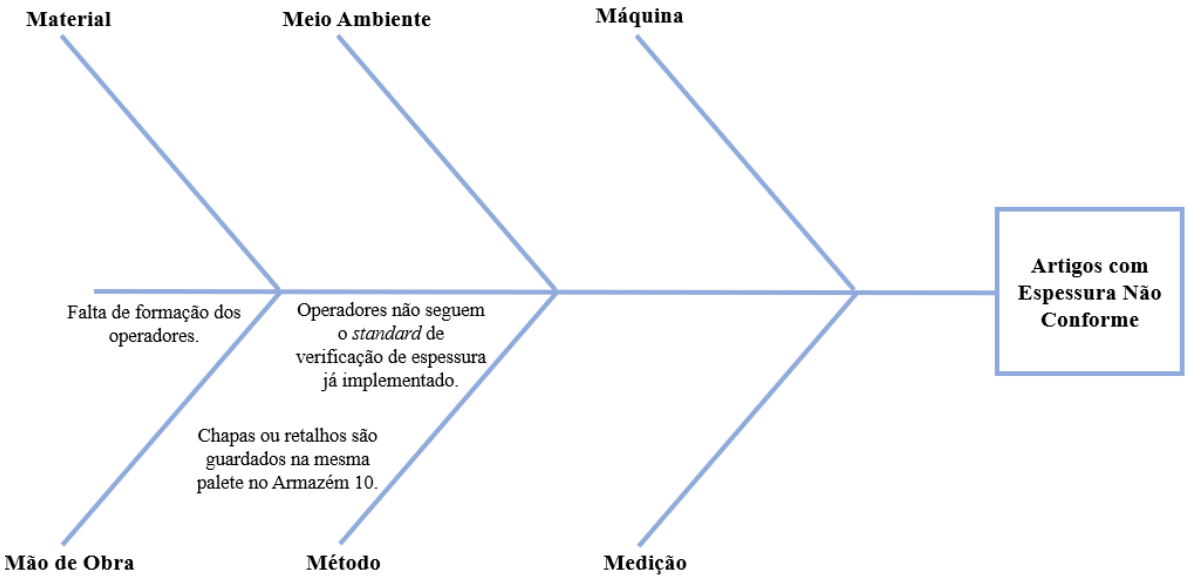


Figura 25 - Diagrama de Ishikawa da Não Conformidade de Peças produzidas com a Espessura Errada

As soluções desenhadas passaram, por numa primeira fase, melhorar o *standard* de medição de espessura de chapas ou retalhos, tornando-o mais simples e mais visualmente apelativo. Depois de esta melhoria estar feita, a contramedida seguinte passava por treinar os operadores a cumprir corretamente com esta norma. De referir ainda, para que esta estivesse acessível a todos, tinha que ser colocada em todos os "porta documentos" da secção do Corte Laser 2D.

4.3 Formação em fundamentos básicos de Gestão da Qualidade Total

Depois de se ter dado auxílio na resolução das três primeiras resoluções estruturadas de problemas no círculo da qualidade, descritas nas secções 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3 desta dissertação, sentiu-se a necessidade de dar formação à equipa sobre fundamentos básicos de Gestão da Qualidade Total. Esta formação tinha como principal objetivo clarificar alguns conceitos e ferramentas básicas ligadas à Gestão da Qualidade Total, necessárias para o sucesso desta reunião bi-semanal que decorre no *gemba* da empresa X.

Em primeiro lugar, foi feita uma breve introdução à equipa presente sobre o conceito de qualidade. Foi explicado, mais uma vez, o gráfico presente na figura 5.

A parte principal desta formação, passava, no entanto, por explicar cada um dos passos do modelo KBS e as respetivas ferramentas aos participantes.

Relativamente ao nível 0, foi primeiramente explicado que este, corresponde ao nível em que uma empresa não possui qualquer tipo de meios e ferramentas para detetar defeitos. Aqui, foi também introduzido à equipa a diferença entre uma não conformidade e um defeito. Um defeito é uma não conformidade, no entanto o inverso não é verdade. Uma NC não tem que necessariamente ser um defeito (Kaizen, 2020). Apresentou-se também a seguinte imagem, presente na figura 26.



Figura 26 - Iceberg da Não Qualidade (Retirado de Kaizen, 2020)

Tornava-se extremamente importante que a equipa entendesse que uma parte dos custos de não qualidade não são visíveis à primeira vista. A presença desta figura na apresentação da formação teve como propósito a sensibilização das pessoas presentes, que existem muitos mais custos de não qualidade do que aqueles que são visíveis no surgimento de um defeito.

Já no nível 1 do modelo KBS, foi explicado o que é um *standard*, as características que estes devem ter, o porquê de existirem e ainda os diferentes tipos, conteúdo já detalhado na secção 2.3.1. Explicou-se também a diferença entre o ciclo PDCA e o SDCA.

No nível 2, foi mais uma vez, clarificada a diferença entre um 3C e um *Kobetsu Kaizen*, quando é que cada um deve ser utilizado e todos os respetivos passos para que que a resolução estrutura de um determinado problema ocorra com sucesso. Detalhou-se ainda o que é um gráfico de *Pareto* e as vantagens que este traz na análise de uma situação inicial de um problema e ainda o diagrama de espinha de peixe.

A seguir foi, novamente, clarificada a importância de uma empresa possuir Auto-Qualidade, utilizando, repetidamente, a figura 5 como auxílio dessa explicação. Neste nível foi também dado especial ênfase ao conceito de *Poka Yoka*. Nesta fase da formação foi feita uma dinâmica com a equipa. Pediu-se a cada um dos participantes que pensassem num sistema *Poka Yoka* que resolvesse uma não conformidade recorrentemente gerada pela empresa X. Posteriormente, cada membro teve de apresentar a sua ideia à restante equipa.

Esta dinâmica, permitiu por um lado, garantir que todos os participantes saiam desta formação a perceber o que era um *Poka Yoka*. Por outro lado, algum dos *Poka Yokas´s* aqui "inventados", podiam desde logo servir de solução para algum problema discutido nas futuras reuniões no círculo da qualidade.

Por fim, o último nível do modelo KBS, foi apenas introduzido, não entrando em grandes detalhes, pois não se enquadrava ao contexto da empresa X.

4.4 Resultados

Como descrito no início do capítulo 4, ficou definido que os objetivos deste projeto, eram a redução em 20%, tanto do valor anual dos custos de não qualidade, como do número de não conformidades medidas em PPM.

Relativamente ao custo anual de não qualidade, este torna-se difícil de medir num espaço temporal tão curto. Apenas será possível aferir se este objetivo foi ou não cumprido no longo prazo. Não obstante, o *dashboard* criado permite visualizar os custos de não qualidade de forma mensal. Portanto, com a finalidade de também monitorizar este indicador, calculou-se a

média dos primeiros quatro meses de 2022, e comparou-se estes valores com o mês de maio e junho do mesmo ano. Os resultados apresentam-se na figura 27.

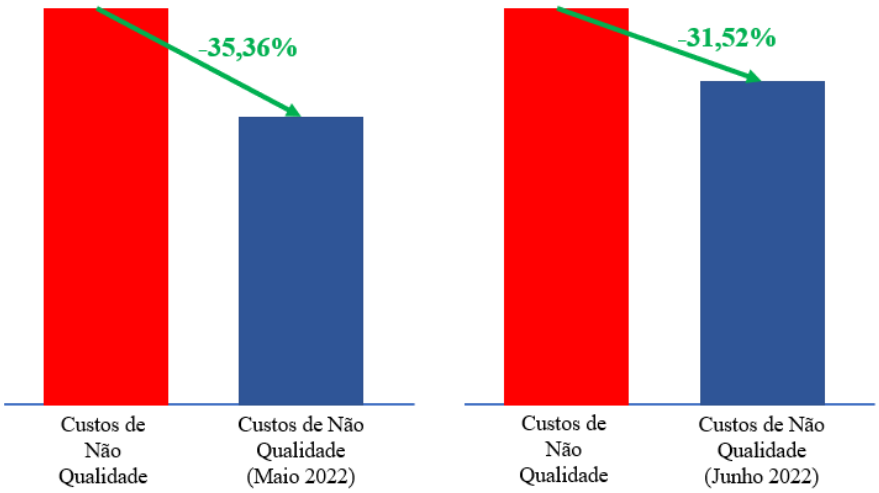


Figura 27 - Evolução Custos de Não Qualidade

Como se pode observar na figura 27, no mês de maio obteve-se uma redução de 35,36% e no mês de junho uma de 31,52% tendo como comparação a média deste indicador nos quatro primeiros meses do ano de 2022.

Na figura 28, encontra-se a mesma comparação, mas tendo como indicador, o número de não conformidades medidas em PPM.

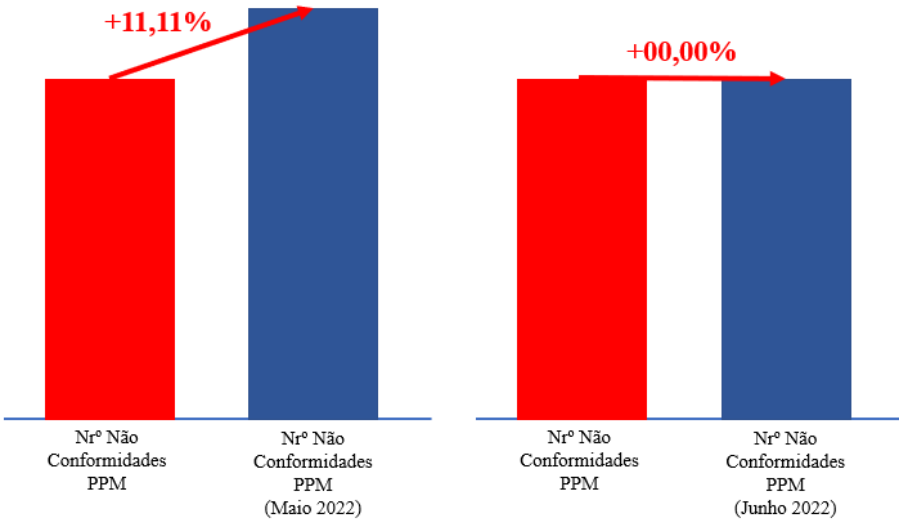


Figura 28 - Evolução Número de Não Conformidades em PPM

Note-se que apenas foi possível obter os dados relativos ao mês de junho até ao dia 20 e não no fim do mesmo. Com o intuito de também contabilizar os restantes dias do mês de junho, assumiu-se que até ao dia 20 de junho tinham sido geradas dois terços das NC´s e, tendo como base esse valor, somou-se o restante um terço.

Já era expectável que, nestes primeiros meses, nomeadamente, maio e junho, o número de não conformidades aumentasse. Este facto pode ser explicado, dada a importância que foi transmitida aos colaboradores que registam as NC´s no sistema informático da empresa X,

em, de facto, o fazerem. Por outro lado, o envolvimento dos operadores, mais precisamente dos *team leaders* de cada uma das secções, nos *workshops* que foram realizados ao longo do projeto, permitiu que estes ficassem mais cientes do problema e estivessem mais atentos à presença ou não de NC´s, detetando-as assim, em maior quantidade. No entanto, há também que realçar que já houve uma melhoria considerável deste indicador de maio para junho.

Por outro lado, os custos de não qualidade reduziram consideravelmente. Analisando o custo médio das NC´s por mês, observou-se que houve uma redução de 41,93% no mês de maio e 12,97% no mês de junho, tendo como base de comparação o mesmo período de referência. A partir desta observação, é possível concluir, que apesar de o número de não conformidades não ter reduzido, o custo de não qualidade destas é menor, o que explica a redução apresentada na figura 27. Ou seja, determinadas NC´s com elevados custos de não qualidade foram eliminadas, o que pode ser, mais uma vez, explicado pela maior sensibilização que os operadores têm sobre este tema, comparativamente ao período que antecedeu este projeto.

Por fim, houve uma redução de 30,32% no número de peças quinadas ao contrário no mês de junho relativamente à média dos quatro primeiros meses do ano de 2022. Apesar de este valor apenas representar aproximadamente metade do objetivo estabelecido na secção 4.1.2, já houve sinais de melhoria, comparativamente ao passado.

5 Conclusão e Trabalhos Futuros

Como já foi referido ao longo desta dissertação, antes deste projeto se iniciar, a empresa X caracterizava-se por ter elevados números de não conformidades e consequentemente enormes custos de não qualidade. Para além de se gerarem numerosos e diversos tipos de defeitos, como abordado com mais detalhe no capítulo 3, esta companhia não possuía meios de qualidade que permitissem detetar os defeitos o mais rapidamente possível, assim que gerados.

Por outro lado, não existia nenhum momento em que a equipa se reunisse, e discutisse em conjunto o porquê de certas não conformidades ocorrerem recorrentemente. Esta reunião, tinha a finalidade de encontrar soluções que reduzissem ou eliminassem tais NC´s. Os membros do departamento de qualidade passavam uma grande parte do seu tempo a resolver problemas devidos a não conformidades que já tinham ocorrido, como por exemplo, lidar com reclamações de clientes, em vez de trabalharem para encontrar soluções para que estas não acontecessem.

Deu-se início ao presente projeto entre a empresa X e o Kaizen Institute com a intuito de eliminar ou reduzir as adversidades mencionadas em cima.

Antes de se proceder ao desenho de soluções, tornou-se imprescindível caracterizar o problema detalhadamente. Com este propósito, foi desenvolvido um *dashboard* no *software Power BI*, que permitiu quantificar os custos de não qualidade e o número de não conformidades da empresa X no intervalo de tempo analisado. A partir deste, foi também possível investigar-se quais os tipos de defeitos que eram gerados com maior recorrência e qual o respetivo impacto em termos monetários para a empresa X. Por outro ângulo, esta ferramenta permitiu também sensibilizar a equipa envolvida neste projeto que o problema descrito era grave, que estava a impactar negativamente e transversalmente toda a empresa e, portanto, tinham de ser tomadas medidas para o ultrapassar. Adicionalmente, este *dashboard* serviu e servirá para monitorizar a evolução positiva ou negativa dos custos de não qualidade e número de não conformidades ao longo do projeto e após este terminar.

Uma das soluções aventadas foi a criação de um círculo da qualidade. Trata-se de uma reunião bi-semanal que decorre no *gemba* na empresa X, o que permite sensibilizar os operadores desta companhia do quão importante é a não geração de defeitos e respetiva deteção imediata. Assim, estes podem visualizar com os seus próprios olhos que, pessoas ocupadas como os seus *team leaders*, colaboradores do departamento de qualidade e o próprio diretor de produção, se reúnem duas vezes por semana, apenas para resolverem problemas ligados a não conformidades.

Na secção 4.2 da presente dissertação foram descritos todos os pormenores desta reunião, inclusive o acompanhamento que foi dado à resolução estruturada das três primeiras não conformidades selecionadas pela “Calculadora de Defeitos”. A acrescentar a isto, foi descrito no capítulo 4.3 uma formação sobre fundamentos de Gestão da Qualidade Total que foi proporcionada à equipa envolvida no círculo da qualidade.

Após este período de acompanhamento, a equipa já era capaz de analisar os indicadores a partir do *dashboard* e concluir se estavam ou não a caminhar no rumo correto, de resolver um problema de forma estruturada do início ao fim, utilizando diversas ferramentas de auxílio, como por exemplo, um 3C e um diagrama de *Ishikawa*. Possuíam também a capacidade de transformar uma solução numa ação e de, nos últimos 15 minutos desta reunião, fazerem um *follow-up* rápido e eficaz do plano de ações em curso.

Estavam assim reunidas todas as condições para que a equipa desse continuidade a estas reuniões autonomamente. Espera-se que diversas não conformidades com um elevado impacto negativo sejam resolvidas nos próximos meses.

Adicionalmente, foram desenhados meios para, por um lado reduzir o número de defeitos e por outro, não os deixar passar ao longo do processo produtivo, como descrito ao longo da secção 4.1 da presente dissertação. A implementação de balanças permite que os operadores determinem a quantidade de peças, não enviando para a operação a jusante quantidades não conformes. Esta solução permite reduzir a categoria de NC´s com maior representatividade na empresa X, que são a de peças em falta. Foi também elaborada e implementada uma OPL que auxilia os operadores a utilizar corretamente a balança.

Apesar das dificuldades encontradas, foi também possível chegar a um conjunto de soluções que diminuem as não conformidades relativas à quinagem.

Foram também criadas três *checklists*, que permitem aos trabalhadores conferir a conformidade ou não dos artigos, antes de estes irem para os subcontratos, quando regressam dessas mesmas empresas externas e quando os artigos são expedidos para o cliente final.

Com o intuito de aferir que o tipo de material fornecido é, de facto, o especificado pelo cliente, a solução aventada foi a elaboração de um teste de *Rockwell* a todos os lotes de chapas que entram na empresa X. Sendo a elaboração deste teste um processo complicado, foi também criado um *Executive Standard* de Utilização do Durômetro. Além disso, implementou-se também a solução do "risco vertical no lote de chapas" descrito no capítulo 4.1.3 e cujo esboço desta solução pode ser visualizado na figura 17, com a finalidade de ter mais certezas de que o corte da chapa apenas se iniciava com o tipo de material correto.

Já as Panóplias de Rebarbas e de Defeitos de Soldadura ajudam os operadores a distinguir o que é ou não admissível, evitando assim a não deteção de defeitos.

O *Executive Standard* de Controlo Dimensional auxilia também os operadores a utilizarem corretamente um paquímetro, uma suta, uma fita-métrica e um esquadro no caso de terem de efetuar algum tipo de controlo dimensional.

Foi tomada a decisão que estes *standards* seriam colocados em "porta documentos" nos pontos de uso descritos em 4.1.9 e foram organizadas formações, com o propósito de ensinar os *team leaders* das diferentes secções em como utilizar corretamente cada um dos *standards* descritos. Cabia então a estes, "passar a mensagem" aos seus operadores.

Como trabalho futuro, é necessário realizar um conjunto de auditorias, com a finalidade de aferir que todos os operadores desta empresa sabem utilizar corretamente cada uma das normas implementadas nas diferentes secções desta unidade fabril. Caso algum destes *standards* não esteja a ser cumprido conforme os requisitos é então necessário voltar a formar os operadores até que estes saibam utilizar cada uma das normas corretamente.

Os resultados demonstram que este projeto consciencializou todos os colaboradores da empresa X, desde a gestão de topo aos operadores de chão de fábrica, da existência e dos impactos negativos que este problema traz, transversalmente, a toda a organização. Apesar de os objetivos estabelecidos no início deste projeto ainda não terem sido 100% alcançados, esta possui, ao momento, todos os meios à sua disposição para o fazer.

No futuro, é necessário monitorizar o custo de não qualidade por ano e tirar as devidas conclusões. Além disso, é imprescindível continuar a monitorizar os indicadores referidos na secção 4.4 da presente dissertação, com a finalidade de aferir se a empresa X está a caminhar no rumo correto. É expectável que os resultados deste projeto sejam mais visíveis num prazo mais longo.

Por fim, e considerado o último passo do *Kobetsu Kaizen,* a principal lição aprendida ao longo deste projeto é a importância do envolvimento das pessoas, um dos princípios fundamentais da filosofia *Kaizen,* descrito no capítulo do Estado da Arte. Ficou provado que, para problemas que à primeira vista aparentam não ter solução, com a contribuição da sabedoria de todos os envolvidos e o respetivo trabalho em equipa, as soluções acabam por surgir. Da mesma maneira, este projeto demonstrou a importância de ir ao *gemba.* Sempre que surgiu alguma contrariedade no desenho de alguma solução, a resposta a essa contrariedade estava no *gemba.* O *gemba walk* realizado com o intuito de aferir os pontos de uso dos *standards* é um exemplo claro deste princípio. Antes deste, não existia qualquer tipo de ideia de qual seria os pontos de uso mais adequado para colocar as normas criadas. Só, durante esta "caminhada" pelo chão de fábrica é que surgiu a ideia de os colocar em "porta documentos" e, aditivamente, quais eram os locais mais adequados para estes serem colocados.

O 3C descrito na secção 4.2.3 é outro exemplo de que é no *gemba* que os problemas se resolvem. A ida da equipa à entrada do Armazém 10 permitiu mapear mais uma causa no diagrama de *Ishikawa,* que não tinha sido sequer pensada. Permitiu também perceber que, apesar de já existir um *standard,* este não estava a ser cumprido.

Outra aprendizagem que este projeto trouxe foi a importância de ser transparente e de falar com dados. Um problema e qualquer ação de melhoria apenas estão bem definidos, caso estejam sustentados a partir de dados ou factos. Esta lição alude à *quote* de *W. Edwards Deming*:

> *"Without data, you´re just another person with an opinion."- W. Edwards Deming*

Referências

Baird, Kevin, Kristal Jia Hu, and Robert Reeve. 2011. “The Relationships between Organizational Culture, Total Quality Management Practices and Operational Performance.” *International Journal of Operations and Production Management* 31 (7): 789–814. https://doi.org/10.1108/01443571111144850.

Banco de Portugal. 2021. “Analíse Setorial Da Indústria Metalomecânica.”. último acesso: 15 abril 2022. https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1313

Bordin, Mateus F., André Dall’Agnol, Alexandre Dall’Agnol, Elvira M.V. Lantelme, and Marcelo F. Costella. 2018. “Kaizen - Analysis of the Implementation of the A3 Reporting Tool in a Steel Structure Company.” *IGLC 2018 - Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers* 1 (April 2019): 294–304. https://doi.org/10.24928/2018/0265.

Coimbra, Euclides A. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. MC Graw Hill Education.

Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy, 2nd Ed.* Edited by Mc Graw Hill. Second. https://doi.org/10.1080/10686967.2018.1404374.

Jorgenson Eric. 2015. “Why Value Creation Is the Foundation of Business: How to Define It, Measure It, and Manage It,” 1–8. https://medium.com/evergreen-business-weekly/why-value-creation-is-the-foundation-of-business-how-to-define-it-measure-it-and-manage-it-147c92b87aca.

Kaizen Institute. 2022a. “About Us.”. último acesso: 15 abril 2022. https://www.kaizen.com/about-us.

———. 2022b. “What Is Kaizen.”. último acesso: 15 abril 2022. https://www.kaizen.com/what-is-kaizen.

———. 2022c. “What We Offer.”. último acesso: 16 abril 2022. https://www.kaizen.com/use-kaizen.

———. 2020. “Conteúdos Teóricos TQM.”

Knop, Krzysztof, and Krzysztof Mielczarek. 2015. "The Improvement on the Basis of PDCA and SDCA Cycles." *Zeszyty Naukowe. Quality. Production. Improvement*.

Kulkarni, Shantanu, Shantanu Welekar, and Arun Kedar. 2018. “Productivity Improvement through Quality Circle: A Case Study at Calderys Nagpur.” International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development 8 (1): 957–68. https://doi.org/10.24247/ijmperdfeb2018116.

Lawler, Edward E., and Susan A. Mohrman. 1984. "Quality Cicles After the Fad." Harvard Business Review Case Services.

Liliana, Luca. 2016. “A New Model of Ishikawa Diagram for Quality Assessment.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 161 (1): 1–7. https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099.

Majumdar, Jyoti Prakas, and B. Murali Manohar. 2011. “How to Make Quality Circle a Success in Manufacturing Industries.” Asian Journal on Quality 12 (3): 244–53. https://doi.org/10.1108/15982681111187083.

Metal Portugal. n.d. “Indicadores 2018.”. último acesso: 15 abril 2022. https://www.metalportugal.pt/p460-dados-do-setor-pt

Papelar. 2022. “Porta Catálogos.” último acesso: 10 junho 2022. https://www.papelar.pt/produtos/comunicacao-visual/porta-catalogos.

Powell, Thomas C. 1995. “Total Quality Management as a Competitive Advantage : A Review and Empirical Study.” Strategic Management Journal 16: 15–37. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/smj.4250160105%0A.

Saleem, Muhammad, Nawar Khan, Shaftqat Hamed, and M Abbas Ch. 2012. “An Analysis of Relationship between Total Quality Management and Kaizen.” *Life Science Journal* 9 (3): 31–40.

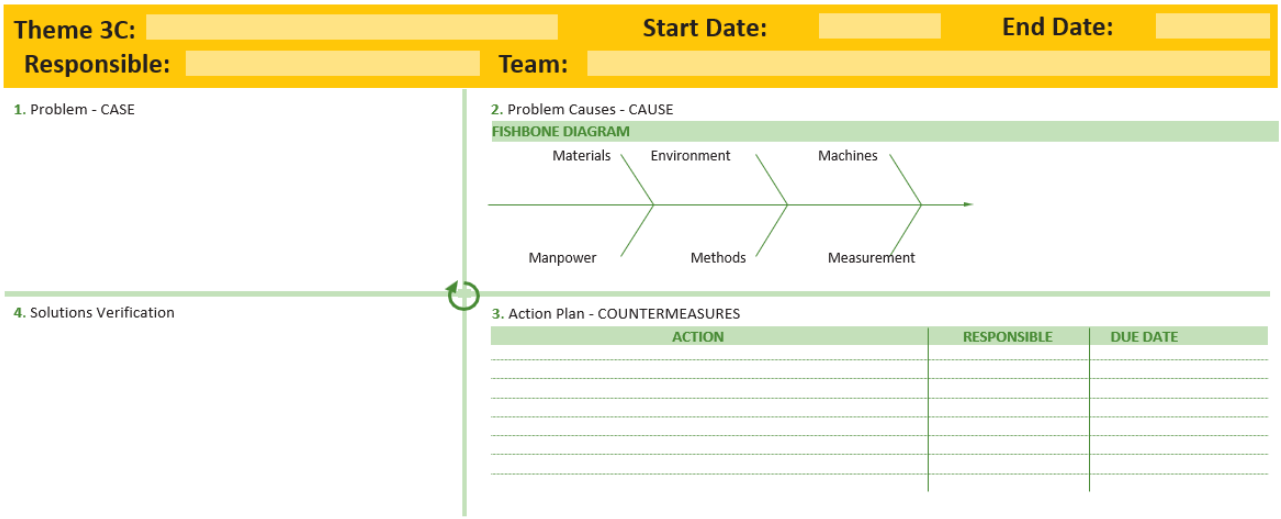
Santos, Luísa. 2020. “Tudo Sobre a Indústria Metalomecânica.”. último acesso: 15 abril 2022. https://www.pai.pt/artigos/125-tudo-sobre-a-industria-metalomecanica.

Shan, Ang Wei, Mohd Fauzi Ahmad, and Nik Hisyamudin Muhd Nor. 2016. “The Mediating Effect of Kaizen between Total Quality Management (TQM) and Business Performance.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 160 (1): 1–8. https://doi.org/10.1088/1757-899X/160/1/012012.

Sokovic, M, D Pavletic, and K Kern Pipan. 2010. “Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS.” *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 43 (1): 476–83.

Suzaki, Kiyosji. 1987. *The New Manufacturing Challenge : Techniques for Continuous Improvement*. Edited by The free Press.

ANEXO A: *Template* de um 3C (Retirado de Kaizen, 2020)



ANEXO B: *Template* de um Quadro *Kobetsu Kaizen* (Retirado de Kaizen, 2020)

