



Universidade de Aveiro
2021

Sara Sousa Rodrigues **MELHORIA DA QUALIDADE DA LINHA DE
MONTAGEM DE UMA EMPRESA DO RAMO
AUTOMÓVEL**



Universidade de Aveiro
2021

Sara Sousa Rodrigues **MELHORIA DA QUALIDADE DA LINHA DE
MONTAGEM DE UMA EMPRESA DO RAMO
AUTOMÓVEL**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus avós.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos
professora auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Prof.^a Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Professora Doutora Helena Alvelos, por todo o apoio que prestou desde o início deste projeto.

Ao meu orientador da Toyota Caetano Portugal, Eng. Carlos Cunha e a toda a equipa do Departamento da Qualidade por todo o apoio prestado durante o estágio curricular.

A todos os colaboradores da Linha dos Chassis EV, um enorme obrigado por me terem integrado desde o primeiro dia, terem dado o apoio e a ajuda que precisei.

À Cristiana, Catarina, Beatriz, Maria, Vítor, Rafael e Márcio, por todos os conselhos, apoio, amizade e paciência que tiveram comigo.

A todos os meus amigos que fiz durante o meu percurso académico.

A toda a minha família que esteve presente durante o meu percurso académico, que me deram sempre apoio.

Aos meus pais.

À minha irmã, por tudo.

Ao Rui, pelo apoio, carinho e por toda a paciência que tem tido comigo ao longo destes anos.

Obrigado a todos.

palavras-chave

Toyota Production System, Lean Manufacturing, qualidade, melhoria contínua, documentos standard, eliminação de desperdícios.

resumo

O transporte é uma das áreas que contribui para as mudanças climáticas e, por isso, a preocupação ambiental está cada vez mais assente na estratégia das organizações, não só pela vertente mais competitiva, mas também pela responsabilidade social que apresenta. A sociedade procura alternativas mais ecológicas e amigas do ambiente, onde a procura de transportes coletivos mais *eco-friendly* aumentou consideravelmente. A Caetano Bus reconheceu a necessidade de se adaptar a esta nova realidade, tendo iniciado a produção de autocarros elétricos e a hidrogénio, que comercializa para um grande número de países. Na Toyota Caetano, onde foi desenvolvido este trabalho, são montados chassis de autocarros elétricos para a Caetano Bus.

O principal objetivo deste projeto, foi o de reduzir a quantidade de defeitos e desperdícios das tarefas do Inspetor da Qualidade na linha de montagem dos referidos chassis, melhorando a qualidade ao longo de todo o processo produtivo, e criar vários documentos standard para o processo de inspeção.

Primeiramente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, a fim de criar uma base teórica. De seguida, um estudo da situação inicial para se conhecer a realidade desta linha e onde foi observado o processo produtivo e medidos tempos, tendo-se verificado a existência de desperdício na tarefa da Inspeção de Material Rececionado. Foram, assim, propostas e analisadas duas soluções para o problema, sendo que a selecionada, facilitaria o trabalho do inspetor da qualidade e, comparando com a situação atual, conseguir-se-ia reduzir em 23% o tempo total de inspeção de receção de material. Analisou-se, também, a tarefa da inspeção de linha e através dos dados obtidos, verificou-se que a área de atuação com maior tempo de reparações era a mecânica, devido ao aperto dos binários de segurança estarem fora dos limites de especificação. Assim, será importante, no futuro, atuar neste tipo de tarefas para se tentar reduzir o número de defeitos observados nestes apertos. Foram elaborados os standards para várias atividades de inspeção, tendo-se verificado melhorias durante o processo destas.

Após a implementação das medidas propostas no presente documento, pode concluir-se, que existem melhores condições de trabalho e pode observar-se uma redução de movimentações do inspetor da qualidade.

keywords

Toyota Production System, Lean Manufacturing, quality, continuous improvement, standard documents, waste disposal.

abstract

Transportation is one of the areas that contributes to climate change and, therefore, the environmental concern is increasingly being based on the strategy of organizations, not only for the competitive aspect, but also for the social responsibility it represents. Society is looking for more ecological and environmentally friendly alternatives, where the demand for more eco-friendly public transportation has increased considerably. Caetano Bus recognized the need to adapt to this new reality, and started the production of electric and hydrogen buses, buses which are commercialized to a large number of countries. At Toyota Caetano, where this work was developed, electric bus chassis are assembled for Caetano Bus.

The main objective of this project was to reduce the number of defects and waste of the Quality Inspector's tasks in the assembly line of these chassis, improving the quality throughout the production process, and to create several standard documents for the inspection process.

First, a literature search was conducted in order to create a theoretical basis for the project. Next, a study of the initial situation was made in order to get to know the reality of this line. In this analysis, the production process was observed and times were measured, having verified the existence of waste in the task of Inspection of Recycled Material. Thus, two solutions to the problem were proposed and analyzed, and the selected one would facilitate the quality inspector's work and, compared to the current situation, it would be possible to reduce by 23% the total inspection time for receiving material. The line inspection task was also analyzed and, through the data obtained, it was found that the area with the longest repair time was the mechanical one, due to the tightening of the safety torques being outside the specification limits. Thus, it will be important in the future to act on this type of task to try to reduce the number of defects observed in these tightening's. The standards for various inspection activities were developed, and improvements were made during the inspection process.

After the implementation of the measures proposed in this document, it can be concluded, that there are improved working conditions and a reduction of the quality inspector movements can be observed.

Índice

Índice de Figuras	iii
Índice de Tabelas.....	v
Lista de Acrónimos e Abreviaturas.....	vi
1. Introdução	1
1.1. Motivação e Contextualização	1
1.2. Objetivos e Metodologia	2
1.3. Estrutura do Relatório	3
2. Enquadramento Teórico	5
2.1. <i>Toyota Production System</i> (TPS)	5
2.2. <i>Lean Manufacturing</i>	9
2.3. Ferramentas <i>Lean</i>	13
2.3.1 5S.....	13
2.3.2 Melhoria Contínua	15
2.3.3 Trabalho Padronizado	17
2.3.4. Gráfico Yamazumi	18
2.4. Gestão da Qualidade: algumas ferramentas.....	19
2.4.1 Fluxograma.....	20
2.4.2 Diagrama de Pareto.....	21
2.4.3 Diagrama de Ishikawa	22
2.5. Círculo de Controlo de Qualidade	24
3. A Empresa	25
3.1. Apresentação da Empresa.....	25
3.2. Política do Grupo Salvador Caetano	27
3.3. Política da Fábrica de Ovar.....	28
3.4. Processo Produtivo.....	28
4. Projeto Prático.....	33
4.1. Inspeção de Material Rececionado	33
4.2. Inspeção de Linha.....	44
4.3. Plano da Qualidade	48
4.4. Guias de Inspeção	54
4.5. Círculo de Controlo de Qualidade	56
4.6. Melhoria Contínua	59
5. Conclusões e Perspetivas Futuras	63
Referências.....	65
Anexos.....	69

Índice de Figuras

Figura 1 - Casa TPS.....	6
Figura 2 - 4 P do Modelo Toyota	8
Figura 3 - Ciclo PDCA	16
Figura 4 - Exemplo Gráfico Yamazumi.....	19
Figura 5 - Simbologia do Fluxograma	21
Figura 6 - Exemplo de Gráfico Pareto relativo a causas de um determinado problema	22
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa	23
Figura 8 - Modelos produzidos na TCAP ao longo dos anos	26
Figura 9 – Alguns componentes da Pré-Montagem.....	29
Figura 10 - Posto 1 e 2.....	30
Figura 11 - Posto 3 e Start Up	30
Figura 12 - Fluxograma do Processo Produtivo.....	32
Figura 13 - Fluxograma da tarefa de inspeção de materiais rececionados.....	34
Figura 14 - Distância entre Escritório e Armazém Logístico.....	35
Figura 15 - SWRS para inspeção com capa.....	37
Figura 16 - SWC para inspeção com capa	38
Figura 17 - SWRS para inspeção com computador fixo	39
Figura 18 - SWC para inspeção com computador fixo	40
Figura 19 - SWRS para inspeção com computador portátil	41
Figura 20 - SWC para inspeção com computador portátil	42
Figura 21 - Gráfico Yamazumi	43
Figura 22 - Gráfico circular dos tempos de reparações por áreas de atuação do e.City Gold.....	46
Figura 23 - Gráfico circular dos tempos de reparações por áreas de atuação do H2.City Gold	46
Figura 24 - Gráfico Circular dos tempos de reparações dos binários VS restantes defeitos para o e.City Gold.....	47

Figura 25 - Gráfico Circular dos tempos de reparações dos binários VS restantes defeitos para o H2.City Gold.....	47
Figura 26 – Exemplo de uma página do Plano da Qualidade.....	49
Figura 27 - Exemplo de uma página do novo documento do Plano da Qualidade	50
Figura 28 - Exemplo do documento com identificação do valor do binário e localização do mesmo	51
Figura 29 - Lista inicial de Verificação do Aperto dos Binários.....	52
Figura 30 - Nova Lista de Verificação de Apertos de Segurança	53
Figura 31 - Exemplo de um Guia de Inspeção de Aperto de Segurança	55
Figura 32 - Gráfico circular do tempo de trabalho semanal com desperdício vs. sem desperdício	57
Figura 33 - Gráfico Pareto dos tempos de trabalho semanal com desperdício.....	57
Figura 34 - Gráfico de barras da situação inicial vs. a correspondente ao objetivo	58
Figura 35 - Diagrama de Ishikawa relativo ao excesso de desperdício no processo de inspeção ...	59
Figura 36 – Proposta de Melhoria Contínua implementada para Criação de um Quadro PDCA.....	60
Figura 37 – Proposta de Melhoria Contínua de Segurança implementada	60
Figura 38 - SWCT para inspeção com capa.....	71
Figura 39 - SWCT para inspeção com computador fixo	72
Figura 40 - SWCT para inspeção com computador portátil	73
Figura 41 - Gráfico Pareto dos tempos de reparações por defeito na área da mecânica do modelo e.City Gold	74
Figura 42 - Gráfico Pareto dos tempos de reparações por defeito na área da mecânica do modelo H2.City Gold.....	75

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Exemplo das cablagens rececionadas - simples e complexa	36
Tabela 2 - Resumo da inspeção com capa	39
Tabela 3 - Resumo da inspeção com computador fixo	40
Tabela 4 - Resumo da inspeção com computador portátil	42
Tabela 5 - Resumo análise Inspeção de linha.....	45
Tabela 6 - Tabela Resumo de todas as Propostas de Melhoria Contínua Implementadas.....	61

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

JIT – Just-in-Time

PDCA – Plan, Do, Check, Act

PEP – Planeamento e Estrutura de Produção

QCC – Quality Control Circle

SWC - Standardized Work Chart

SWCT - Standardized Work Combination Table

SWRS - Standardized Work Recording Sheet

TPS – Toyota Production System

VIN - Vehicle Identification Number

5S – Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu e Shitsuke

1. Introdução

Atualmente, como consequência da intensa globalização e digitalização, as organizações são confrontadas com inúmeros desafios, nomeadamente a forte concorrência, a rápida evolução das tecnologias, bem como o aumento de custos e da exigência dos clientes. Deste modo, as organizações procuram tomar as decisões mais acertadas dependendo, o seu sucesso, da previsão das tendências de mercado; da qualidade do seu produto ou serviço; da rápida resposta às alterações necessárias no que diz respeito às necessidades dos consumidores (Stravinskiene & Serafinas, 2020); da melhoria da produtividade e da agilidade dos processos e, ainda, da minimização dos desperdícios.

As organizações têm como objetivo eliminar o máximo de desperdícios existentes, identificando as causas dos problemas e as atividades que não acrescentam valor aos produtos, apoiando-se no conceito de *Lean Manufacturing*. Desta forma, as mesmas procuram constantemente a perfeição, através da otimização dos processos, da valorização das atividades que acrescentam valor ao longo de todo o fluxo, desde os fornecedores até ao cliente final, bem como da satisfação das necessidades dos clientes. Posto isto, é imprescindível a realização de transformações e melhorias dentro das organizações, o que resulta num maior consumo dos seus produtos e/ou serviços.

A indústria automóvel é um dos setores no qual as empresas conseguem alcançar um elevado nível de excelência nos negócios, uma vez que colocam a qualidade no centro dos seus sistemas de produção, como é o caso da *Toyota Motor Corporation* (Toma & Naruo, 2017).

É senso-comum afirmar que o planeta Terra, no qual habitam quase oito biliões de indivíduos, enfrenta um grande desafio, devido ao facto de a população ter vindo a esgotar os recursos deste a um ritmo acelerado. De forma a garantir às gerações futuras as condições necessárias para viverem de forma saudável, é importante que o desenvolvimento sustentável seja uma prioridade. O transporte é uma das áreas que contribui para as mudanças climáticas e, por isso, a preocupação ambiental está cada vez mais assente na estratégia das organizações, não só pela vertente mais competitiva, mas também pela responsabilidade social que apresenta. Assim, a sociedade procura alternativas mais ecológicas e amigas do ambiente, onde a procura de transportes coletivos mais *eco-friendly* aumentou consideravelmente. Assim, tornou-se indispensável a necessidade de as indústrias automóveis se adaptarem a esta nova realidade. A Caetano Bus não foi exceção, tendo iniciado a produção de autocarros elétricos e a hidrogénio, que comercializa para um grande número de países.

1.1. Motivação e Contextualização

O projeto de estágio, realizado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro, será desenvolvido no Departamento da Qualidade, estando

direcionado para a Linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos. O departamento mencionado está incluído na empresa Toyota Caetano Portugal, localizada em Ovar, e pertencente ao Grupo Salvador Caetano.

Nesta linha existe uma diversa gama de produtos, que apresentam especificações de acordo com os pedidos dos clientes. Deste modo, torna-se complicado apresentar resultados com índices de produtividade elevados, havendo, atualmente, alguns componentes com mais não conformidades do que o exigido, bem como problemas com o cumprimento do prazo de entrega dos produtos.

Devido a esta diversidade de especificações, os processos de produção tendem, com o passar do tempo, a apresentar problemas e consequentemente defeitos nos produtos, uma vez que, tanto fatores aleatórios como sistemáticos, podem surgir, devido a limitações técnicas, como o desgaste, a fadiga e falhas de operação. Estas falhas geram atividades de retrabalho e, consequentemente, custos indesejáveis (Soares & Sousa, 2016).

Como foi referido anteriormente, a procura pelos transportes coletivos está em constante crescimento, em consequência de causas ambientais, sociais e económicas. A satisfação dos clientes é muito importante para todas as organizações e, portanto, todos os produtos devem apresentar uma qualidade de excelência. De forma a fazer face à procura do mercado, a produção e todos os recursos associados ao bom funcionamento da empresa devem estar em melhoria constante.

1.2. Objetivos e Metodologia

A Linha de Chassis de Autocarros Elétricos passou, recentemente, para a gestão da Toyota Caetano Portugal, onde os processos de qualidade estão por mapear; os *standards* de trabalho por definir/formalizar, e o estudo de balanceamento por executar. Neste sentido, o presente projeto assenta na Garantia da Qualidade na Linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos, por forma a reduzir a quantidade de defeitos e desperdícios encontrados ao longo de todas as tarefas executadas pelo Inspetor da Qualidade, permitindo melhorar a qualidade ao longo do processo produtivo.

Para este objetivo ser cumprido, é preciso definir os *standards* dos processos de qualidade da linha de chassis de autocarros elétricos (receção de materiais, inspeção e futura garantia da qualidade), permitindo a sua monitorização e o seu balanceamento.

Como resultado do projeto pretendem-se obter alguns documentos, entre os quais:

- *Standardized Work Recording Sheet (SWRS)*;
- *Standardized Work Combination Table (SWCT)*;
- *Standardized Work Chart (SWC)*;
- *Yamazumi*.

A metodologia a utilizar neste projeto passa por realizar, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos científicos. Será realizada uma pesquisa de conceitos, reflexões e análises relativas ao tema em estudo, sendo o foco a garantia da qualidade nas linhas de produção. De seguida, será realizada uma análise da situação inicial na empresa, na qual se vai ao *gemba* para conhecer a realidade, utilizando os instrumentos e técnicas necessárias, através de medição de tempos e observação do processo produtivo. Serão recolhidos os dados necessários para a pesquisa, bem como efetuado o levantamento de problemas encontrados na linha de produção. Após esta fase, será realizada uma análise dos dados recolhidos e serão feitas propostas de melhoria para os processos. Serão, ainda, elaborados documentos *standard*, que permitem uma descrição detalhada do processo referente à qualidade da linha de chassis de autocarros elétricos. De seguida, serão implementadas as propostas de melhoria na linha e serão recolhidos novos dados referentes aos processos melhorados. Finalmente, será elaborada a comparação entre os resultados obtidos inicialmente e os novos resultados, e retiradas as respetivas conclusões.

Durante as várias fases da metodologia, serão usadas algumas ferramentas, como é o caso de técnicas estatísticas na análise de dados, técnicas de qualidade na área da melhoria da qualidade na parte da melhoria dos processos e a melhoria contínua em todas as etapas do processo.

1.3. Estrutura do Relatório

Este documento encontra-se dividido em 5 capítulos, sendo que no primeiro é realizada uma introdução ao projeto onde são expostos os objetivos e a metodologia utilizada.

O segundo capítulo diz respeito à contextualização teórica onde são descritos vários conceitos, como o *Toyota Production System (TPS)*, o *Lean Manufacturing* e algumas ferramentas do *Lean* e da qualidade, que foram a base de desenvolvimento do projeto.

O terceiro capítulo refere-se ao caso de estudo e à sua envolvente, onde é realizada uma apresentação da empresa, são descritas as políticas do Grupo Salvador Caetano bem como da Fábrica de Ovar e ainda é descrito o processo produtivo da linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos.

No quarto capítulo é apresentada a parte prática do projeto, onde são descritas as atividades realizadas ao longo do estágio curricular, nomeadamente os desperdícios encontrados, e apresentadas propostas de melhoria nas diversas tarefas agregadas ao Inspetor da Qualidade. Também serão propostas melhorias para o Plano da Qualidade e a criação de Guias de Inspeção para auxiliar o Inspetor na realização da tarefa. Por fim, será apresentado o trabalho desenvolvido no Círculo de Controlo de Qualidade bem como melhorias contínuas implementadas nesta linha.

Por fim, no quinto capítulo, serão apresentadas as conclusões deste projeto e perspetivas futuras.

2. Enquadramento Teórico

No presente capítulo será apresentado um enquadramento teórico relativamente aos principais temas e conceitos desenvolvidos neste trabalho.

2.1. *Toyota Production System (TPS)*

Atualmente, a Toyota é líder na indústria automóvel e é considerada uma das organizações mais bem-sucedidas, em grande parte, devido ao *Toyota Production System (TPS)*.

A criação do TPS deu-se após a II Guerra Mundial, altura em que o Japão enfrentava uma situação conturbada, devido a um mercado reduzido, escassez de recursos e um clima social e económico adverso. A força que provocou a evolução do TPS foi não só a necessidade de aumentar a produtividade da *Toyota Motor Corporation*, bem como a criação de um sistema de produção adaptável à realidade japonesa. O TPS foi desenvolvido com o intuito de fornecer o mais alto nível de qualidade, com o menor custo e o menor tempo de espera, por meio de eliminação de desperdícios em todas as áreas da empresa (Kehr & Proctor, 2017). Além disso, pretendiam encontrar uma maneira de valorizar a capacidade dos operadores japoneses (Alves et al., 2012).

Kiichiro Toyoda, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, mentores do TPS, visitaram empresas americanas, que usavam o sistema de produção em massa, com o objetivo de adquirir conhecimentos em inúmeros tópicos, que os ajudassem a perceber como é que estas empresas funcionavam. Conseguiram identificar várias ineficiências no sistema de produção utilizado pelas empresas que analisaram, bem como ainda reconheceram que as restrições do mercado japonês, como o caso de baixos volumes e alta diversidade, iria inviabilizar esse sistema de produção na sua fábrica. Assim, surgiu a necessidade da criação de um novo sistema de produção, o *Toyota Production System* (Alves et al., 2012).

Comparado com a produção em massa, o TPS promove o “fazer mais com menos”, menos esforço humano, menos espaço, menos *stock* e menos investimento em novas ferramentas para produzir maior diversidade de produtos. Para além disto, o *Lean*, que será referido posteriormente, altera a forma de trabalhar dos operadores, onde são desafiados continuamente a melhorar os processos e operações. Estes ambientes de trabalho exigem que os operadores apresentem diferentes atitudes e capacidade de aprendizagem de novas competências, como o trabalho em equipa, a comunicação, a resolução de problemas, a criatividade e o pensamento crítico (Alves et al., 2012).

O TPS é representado por uma casa, que se encontra ilustrada na Figura 1. Segundo Liker (2004), o motivo desta representação do TPS, deve-se ao facto de existir a intenção de explicitar o símbolo estrutural, pois uma casa robusta tem o telhado, os pilares e as fundações fortes.



Figura 1 - Casa TPS
(Adaptado de Liker, 2004)

A casa TPS encontra-se dividida em três partes:

- O telhado, que representa os objetivos centrais do TPS;
- Os pilares, que têm como função sustentar os objetivos;
- As fundações, que são a base de todo o sistema.

Jidoka

Jidoka é um termo japonês que significa automação com um toque humano e foi o primeiro pilar a surgir. As máquinas com inteligência humana detetam um defeito/anomalia e interrompem o processo enquanto esperam por ajuda. O mesmo ocorre em processos manuais, onde o operador, assim que identifica um defeito, para a produção e, de seguida, são tomadas medidas e ações corretivas para evitar que se repitam impedindo, assim, a produção de produtos com defeitos (Liker & Morgan, 2006). Este facto garante uma produção com qualidade nos postos de trabalho, ao longo da cadeia de valor (Kehr & Proctor, 2017).

O *Jidoka* é, muitas vezes, auxiliado por sistemas *Poka-Yoke*, que são sistemas à prova de erro e que têm como objetivo a criação de um processo no qual os erros possam ser prevenidos ou imediatamente detetados e corrigidos. Estes sistemas podem executar três funções na prevenção de defeitos, o aviso, o controlo e a paragem.

Just-in-Time

O *Just-in-Time* (JIT), surgiu com o objetivo de obter um sistema de produção por meio de mecanismos que procuram a produção com *stocks* zero, ou seja, os processos precisam de ser abastecidos com os recursos certos, na quantidade certa e no momento certo. Deste modo, os defeitos de qualidade tornam-se mais visíveis, exigindo assim a sua resolução imediata, por parte

dos operadores, para se evitarem paragens de produção. Este sentimento de urgência obriga os colaboradores a unirem-se como um grupo, a fim de resolver os problemas, exigindo um alto grau de estabilidade e de experiência. Posto isto, os indivíduos são o centro da casa TPS, permitindo melhorias contínuas do processo (Kehr & Proctor, 2017).

O JIT permite eliminar a acumulação de *stocks* e, assim, utiliza de melhor forma o capital. Os seus principais objetivos são: identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção. Esta filosofia depende do fluxo contínuo, do *takt time* e da produção *pull*, conceitos explicados posteriormente (Toyota Caetano Portugal, 2021).

O *Just-in-Time* e o *Jidoka* foram considerados elementos-chave do TPS, sendo o objetivo destas filosofias produzir apenas o necessário, aumentando a eficiência na linha de produção.

Heijunka

Heijunka é uma palavra japonesa, que significa nivelamento. Aplicada ao contexto do TPS, corresponde a conseguir que a taxa de produção diária seja igual à procura esperada. Quando esta carga é nivelada, existe a oportunidade de padronizar processos. O nivelamento permite que a produção seja feita de forma sincronizada evitando, assim, *stocks* intermédios e paragens na produção. No caso de tal não ser possível, existe a possibilidade da criação de situações indesejáveis em termos de irregularidade, *stocks* e *lead time* (Toyota Caetano Portugal, 2021).

Ao implementar o *Heijunka*, a produção é realizada conforme os pedidos dos clientes, o que permite uma redução de custos de inventário, pois existirá uma menor quantidade de produtos em *stock*. O *Heijunka* permite que a empresa produza e entregue valor ao cliente a um ritmo estável, conseguindo reagir às flutuações de acordo com o pedido médio (Liker & Morgan, 2006).

Estabilidade

A estabilidade revela-se necessária antes de se dar início a qualquer mudança dentro de uma empresa que tenha como objetivo a implementação de um sistema de produção seguindo os princípios do *Lean Thinking*, referidos mais adiante neste trabalho. Assim que os procedimentos para o trabalho de cada operador num processo de produção estejam detalhados e equilibrados, obtém-se um processo estável e padronizado. Este processo tem como base o *takt time*, o detalhe da sequência do trabalho das tarefas que são executadas, e o *stock* padrão.

Gestão Visual

A Gestão Visual ajuda a identificar os problemas e realça as discrepâncias entre o objetivo e a realidade atual (Imai, 1996).

A gestão visual é um sistema que tenta melhorar o desempenho organizacional, através da ligação e do alinhamento da visão organizacional, valores, metas e cultura com outros sistemas de gestão, processos de trabalho, elementos do local de trabalho e *stakeholders*, por meio de

estímulos que abordam diretamente um ou mais dos cinco sentidos, visão, audição, sensação, olfato e tato (Tezel et al., 2009).

De acordo com Liker (2004), o TPS ficou conhecido como um sistema de especialização flexível, uma vez que se adaptava às necessidades e exigências do consumidor. Este sistema é baseado em quatro categorias (4 P), como se pode visualizar na Figura 2: *Philosophy*, é o planeamento a longo prazo, onde as decisões administrativas devem ser tomadas com cautela; *Process*, é o processo para produzir resultados fiáveis, onde é criado um fluxo em que os problemas possam ser resolvidos imediatamente; *People*, tem como objetivo incentivar as pessoas a melhorarem continuamente; e *Problems Solution*, foca-se na resolução de problemas, onde a organização precisa de ter a capacidade de resolver problemas e aprender a enfrentá-los caso ocorram novamente (Oliveira & Junior, 2018).

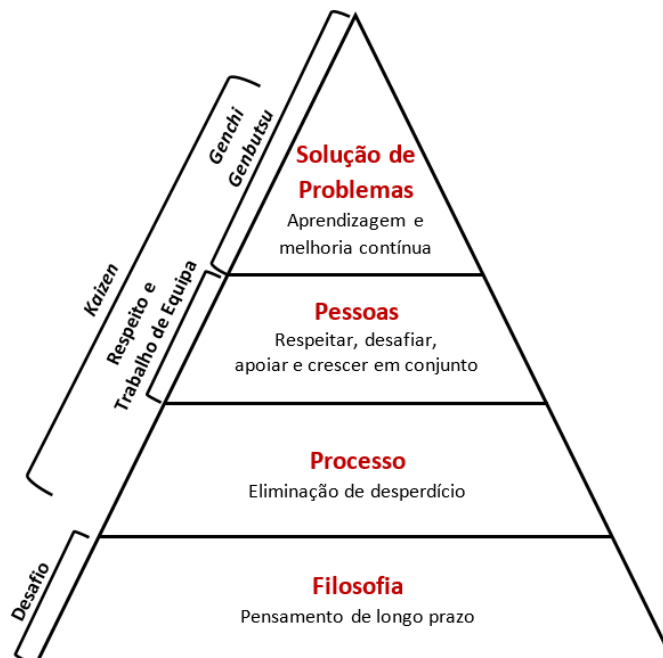


Figura 2 - 4 P do Modelo Toyota
(Adaptado de Liker, 2004)

O modelo de gestão Toyota rege-se pelos seguintes princípios (Liker, 2004):

Filosofia

- Basear as decisões administrativas numa filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;

Processo

- Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à superfície;

- Usar sistemas puxados para evitar a superprodução;
- Nivelar a carga de trabalho (*heijunka*);
- Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa;
- Criar tarefas padronizadas, dado que são a base para a melhoria e a capacitação dos funcionários;
- Usar controlo visual para que nenhum problema fique oculto;
- Usar somente tecnologia confiável e testada, que atenda aos funcionários e processos;

Pessoas

- Capacitar líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia da empresa e a transmitam aos outros;
- Desenvolver pessoas e equipas excecionais, que sigam a filosofia da empresa;
- Respeitar a rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar.

Solução de Problemas

- Ver por si mesmo, de modo a compreender com plenitude a situação (*genchi genbutsu*);
- Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções e implementando-as com rapidez;
- Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (*hansei*) e da melhoria contínua (*Kaizen*).

2.2. Lean Manufacturing

O termo *Lean Manufacturing*, ou *Lean Production*, foi introduzido por Womack et al. (1990) com o intuito de descrever a filosofia e práticas de trabalho dos fabricantes de automóveis japoneses, com base no TPS, cujo principal objetivo se centra na redução dos custos de operações sem valor acrescentado e na melhoria da flexibilidade, perante a variabilidade da procura (Womack & Jones, 2003).

O *Lean Manufacturing* é uma abordagem multidimensional que abrange uma ampla variedade de práticas de gestão, incluindo *just-in-time*, sistemas de qualidade, equipas de trabalho, gestão de

fornecedores, entre outros, num sistema integrado. As práticas referidas podem funcionar em sinergia, de forma a criar um sistema simplificado e de alta qualidade, que produza produtos acabados ao ritmo do pedido do cliente, com pouco ou nenhum desperdício (Shah & Ward, 2003).

Este conceito combina as vantagens da produção artesanal e em massa, conseguindo, desta forma, evitar os custos elevados da produção artesanal e a rigidez do processo produtivo em massa, respetivamente (Womack & Jones, 2003).

Produção artesanal

No passado, a produção artesanal dispunha de operadores altamente qualificados e ferramentas simples e flexíveis, de forma a conseguir conceber exatamente o que o cliente solicitava, produzindo um artigo de cada vez, tornando-se este exclusivo (Womack & Jones, 2003).

Esta produção era bastante aplicada na indústria automóvel. Cada operador utilizava diferentes calibrações nas peças que produzia, que necessitavam de, no final, atravessar um processo de limagem, de modo a ser possível o encaixe umas nas outras, a fim de se obter um produto homogéneo. A principal razão para a ocorrência deste problema residia na falta de um sistema de calibragem padrão, uma vez que não eram produzidos dois carros iguais. Assim, cada carro produzido era considerado um protótipo, apresentando pouca qualidade devido à falta de testes sistemáticos (Womack & Jones, 2003).

Com o decorrer do tempo, este tipo de produção tornou-se inexecutável comercialmente, devido ao reduzido volume de produção, à falta de qualidade do produto, aos grandes *lead times* e aos elevados custos. Estas desvantagens e a revolução industrial foram os impulsionadores do início da produção em massa (Womack & Jones, 2003).

Produção em massa

O sistema de produção em massa caracteriza-se não só pela utilização de operadores altamente qualificados para o desenvolvimento dos produtos, como também de operadores sem nenhum conhecimento técnico para a sua produção, em máquinas dispendiosas e especializadas numa única tarefa (Womack & Jones, 2003).

Neste sistema produtivo, os operadores são considerados como máquinas ou como apoio às mesmas, uma vez que quando ocorre algum problema a responsabilidade é do chefe de linha e do engenheiro industrial (Womack & Jones, 2003).

Devido à produção em massa, tornou-se possível proceder à produção de automóveis *standard* em grande volume, o que se traduzia em baixos custos de produção e, conseqüentemente, em baixos custos de aquisição para o cliente (Womack & Jones, 2003).

O segredo deste sistema era a facilidade de permuta das peças e a simplicidade de as juntar. Graças a estes fatores, tornou-se possível a criação da linha de montagem (Womack & Jones, 2003).

Devido ao aumento da exigência e das expectativas dos clientes, surgiu a necessidade de diversificação dos produtos, o que originava grandes níveis de *stock* ao longo do processo produtivo, originando complexos e burocráticos sistemas de controlo de produção e de qualidade (Womack & Jones, 2003).

Enquanto a produção em massa estabelece uma meta limitada, onde o produto é bom o suficiente, o *Lean Production* ambiciona a perfeição, ou seja, um produto com elevada e notável qualidade (Womack et al., 1990).

A implementação de práticas *Lean* está frequentemente associada a melhorias no desempenho operacional, na produtividade, na qualidade do trabalho, na redução do tempo de entrega ao cliente, e ainda no tempo de ciclo e custos de produção (White et al., 1999).

Womack & Jones (2003) definem cinco princípios gerais do *Lean*:

- **Definir o valor na perspetiva do cliente.** Este valor deriva das necessidades do cliente, pelo que as organizações devem procurar satisfazê-las, cobrando o preço que o cliente está disposto a pagar;
- **Mapa ou cadeia do fluxo de valor.** Consiste em identificar atividades que acrescentam valor, as atividades que não acrescentam valor, mas que são fundamentais para a manutenção dos processos e qualidade, e as atividades que não acrescentam valor, e, portanto, são consideradas como desperdício.
- **Criar o fluxo ao longo da cadeia de valor.** O fluxo é o movimento contínuo do produto ou serviço através do sistema para o cliente e permite criar fluxo de valor sem interrupções nem esperas;
- **Estabelecer um sistema de produção pull.** Produzir apenas a quantidade requerida pelo cliente. Desta forma podem-se reduzir eventuais inventários e há um aumento da mão de obra disponível;
- **Procurar a perfeição.** Focar todos os esforços da organização na busca da perfeição, procurando eliminar os desperdícios e criando valor, ou seja, aplicando a melhoria contínua.

Segundo Mostafa et al. (2013), são vários os tipos de organizações que implementam o *Lean Manufacturing*, mas nem todas alcançam melhorias significativas aplicando este conceito. A principal razão centra-se no facto de existir um entendimento inadequado do conceito *Lean* e do propósito das práticas deste. Algumas empresas aplicam de forma incorreta estas práticas, devido à utilização de ferramentas impróprias para resolver o problema, à utilização de uma única ferramenta para resolver todos os problemas e à utilização do mesmo conjunto de ferramentas em cada problema. A utilização errada do conceito *Lean* leva ao desperdício dos recursos organizacionais e à redução da confiança dos operadores na prática deste conceito (Mostafa et al., 2013).

Existem outras barreiras na implementação do *Lean Manufacturing*, referidas por Pereira et al. (2017), tais como: falta de envolvimento e resistência por parte da gestão de topo; falta de comunicação entre a administração e os operadores; falta de poder de decisão por parte dos operadores; resistência operacional à implementação; falta de perseverança, falta de consultores e formadores qualificados no ambiente fabril; dificuldade de uso da ferramenta; diferenças culturais; falta de cooperação e confiança mútua entre gestores e funcionários; conflitos multifuncionais; incompatibilidades entre o sistema *Lean* com os bônus da empresa, recompensas ou sistemas de incentivos; falta de recursos para investir; resposta lenta ao mercado; falta de cooperação por parte dos fornecedores; problemas de qualidade em relação aos materiais usados; ausência de um sistema de logística estratégica; falta de suporte logístico e problemas relacionados com o *layout* e falta de padronização, estabilidade e integração dos processos produtivos.

Como referido anteriormente, *Lean* significa eliminar o desperdício. No entanto, é necessário perceber o que é desperdício e identificá-lo, para se conseguir eliminar dentro da nossa organização. O desperdício é definido como as atividades que não acrescentam valor ao produto final do ponto de vista do cliente (Dixit et al., 2015).

Existem diferentes origens de desperdício, conhecidos pelos 3M's: Muda, Mura e Muri.

- **Muda** – É a palavra japonesa para desperdício. São todas as atividades que consomem recursos sem criar valor para o cliente.
- **Mura** – É o desequilíbrio ou variabilidade numa operação de um processo não causada pelo cliente final, devido à ocorrência de situações anormais que colocam em causa o equilíbrio.
- **Muri** – Corresponde à sobrecarga causada na organização, equipamentos ou pessoas devido ao Muda e Mura, exigindo que operem a um ritmo mais elevado por um período de tempo mais longo. Enquanto a sobrecarga das pessoas resulta em problemas de segurança e qualidade, nas máquinas resulta em aumento de equipamento danificados e defeitos.

Segundo Dixit et al. (2015) e Arunagiri & Gnanavelbabu (2014), os 7 desperdícios são os seguintes:

- **Transporte** – Trata-se de uma atividade que não acrescenta valor ao produto final, pelo que, qualquer transporte que não seja necessário, deve ser eliminado do sistema de produção. Este desperdício é causado, normalmente, por falta de organização do local de trabalho.
- **Excesso de Stock** – Refere-se ao desperdício produzido pelo *stock* não processado. Inclui o desperdício de armazenamento, o desperdício de capital devido ao *stock* não processado, ao respetivo transporte, etc. A redução do nível de *stock*, permite à gestão aperceber-se dos problemas da produção e promover a eliminação dos mesmos.

- **Deslocações** – Trata-se de qualquer movimento de pessoas ou máquinas que não acrescenta valor. Este desperdício pode resultar da fraca eficiência ou eficácia de pessoas ou máquinas, da falta de *standards* ou da falta de organização do posto de trabalho.
- **Sobreprocessamento** – É resultado direto do excesso de produção e de espera. Refere-se a qualquer componente do processo de fabricação que seja desnecessário e, assim, é acrescentado mais valor ao produto do que o cliente exige.
- **Tempo de espera** – Tempo perdido devido à redução de produção ou espera numa etapa da cadeia de produção, enquanto a etapa anterior é concluída. Quando existem tempos de espera, há desperdício de recursos, perdas na produtividade e na eficiência, problemas na entrega do produto e aumento de envios urgentes.
- **Excesso de Produção** – Ocorre quando o produto está a ser produzido sem existir um novo pedido ou procura do cliente, quando se produz mais produto do que é necessário, ou quando se produz mais rapidamente do que o processo seguinte exige. Este desperdício pode causar todos os outros desperdícios, pois o excesso de produtos ou tarefas exigem transporte adicional, excesso de movimentação e mais tempo de espera. Se um defeito aparecer durante o excesso de produção, significa que os colaboradores terão de retrabalhar mais unidades.
- **Defeitos** – Os defeitos podem causar retrabalho, onde o produto defeituoso deve voltar à produção, o que leva a um maior tempo de processamento e, conseqüentemente, maior custo.

Segundo Liker (2004) existe ainda um oitavo desperdício, o não aproveitamento do potencial humano devido à não utilização das capacidades e experiências dos colaboradores. As conseqüências deste desperdício são a perda de tempo, de ideias, de competências, de melhorias e de oportunidades de aprendizagem.

2.3. Ferramentas *Lean*

De seguida serão apresentadas algumas ferramentas *Lean* que estão relacionadas, diretamente ou indiretamente, com o desenvolvimento do presente projeto.

2.3.1 5S

Segundo Pheng (2001), Takashi Osada desenvolveu no Japão, o conceito original dos 5S no início da década de 1980. Este conceito apresenta cinco princípios básicos para um ambiente de qualidade total, e cujo objetivo passa por tornar o ambiente de trabalho mais organizado no sentido de melhorar a segurança e a eficiência, reduzindo o índice de defeitos do produto. Os japoneses consideram que a prática destes princípios não é útil apenas para o local de trabalho, mas também

os ajuda pessoalmente, melhorando o seu pensamento. A Toyota foi uma das empresas pioneiras a adotar a ferramenta 5S.

Este conceito vem de cinco palavras japonesas iniciadas por S, sendo elas: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* (Pheng, 2001), e que se explicam, sucintamente, em seguida.

- **Seiri – Organização.** Consiste em separar os objetos que são necessários daqueles que não o são, e manter no local de trabalho apenas os objetos necessários.
- **Seiton – Arrumação.** Estabelecer um local específico e coerente para o material. Organizar o equipamento, colaboradores e material de modo a existir um trabalho contínuo.
- **Seiso – Limpeza.** Manter o local de trabalho limpo e em bom estado. Deve-se limpar tudo aquilo que pertence ao local de trabalho, desde máquinas, ferramentas até ao próprio local.
- **Seiketsu – Padronização.** A normalização é fundamental para manter as três fases anteriores. É necessário desenvolver regras e usar sistemas de controlo visuais tornando óbvia a localização correta dos materiais. A normalização permite que qualquer pessoa realize o trabalho usando o mesmo procedimento, reduzindo a variabilidade e facilitando a identificação de oportunidades de melhoria.
- **Shitsuke – Disciplina.** Assegurar a manutenção dos padrões dos 5S através de comunicação, formação e disciplina. Desenvolver regras, instruções, listas de limpeza, listas de ações, etc. Reconhecer quando é atingido e mantido um bom nível de organização.

Segundo Imai (1996), existem vários benefícios associados aos 5S, sendo eles:

- Desenvolvimento de um espaço de trabalho limpo e higiénico;
- Aumento da motivação dos colaboradores;
- Autodisciplina por parte dos colaboradores, permitindo aumentar o interesse pelas práticas de melhoria e atingir os padrões estabelecidos;
- Eliminação de vários tipos de desperdícios;
- Maior perceção dos tipos de desperdícios no chão de fábrica;
- Redução de desperdício de movimentação durante as tarefas;
- Resolução de problemas logísticos no chão de fábrica de forma simplificada;
- Problemas de qualidade visíveis;
- Mais eficácia do trabalho e redução dos custos operacionais;

- Identificação de anomalias, como rejeições e excedente de *stock*;
- Redução de acidentes com a eliminação de perigos nos postos de trabalho.

2.3.2 Melhoria Contínua

A palavra *Kaizen* é derivada de duas palavras japonesas “*Kai*” e “*Zen*” e traduz-se por melhoria contínua. Este conceito foi adotado mundialmente e tornou-se o pilar central para a melhoria de processos em grandes empresas como a Toyota (Abdulmouti, 2018).

A filosofia *Kaizen* visa melhorar todas as funções de negócio envolvendo todos os colaboradores e define o papel da gestão como estimular continuamente a implementação de pequenas melhorias que tornam o processo mais eficiente, eficaz e adaptável. As melhorias realizadas através destas atividades, são geralmente executadas com pouca ou nenhuma despesa para a organização e sem técnicas sofisticadas ou equipamentos caros (Abdulmouti, 2018).

É imprescindível que todos os colaboradores da organização estejam envolvidos na instrução e educação permanente nas atividades *Kaizen*, a fim de realizar a melhoria contínua dentro da organização, reduzir custos e aumentar a eficiência na mão de obra e na utilização de espaço, equipamentos e materiais (Abdulmouti, 2018).

Este conceito é um sistema de melhoria contínua na área da qualidade, tecnologia, processos, cultura empresarial, produtividade, segurança e liderança. Esta cultura refere-se à capacidade de se distanciar de todas as atividades, observar os processos atuais e propor melhorias ou soluções para os problemas (Abdulmouti, 2018).

Enquanto o *Kaizen* procura melhorar todos os aspetos através da padronização dos processos, aumentar a eficiência e eliminar o desperdício, o *Lean Manufacturing* tem um maior foco na eliminação dos 8 tipos de desperdícios já identificados, de modo a melhorar o fluxo produtivo.

Segundo Abdulmouti (2018), os fatores-chave para o sucesso das atividades *Kaizen* são os seguintes:

- Apoio e envolvimento da gestão;
- Compromisso da administração e dos colaboradores;
- Dinâmica de equipa, que inclui a resolução de problemas, boa apresentação e competências de comunicação, e a capacidade de moderar conflitos;
- O *Kaizen* implica a existência de uma cultura que incentiva as sugestões dos colaboradores para desenvolver continuamente os processos de negócios ou de produção;
- Deve fazer parte do trabalho diário;
- Deve promover a utilização das ferramentas necessárias, como os 5S e o TPS;

- Reconhecimento pela importância dos projetos e atividades *Kaizen*.

O mesmo autor define os seguintes pontos importantes para a implementação do *Kaizen*:

- A situação atual deve ser descrita com precisão e o problema claramente identificado;
- A diferença entre a situação atual e a desejável deve ser analisada;
- O objetivo do *Kaizen* e os seus pontos positivos devem ser definidos;
- O tipo de melhoria deve ser determinado, incluindo a implementação do TPS e as ferramentas *Kaizen*;
- Os resultados esperados ao aplicar a proposta de melhoria devem ser determinados;
- A melhoria contínua deve ser implementada;
- O impacto da melhoria implementada deve ser identificado;
- A implementação do *Kaizen* deve ser avaliada e os planos futuros decididos.

Os processos devem ser monitorizados para uma boa implementação da filosofia *Kaizen* e, por isso, é necessária a utilização do ciclo PDCA.

O ciclo PDCA, ou ciclo de *Deming*, foi criado por Walter A. Shewhart, e enfatiza a importância da interação entre as várias etapas necessárias à produção de um produto de qualidade, por forma a garantir melhor qualidade e clientes satisfeitos (Lodgaard et al., 2013).

Este ciclo prevê dois tipos de ação corretiva, a temporária e a permanente. A ação temporária visa resolver de forma prática o problema, enquanto a ação permanente, consiste na investigação e eliminação das causas raízes, e assim, visa a sustentabilidade do processo melhorado (Patel & Deshpande, 2017).

Inclui quatro fases: Planear (*Plan*), Executar (*Do*), Verificar (*Check*) e Atuar (*Act*), ilustrado na Figura 3.



Figura 3 - Ciclo PDCA
(Adaptado de <https://www.gratispng.com/baixar/pdca.html>)

Planejar

Nesta etapa é definido o problema. É realizada uma análise completa da situação atual e conduzida uma investigação para identificar as causas raízes. São, também, analisadas e avaliadas possíveis soluções para os problemas encontrados, no sentido de identificar as mais viáveis (Patel & Deshpande, 2017), e elaborar um plano de melhoria que vise a sua implementação.

Executar

Após a primeira etapa estar completa, compreendida e o plano de melhoria estabelecido, na etapa da execução, esse plano é implementado pela primeira vez. Esta implementação pode ser o que a equipa acredita ser a melhor proposta de melhoria em relação à situação atual. As soluções decididas são implementadas uma a uma. Nesta fase, as pessoas que implementam as soluções terão de apoiar as pessoas interessadas para se certificarem de que as soluções são totalmente compreendidas e seguidas (Patel & Deshpande, 2017).

Nesta fase deve ser implementada a melhoria. Deverão, também, ser recolhidos os dados, organizada a documentação, definidos os problemas colocados durante a implementação, analisados eventuais acontecimentos inesperados e sintetizados os conhecimentos adquiridos.

Verificar

Nesta fase, devem-se observar os processos recém-implementados, procurando identificar o que resultou e o que, eventualmente, não resultou. Verificar se as atividades planeadas foram realizadas corretamente, se os resultados esperados foram atingidos e quais foram os pontos positivos e negativos da implementação da melhoria. Se os resultados forem negativos, a melhoria deve voltar à etapa do planeamento. Por outro lado, se os resultados forem positivos, passa-se para a fase de ação. Os novos dados devem ser comparados com os anteriores para determinar se a melhoria foi alcançada e se o objetivo foi atingido (Patel & Deshpande, 2017).

Atuar

Após as etapas anteriores estarem concluídas, as melhorias são preparadas para serem padronizadas. Para manter o trabalho de melhoria contínua, o ciclo deve ser repetido para atingir um nível de qualidade cada vez mais elevado (Patel & Deshpande, 2017).

2.3.3 Trabalho Padronizado

Trabalho padronizado é a prática de identificar, documentar, seguir e melhorar a realização das tarefas. É necessário padronizar e estabilizar os processos antes da implementação das melhorias (Liker, 2004). Os padrões formam a linha de base a partir de qual todas as atividades de melhoria participam do processo de melhoria contínua. Segundo Ohno, citado por Pereira et al., (2016), onde não há padrão, não pode haver melhoria.

Este conceito é definido como um conjunto de procedimentos de trabalho que estabelecem os melhores métodos e sequências para cada processo e cada colaborador. A padronização minimiza o desperdício e, ao mesmo tempo, aumenta o desempenho na carga de trabalho e operação de cada colaborador (Pereira et al., 2016) .

É uma ferramenta utilizada na produção *pull*, onde mantém o ritmo de produção alinhado à procura por parte dos clientes, de forma que os colaboradores possam facilmente mudar de posição dentro do processo. Esta ferramenta fornece uma base de níveis elevados de produtividade, qualidade e segurança, pois é o culminar do processo de produção *Lean* (Pereira et al., 2016).

Segundo Pereira et al. (2016), o trabalho padronizado tem por base em três conceitos essenciais:

- *Takt Time*, que é o rácio entre o tempo disponível para a produção do produto e a sua procura média por parte do cliente.
- Sequência de trabalho do colaborador, definido como a sequência de etapas seguidas pelo operador para realizar as tarefas que lhe foram destinadas.
- *Stock standard* em processo, que é todo o inventário necessário para manter o sistema a funcionar.

Quando aplicado corretamente, o trabalho padronizado tem várias vantagens. Segundo Pereira et al. (2016) podem ser sintetizadas como se segue:

- Estabelecimento de um ponto de referência a partir do qual é possível melhorar;
- Controlo do processo;
- Redução da variabilidade;
- Melhoria da qualidade e flexibilidade;
- Estabilidade;
- Visibilidade das anomalias;
- Expetativas claras;
- Criação de uma plataforma de aprendizagem.

2.3.4. Gráfico Yamazumi

O gráfico Yamazumi é um gráfico de barras empilhadas que mostra o tempo de ciclo de cada operador ao realizar uma tarefa do processo durante o fluxo de produção (Sabadka et al., 2017), estando este representado na Figura 4.

Este gráfico consiste em aumentar a produtividade nas organizações, pois a sua implementação é capaz de reduzir significativamente o tempo de produção, diminuindo as tarefas que não acrescentam valor para o cliente, aumentando a eficiência do operador e possibilitando o equilíbrio entre as células de montagem (Dos Santos et al., 2021).

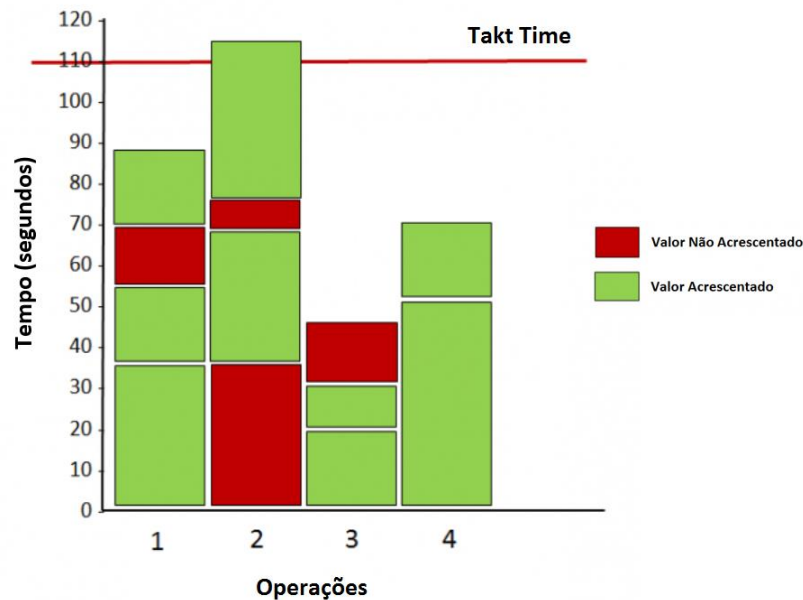


Figura 4 - Exemplo Gráfico Yamazumi
(Adaptado de <https://www.mudamasters.com/en/lean-production-lean-toolbox/yamazumi>)

2.4. Gestão da Qualidade: algumas ferramentas

Os requisitos da qualidade expressam as necessidades que se referem às exigências do mercado, às estipulações contratuais, aos requisitos internos de rentabilidade, bem como às normas da sociedade no que diz respeito à proteção da vida e do ambiente. Assim, os requisitos contemplam diferentes aspetos, como o desempenho, a viabilidade, a rentabilidade, os custos de fabrico, os custos de manutenção, os aspetos relacionados com a utilização eficiente dos recursos humanos e a proteção do ambiente (Boer & Blaga, 2012).

A qualidade não pode ser obtida de forma consistente por coincidência, mas através das ferramentas e técnicas da qualidade, que se revelam essenciais na metodologia de melhoria da qualidade, tida como um dos fatores críticos de sucesso na gestão da qualidade (Mohd Amran et al., 2020).

As sete ferramentas básicas da qualidade podem ser utilizadas em todas as fases do processo de produção, desde o início do desenvolvimento do produto até ao marketing do produto e suporte ao cliente (Pavletic & Sokovic, 2014).

Estas ferramentas, são as seguintes (McQuater et al., 1995):

- Fluxogramas;
- Folha de verificação;
- Histogramas;
- Diagrama de Pareto;
- Diagrama de causa-efeito ou Diagrama de Ishikawa;
- Diagramas de dispersão;
- Cartas de controlo.

Estas ferramentas desempenham um papel fundamental na abordagem de toda a organização para a melhoria contínua e possuem inúmeras vantagens, entre as quais as que se apresentam em seguida (McQuater et al., 1995).

- Os processos são monitorizados e avaliados;
- Todos se envolvem no processo de melhoria;
- As pessoas resolvem os seus próprios problemas;
- É desenvolvida uma mentalidade de melhoria contínua;
- Há um reforço de trabalho em equipa por meio da resolução de problemas;
- Há uma transferência de experiência das atividades de melhoria da qualidade para as operações diárias de negócio.

Nos subcapítulos seguintes serão descritas as ferramentas básicas da qualidade utilizadas no decorrer do presente projeto: Fluxograma, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e Circulo de Controlo de Qualidade.

2.4.1 Fluxograma

Um fluxograma é um diagrama que descreve todas as etapas de um processo. Ajuda as equipas de melhoria da qualidade a identificarem problemas que podem ser corrigidos dividindo um processo complexo em partes fundamentais. Assim, a equipa consegue identificar o fluxo real ou a sequência das etapas de um processo; compreender o funcionamento interno e as relações entre os processos; identificar as diferenças entre como um processo realmente funciona e como deve funcionar e descobrir potenciais problemas, gargalos ou esperas, etapas desnecessárias/sem valor agregado ou duplicação de trabalho desnecessário (Harel et al., 2016).

As etapas do fluxograma são representadas por figuras geométricas, que podem ser visualizadas na Figura 5.








	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Figura 5 - Simbologia do Fluxograma
(Fonte: <https://blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>)

2.4.2 Diagrama de Pareto

Para determinar a causa que gerou o maior número de anomalias e o respectivo custo, bem como ordenar as causas das falhas pela sua importância, a ferramenta da qualidade mais adequada é o Diagrama de Pareto.

Esta ferramenta foi desenvolvida com base no princípio de Pareto, cujo nome homenageia a pessoa que o descobriu (Vilfredo Pareto) e que se pode traduzir pelo facto de, para muitos acontecimentos, aproximadamente 80% dos efeitos advirem de 20% das causas. No contexto da qualidade, considera-se que 80% dos problemas detetados nos processos produtivos são causados por 20% das causas passíveis de os provocar (Pereira & Requeijo, 2008).

Esta ferramenta utiliza gráficos de barras para classificar os problemas com base na frequência, gravidade, natureza ou origem, ordenando os problemas por ordem decrescente da sua frequência relativa (Hossen et al., 2017), como pode ser visualizado no exemplo apresentado na Figura 6. Os gráficos Pareto são utilizados para escolher o ponto de partida para a solução de problemas, monitorizar mudanças ou identificar a causa básica de um problema (Franch et al., 2015).

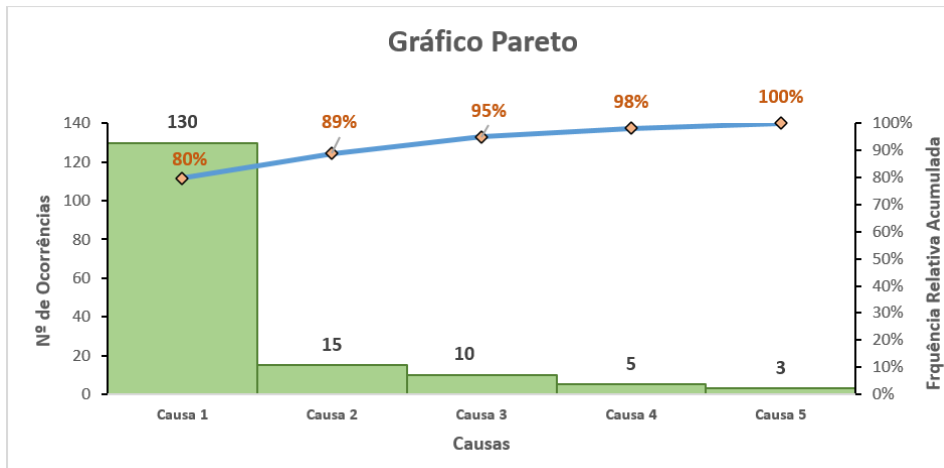


Figura 6 - Exemplo de Gráfico Pareto relativo a causas de um determinado problema

O gráfico de Pareto é construído de acordo com os seguintes passos (Pereira & Requeijo, 2008):

- Definir os dados que serão recolhidos;
- Recolher os dados;
- Classificar os dados obtidos em categorias e determinar a frequência absoluta de cada uma delas;
- Calcular a percentagem relativa a cada categoria (frequência relativa);
- Ordenar por ordem decrescente as percentagens obtidas;
- Representar num gráfico de barras as categorias no eixo horizontal, e o número de ocorrências, tempo ou percentagem no eixo vertical;
- Desenhar a curva dos valores acumulados das frequências.

Através deste gráfico, é possível observar facilmente quais são as causas mais determinantes na ocorrência de um determinado problema, o que permite estabelecer prioridades de atuação (Pereira & Requeijo, 2008).

2.4.3 Diagrama de Ishikawa

No Japão na década de 1960, Kaoru Ishikawa foi um dos pioneiros na área da gestão da qualidade, tendo criado o diagrama de Ishikawa. Esta ferramenta da qualidade pode auxiliar na resolução de problemas e tomada de decisões, possibilitando o aumento da produtividade (Wong, 2011).

Também é conhecido como diagrama de espinha de peixe devido à sua forma, ilustrado na Figura 7. A “cabeça do peixe” representa o principal problema, as suas potenciais causas são

indicadas nas “espinhas de peixe” do diagrama (Wong, 2011). Portanto, em contextos produtivos, o diagrama pode revelar as relações entre um problema identificado num produto e as suas potenciais causas. É uma ferramenta simples para entender as causas que produzem defeitos de qualidade e é usado para analisar a relação entre um problema e suas as possíveis causas (Liliana, 2016).

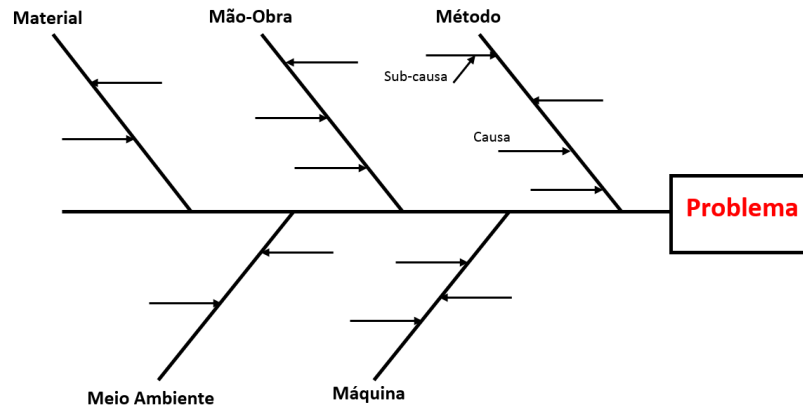


Figura 7 - Diagrama de Ishikawa

Segundo Liliana (2016) para utilizar esta ferramenta com sucesso devem percorrer-se as seguintes etapas :

- Identificação do problema;
- Reconhecimento dos principais fatores envolvidos;
- Identificação das possíveis causas;
- Análise do diagrama.

A mesma autora refere que as causas são agrupadas em categorias principais para identificar as fontes de variação, sendo elas:

- **Mão de Obra** – Qualquer pessoa envolvida no processo;
- **Métodos** – Como o processo é realizado e os requisitos específicos para o executar;
- **Máquinas** – Qualquer equipamento necessário para a execução do trabalho;
- **Materiais** – Matérias-primas e componentes utilizados para a produção do produto final;
- **Meio Ambiente** – As condições onde é desenvolvido o processo.

As vantagens do uso do Diagrama de Ishikawa são (Liliana, 2016):

- Ajudar a determinar as causas básicas;

- Incentivar a participação do grupo;
- Usar um formato ordenado e de fácil leitura;
- Indicar possíveis causas de variação;
- Aumentar o conhecimento do processo;
- Identificar áreas para recolha de dados.

2.5. Círculo de Controlo de Qualidade

O Círculo de Controlo de Qualidade (QCC), faz parte da melhoria da qualidade de toda a organização, onde a melhoria do produto e o desenvolvimento de processos produtivos previsíveis, robustos e flexíveis, requerem a participação de todos os colaboradores. A mobilização de pessoas para a qualidade é um elemento fundamental da estratégia (Lillrank, 1995).

A equipa do QCC é geralmente composta por pessoas provenientes da mesma área de trabalho ou que realizam trabalhos semelhantes, onde irão identificar, analisar e resolver problemas relacionados com o trabalho, levando assim a produtos de maior qualidade, maior consciência da qualidade e melhoria contínua. Proporciona um senso de cooperação e participação entre os elementos do grupo. Com a resolução de problemas, os operadores ficarão mais preocupados com os problemas da empresa e motivados a obter um maior poder de decisão (Gilly et al., 1987).

Esta equipa recebe formação sobre métodos de solução de problemas e ferramentas da qualidade, sendo estes incentivados a aplicar estes métodos a problemas específicos ou gerais da empresa.

Segundo Basu & Wright (2003), existem sete condições para uma implementação bem-sucedida dos Círculos de Controlo de Qualidade:

- Devem ser compostos na sua íntegra por voluntários;
- Cada participante deve ser representante de uma atividade funcional diferente;
- O problema a ser abordado, deve ser escolhido pelo grupo;
- A administração deve apoiar o grupo e financiá-lo;
- Todos os membros devem receber formação apropriada para a resolução de problemas;
- Deve ser escolhido um líder dentro do grupo;
- A administração deve nomear uma pessoa fora deste grupo como mentor da equipa, onde fica encarregue de ajudar os membros do grupo e a alcançar os objetivos.

3. A Empresa

No presente capítulo será apresentada uma breve descrição e caracterização da empresa onde este projeto foi desenvolvido, bem como o enquadramento da mesma no Grupo Salvador Caetano. Por fim, será feita uma descrição mais pormenorizada do processo produtivo, uma vez que a sua compreensão é um fator fundamental para o desenvolvimento do projeto.

3.1. Apresentação da Empresa

Em 1946, Salvador Fernandes Caetano co-fundou, no concelho de Vila Nova de Gaia, a empresa Martins & Caetano & Irmão, Lda, uma fábrica de carroçarias de autocarros que, mais tarde, viria a dar origem à Salvador Caetano IMVT – SA. Em 2006, procede-se à alteração da denominação da empresa, para Toyota Caetano Portugal, S.A, denominação que permanece inalterada até ao presente. Após aproximadamente 80 anos da fundação da empresa, verifica-se que a atividade que lhe deu origem continua a ser uma realidade no Grupo Salvador Caetano, através da Caetano Bus.

Em 1968, Salvador Caetano assinou o contrato de importação e distribuição da marca Toyota para Portugal, após uma visita à *Toyota Motor Corporation*, no Japão. Três anos mais tarde, em 1971, é inaugurada a primeira unidade fabril da Toyota em solo europeu, mais precisamente no concelho de Ovar, encontrando-se em laboração até ao momento.

A nível produtivo é de mencionar que a fábrica sediada em Vila Nova de Gaia está encarregue das seguintes atividades (*Apresentação | Toyota Caetano Portugal, n.d.*):

- Importação de automóveis ligeiros comerciais e de passageiros Toyota;
- Importação e comercialização de peças e assistência técnica;
- Importação, comercialização e assistência pós-venda de máquinas de movimentação de cargas e distribuição;
- Comercialização e assistência pós-venda de miniautocarros Caetano em Portugal.

No Carregado realiza-se a comercialização e assistência pós-venda de máquinas de movimentação de cargas.

E, por último, a fábrica de Ovar dedica-se às seguintes atividades:

- Montagem de comerciais ligeiros Toyota (Land Cruiser 70);
- Incorporação de componentes em veículos comerciais;
- Produção de chassis de autocarros elétricos.

Certificada em Qualidade e em Ambiente de acordo com as normas ISO 9001 e ISO 14001, respetivamente, a Toyota Caetano Portugal aposta em processos de melhoria contínua ao longo de todos os processos de atividade.

Atualmente, o Grupo Salvador Caetano incorpora mais de 100 empresas, distribuídas pela Europa, África e Ásia, atuando em cinco áreas de negócio, como a indústria, distribuição, retalho, energia e ainda serviços.

A fábrica localizada em Ovar abastece não só o mercado nacional, como também 16 mercados de exportação, como França, Reino Unido, Espanha, Holanda, Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Alemanha, Noruega, entre outros. Ao longo de vários anos, a fábrica em questão produziu alguns dos modelos mais populares da marca, como o Corolla, o Corona, o Starlet, o Land Cruiser, a Hilux, a Hiace, a Dyna, o Land Cruiser 70 (LC70), entre outros, como se pode observar na Figura 8 (Fábrica de Ovar | Toyota Caetano Portugal, n.d.).

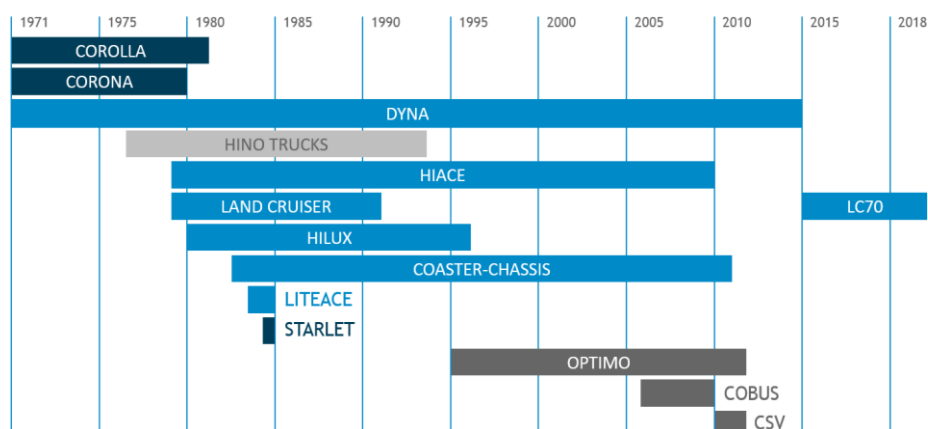


Figura 8 - Modelos produzidos na TCAP ao longo dos anos (Toyota Caetano Portugal, 2021)

Em meados de 2018, a Toyota Caetano Portugal uniu esforços com a Caetano Bus com o intuito de explorar a área de negócio da mobilidade elétrica. Nesse momento a Caetano Bus atravessava um período de grande produção, uma vez que renovou as frotas nacionais, o que levou à necessidade de espaço para o aumento da capacidade.

A Caetano Bus tem como princípio satisfazer as necessidades dos seus clientes, sendo cada veículo produzido de acordo com os requisitos específicos solicitados pelos mesmos, e tornando-se, deste modo, num produto único. Este tipo de estratégia leva a empresa Caetano Bus a adotar um método de trabalho baseado num processo produtivo especializado, focando-se essencialmente na mão-de-obra humana, em muitas das suas fases.

Esta empresa desenvolveu um autocarro urbano 100% elétrico, o e.City Gold, que corresponde à necessidade de redução do consumo de energia no setor dos transportes e das emissões CO₂ nas cidades. Este projeto, resultou da combinação entre a conceituada experiência no desenvolvimento de autocarros urbanos com carroçaria em alumínio e a nova geração de veículos CAETANO com

monitorização amigável do ambiente. Com uma elevada capacidade de lotação até 89 passageiros, o e.City Gold destaca-se pelas zero emissões de CO₂ e pela ausência de ruído (Toyota Caetano Portugal, 2021).

Na Linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos, são produzidos os seguintes modelos:

- Autocarros Urbanos, aplicados ao serviço público de transporte de passageiros;
 - e.City Gold;
 - H2.City Gold (autocarro movido a hidrogénio).

- Autocarros para Aeroportos, denominados por COBUS, focados no transporte de passageiros dentro dos aeroportos.
 - eCobus 2702;
 - eCobus 3002;
 - eCobus 3001.

3.2. Política do Grupo Salvador Caetano

A empresa Toyota Caetano Portugal rege-se pelos seguintes princípios (Visão, Missão & Valores - Salvador Caetano, n.d.):

Visão

- Ajudar as Pessoas a moverem-se.

Valores

- **Ambição:** ser exigente e ambicioso. Procurar diariamente a evolução, inovação e melhoria contínua.
- **Responsabilidade:** ser socialmente responsável. Assumir a sustentabilidade e o equilíbrio da sociedade e do ambiente.
- **Cooperação:** ser cooperante e trabalhar em equipa. Valorizar o trabalho em equipa e o respeito pelo outro.
- **Confiança:** ser próximo e confiável. Basear a sua atuação na confiança e na transparência.
- **Comprometimento:** ser comprometido com o cliente. Construir relações sólidas que garantem negócios de sucesso.

Missão

- Assumir a exigência com a inovação, a melhoria contínua e a sustentabilidade na atuação, cuidando por relacionamentos de confiança, que sustentam justas propostas de valor para o cliente (interno e externo) porque estão comprometidos com as Pessoas.

3.3. Política da Fábrica de Ovar

A fábrica de Ovar defende e pratica uma abordagem pró-ativa da gestão, reconhecendo o desenvolvimento sustentável fundamental para o seu próprio desenvolvimento.

Desta forma, a fábrica de Ovar compromete-se a (*Fábrica de Ovar | Toyota Caetano Portugal*, n.d.):

- Cumprir todas as obrigações de conformidade aplicáveis à sua atividade;
- Definir objetivos e iniciativas, nos domínios da qualidade, ambiente e segurança inseridos no sistema integrado de gestão, promovendo a sua revisão sistemática e a sua melhoria contínua, com o propósito de equilibrar riscos e benefícios (oportunidades) de curto e de médio/longo prazo;
- Identificar e minimizar os impactos ambientais e os riscos para todas as partes interessadas, garantindo a proteção do ambiente natural (através da prevenção da poluição e da preservação dos recursos) e a prevenção de lesões, ferimentos e danos para a saúde;
- Assumir a qualidade, ambiente e segurança como fatores decisivos para garantir a preferência dos seus clientes, trabalhando sob o lema “os produtos Toyota e Caetano são sinónimos de qualidade”;
- Implementar programas de formação e sensibilização dos colaboradores para melhoria da qualidade e do desempenho ambiental e para a obtenção de elevados níveis de segurança, garantindo comportamentos individuais e coletivos adequados.

3.4. Processo Produtivo

A Linha de Chassis dos Autocarros Elétricos é composta por quatro postos de montagem, uma célula de pré-montagem e um armazém logístico, onde se rececionam todos os componentes destinados aos chassis.

Inicialmente, a linha encontrava-se em Vila Nova de Gaia, nas instalações da Caetano Bus, mas, devido à necessidade de utilização do espaço das instalações referidas, optou-se por transferir a linha de Chassis dos Autocarros Elétricos para as instalações da Toyota Caetano Portugal.

Neste momento, a linha encontra-se a produzir um chassi por semana, apesar de possuir uma capacidade máxima de produção de um chassi por dia, sendo apenas necessário o ajuste de recursos humanos e equipamentos, na eventualidade de se pretender um aumento de produção.

Para se entender melhor o funcionamento da linha, é imprescindível a explicação de como a mesma se encontra estruturada.

O armazém está desenhado de forma a viabilizar o armazenamento de seis PEP (Planeamento e Estrutura de Produção), isto é, componentes para seis unidades, existindo ainda pequenos materiais que contam com um *stock* de segurança, de forma a prevenir possíveis falhas no processo. Quando o material chega ao armazém, é necessário que o colaborador logístico confirme se o que foi entregue corresponde à fatura, e que o inspetor da qualidade verifique os componentes sujeitos à inspeção de receção. Após a verificação do material estar finalizada, este é organizado nas respetivas estantes para, posteriormente, se proceder ao *picking one by one* para a linha.

Relativamente à linha de produção, existe uma célula de pré-montagem, onde são realizadas as montagens possíveis de se executarem *a priori*, de maneira que o operador da linha só necessite de organizar os componentes no chassi, como o caso do eixo traseiro e dianteiro, pedaleira, secador do ar, entre outros, como representado na Figura 9.

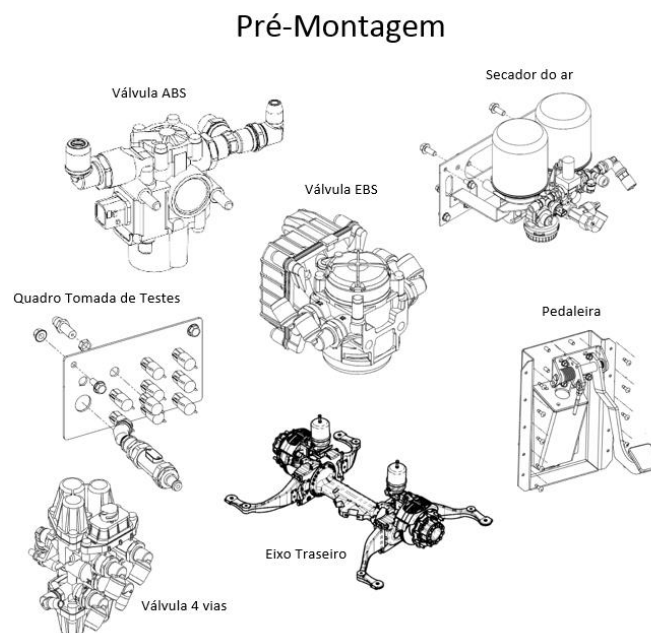


Figura 9 – Alguns componentes da Pré-Montagem
(Toyota Caetano Portugal, 2021)

De seguida, no primeiro posto, são colocados os componentes mecânicos, como os eixos, o motor, as rodas e também alguns componentes elétricos. No segundo posto concluem-se as montagens elétricas e realizam-se as montagens pneumáticas (passagem de tubos pneumáticos por todo o chassi) e hidráulicas, tal como se ilustra na Figura 10.

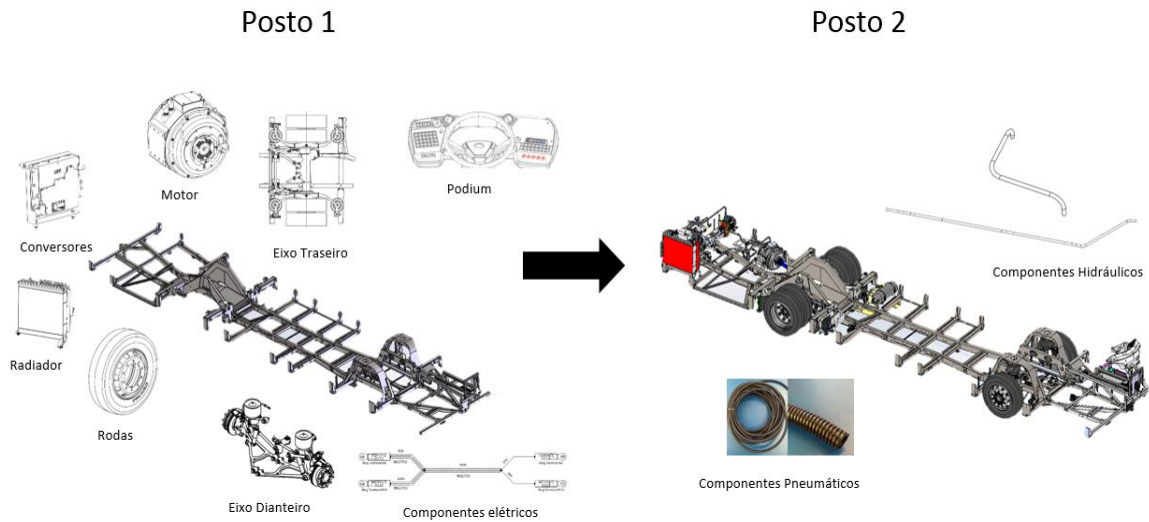


Figura 10 - Posto 1 e 2
(Toyota Caetano Portugal, 2021)

No terceiro posto, são colocadas as cavas de rodas e, no último posto realiza-se o *start-up*, que é a validação do chassi, representado na Figura 11.

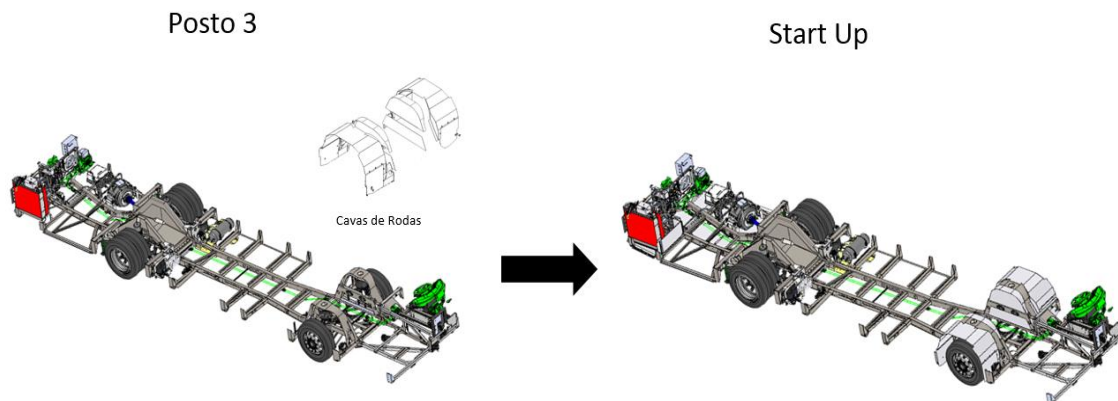


Figura 11 - Posto 3 e Start Up
(Toyota Caetano Portugal, 2021)

Quando o chassi está conforme, ou segue para parque (*stock*) ou segue para a Caetano Bus, onde será colocada a carroçaria.

A linha de chassis foi desenhada tendo por base alguns conceitos TPS como a aproximação do material ao operador, separação entre o homem e a máquina, fluxo contínuo, abastecimento *one by one*, entre outros.

Na Figura 12 encontra-se representado o fluxograma do processo produtivo da Linha de Chassis dos Autocarros Elétricos, onde decorreu o trabalho de projeto. Note-se que as tarefas da colocação do chassis em linha e a realização das pré-montagens são realizadas em simultâneo, o que não foi possível representar no fluxograma.

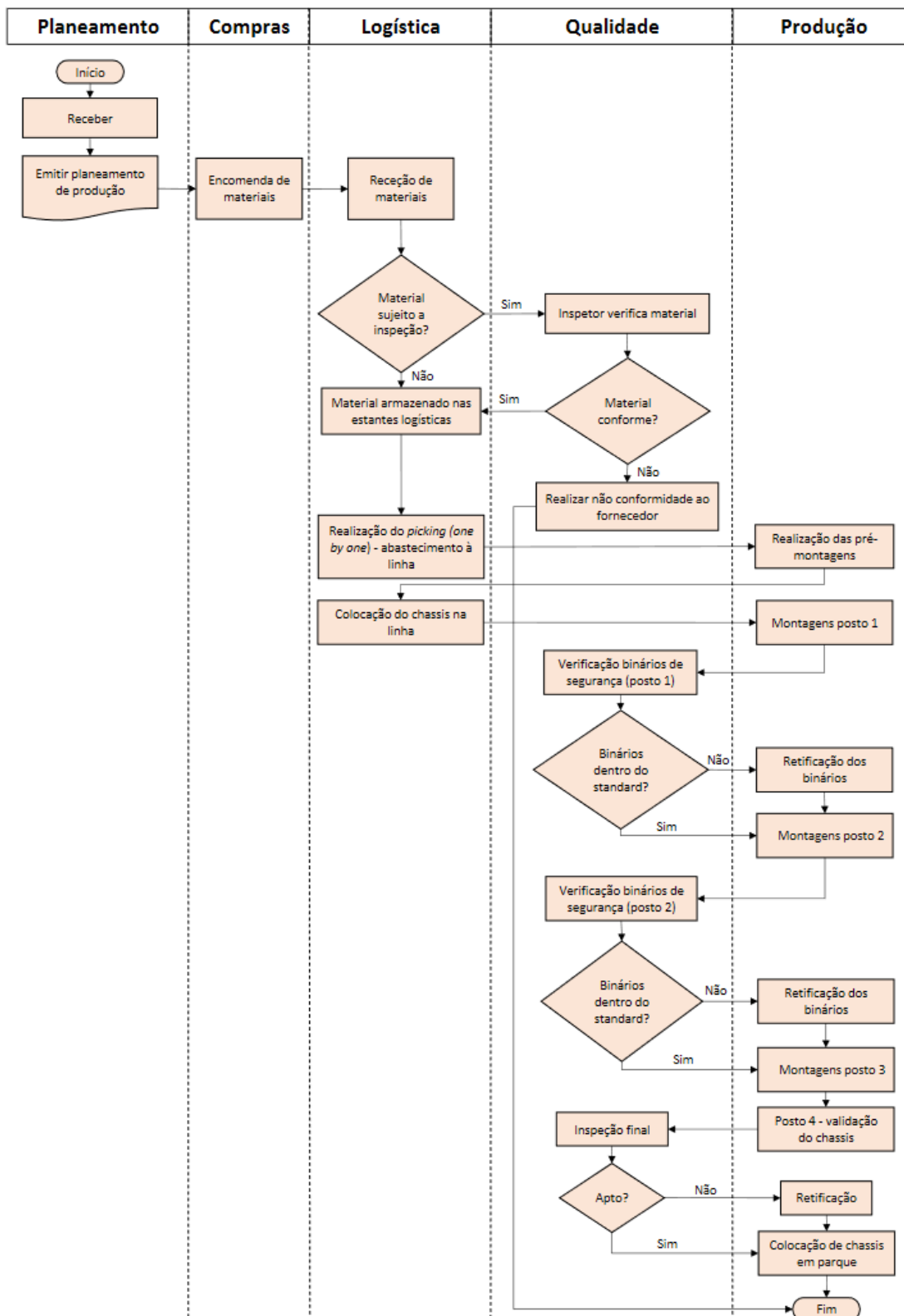


Figura 12 - Fluxograma do Processo Produtivo

No capítulo seguinte, serão analisadas algumas tarefas do inspetor da qualidade referidas no fluxograma do processo produtivo.

4. Projeto Prático

Neste capítulo serão analisados os processos das tarefas alocadas ao inspetor da qualidade ao longo da Linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos, descritos os problemas encontrados e apresentadas propostas de melhorias para os mesmos.

Numa primeira fase será analisado o processo da Inspeção de Material Rececionado através da apresentação da situação atual nos documentos *standard* da Toyota, bem como duas sugestões de soluções para os problemas identificados neste processo.

Seguidamente, será analisada a tarefa da Inspeção de Linha. Uma vez mais, serão identificados os problemas encontrados e propostas soluções de melhoria para os mesmos. Para esta tarefa, também será efetuada uma análise aos defeitos encontrados nos chassis.

Será, também, efetuada uma análise ao Plano da Qualidade e a alguns documentos que o compõem, sendo, posteriormente, sugeridas melhorias.

Tendo em conta que se verificou a necessidade, nesta linha, da existência de instruções de trabalho para o inspetor da qualidade, realizaram-se Guias de Inspeção, onde são indicados os materiais necessários, o local de aplicação e a explicação de como executar cada tarefa.

No sentido de analisar um problema, em particular, presente na linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos, foi realizado um Círculo de Controlo de Qualidade, pondo em prática várias ferramentas da qualidade. No subcapítulo 4.5 serão descritas as várias etapas seguidas ao longo da sua execução.

Por fim, serão apresentadas propostas para a melhoria contínua que foram implementadas na Toyota Caetano Portugal, bem como os benefícios que estas trouxeram.

4.1. Inspeção de Material Rececionado

Através do fluxograma do processo produtivo representado na Figura 12, pode verificar-se que, quando o material é rececionado na logística e está sujeito a inspeção, o inspetor tem de fazer uma verificação visual e, por vezes, dimensional ao material. Os materiais mais críticos, e que estão consequentemente sujeitos a mais inspeções são as cablagens, devido à sua complexidade técnica e por sofrerem constantes alterações, e tubos de água, devido às soldaduras que apresentam.

Na Figura 13 está representado o fluxograma da tarefa da inspeção de material rececionado. De seguida será realizada uma análise desta tarefa, onde serão descritos os problemas encontrados e serão propostas soluções de melhoria para os mesmos.

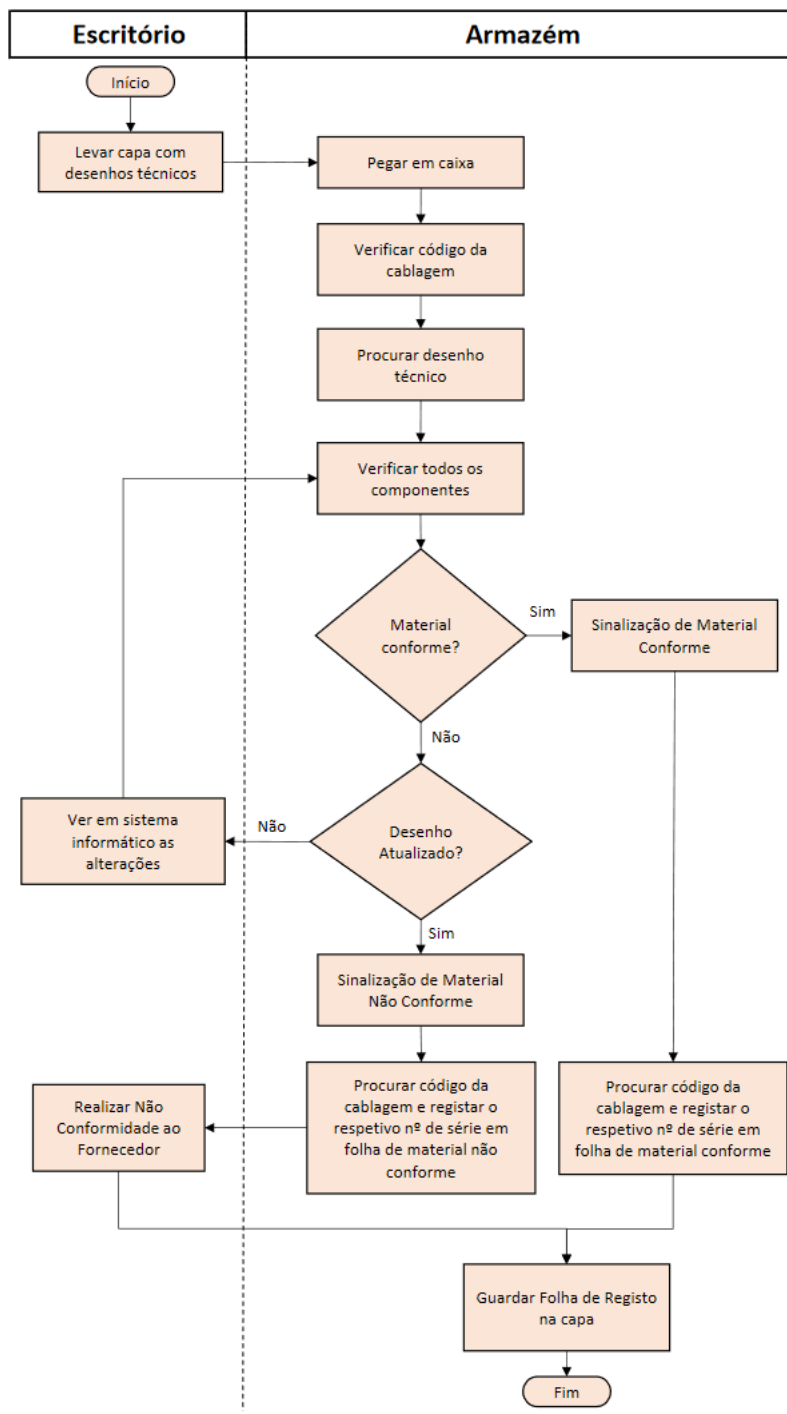


Figura 13 - Fluxograma da tarefa de inspeção de materiais rececionados

Para o caso da inspeção das cablagens, o inspetor quando se encontra no escritório, tem de se dirigir para o armazém logístico, que fica aproximadamente a 44 metros (ver Figura 14), com uma capa onde se encontram todos os desenhos técnicos dos materiais necessários para o chassi.



Figura 14 - Distância entre Escritório e Armazém Logístico

Ao chegar ao local onde se encontra o material, o inspetor pega numa caixa de cada vez para fazer a sua verificação. Após esta tarefa, tem de verificar qual o código da cablagem que se encontra fora da caixa e procurar o respetivo desenho na capa.

De seguida, realiza a verificação da cablagem, sendo que a mesma requer que o inspetor verifique se esta tem todos os componentes, terminais, fusíveis, se tem o comprimento indicado no desenho técnico e se nada se encontra danificado. Se a cablagem em questão estiver OK, o inspetor assinala-a como conforme. Por outro lado, se possuir algum componente diferente do desenho técnico, o inspetor tem de se dirigir ao seu escritório para ver em sistema informático (onde se encontram todos os desenhos técnicos atualizados) se houve alterações no desenho ou se a cablagem em questão não está conforme. No caso de esta não estar conforme, o inspetor tem de reportar uma Não Conformidade (NC) ao fornecedor.

Após o inspetor se dirigir novamente ao armazém para continuar a verificação das cablagens, tem de procurar o seu código numa lista de receção de materiais que se encontra em formato papel, e posteriormente tem de anotar o respetivo número de série. Concluída a verificação de todas as cablagens rececionadas, esta lista é guardada numa capa destinada às verificações de materiais.

Após o acompanhamento desta tarefa, verificaram-se alguns problemas durante o processo:

- O facto de o inspetor ter de se deslocar até ao escritório para verificar se o desenho da cablagem em questão está atualizado ou não, e depois deslocar-se, novamente, até ao armazém logístico, foi um dos principais problemas detetados. Foram retirados tempos para estas deslocações, e constatou-se que, por cada verificação destes desenhos, há um desperdício de tempo em deslocações de 2 minutos e 52 segundos e

de 1 minuto na procura do desenho em sistema informático. Este tempo foi, assim, considerado MUDA;

- O tempo de procura do código na lista de receção de material;
- O possível erro humano na transcrição do número de série para esta lista;
- A dificuldade na leitura da caligrafia do inspetor;
- A inexistência de um histórico em sistema informático das inspeções de materiais rececionados. Como esta lista está em formato papel, o histórico encontra-se igualmente neste formato, não havendo nada em sistema informático. Se, porventura, houver algum problema já em linha com algum destes materiais inspecionados, o período de tempo que se demora à procura do número de série nestas folhas, para se verificar quem fez a inspeção, ou se o material em questão foi mesmo inspecionado, é muito longo.

Para se efetuar uma melhor análise destes problemas e encontrar possíveis soluções para os mesmos, foram preenchidos alguns documentos da Toyota Caetano Portugal.

Standardised Work Recording Sheet

A *Standardised Work Recording Sheet* (SWRS) permite analisar, melhorar, padronizar e documentar processos. Consiste na descrição de todas as micro atividades desempenhadas pelo operador, através da visualização de vídeos realizados na linha de produção para posterior análise dos tempos das tarefas.

Foram realizadas várias receções de cablagens ao longo do estágio e, assim, registados vários tempos. Como o volume e o tipo de cablagem das receções têm uma grande variabilidade, torna-se difícil efetuar uma análise dos tempos das diversas receções.

O tempo de verificação de cada cablagem depende das suas características e dos componentes que a constituem, como o caso do comprimento, do número de fusíveis, terminais, fios e fichas. De seguida, na Tabela 1, serão apresentados dois exemplos da inspeção de cablagens, referindo-se um deles a uma cablagem simples e o outro a uma cablagem das mais complexas.

Tabela 1 - Exemplo das cablagens rececionadas - simples e complexa

Código Cablagem	Tempo de inspeção	Comprimento (mm)	Nº Fios	Nº Fichas	Nº Terminais
5A540249	26 s	400	0	0	2
5A54036102	1 h 2 min 14 s	51 000	302	50	6

Assim, para elaborar uma proposta de solução para os problemas descritos acima, foi decidido analisar o sucedido num dia específico, 10 de novembro de 2020. Tiveram de ser consideradas atividades macro em vez de micro devido à extensão do número de tarefas e de tempo neste processo. A Figura 15 ilustra o processo de inspeção ocorrido nesse dia, onde todos os tempos representados estão em minutos.

Toyota Caetano Portugal, S.A. Ovar Plant				Modelo:		Posto:								
Standardised Work Recording Sheet				Linha:		Produção:								
				Colaborador:		Takt-Time:								
				Data:		Página:								
Nº.	Job Element	Tempo por job element										Min	Max	Flutuação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Pegar Capa	0,03	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,03	0,033	0
2	Deslocar para Armazém	1,43	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1,43	1,433	0
3	Pousar Capa	0,03	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,03	0,033	0
4	Pegar em Caixa	3,20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3,2	3,2	0
5	Fazer Verificação	121,35	/	/	/	/	/	/	/	/	/	121	121,4	0
6	Deslocar para escritório/armazém	17,20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	17,2	17,2	0
7	Procurar desenho atualizados	6,00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	6,0	6,0	0
8	Escrever código e nº de identificação em folha física	22,90	/	/	/	/	/	/	/	/	/	22,9	22,9	0
9	Pousar Caixa	3,20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3,2	3,2	0
10	Deslocar para mesa de apoio	0,33	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,33	0,333	0
11	Guardar folha de registo na capa	0,17	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,17	0,167	0
12			/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0
			/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0
TOTAL		175,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175,9	176

Figura 15 - SWRS para inspeção com capa

Através do SWRS representado na Figura 15, consegue-se visualizar facilmente o que pode ser considerado como desperdício, onde as tarefas a vermelho representam o desperdício e as tarefas a rosa representam valor não acrescentado. Como é referido acima, todas as deslocações do inspetor da qualidade ao seu escritório para verificação da atualização dos desenhos técnicos e a procura destes, é considerado MUDA.

Para este caso específico, verificou-se a existência de 6 desenhos desatualizados, o que levou a um desperdício em deslocações de 17 minutos e 12 segundos. A verificação da atualização de cada desenho técnico em sistema informático demora 1 minuto. Assim, para este caso em concreto, o inspetor despendeu 6 minutos no total. Portanto, o tempo total do MUDA é de 23 minutos e 12 segundos.

Para além deste tempo, também tem de se ter em conta a ergonomia desta tarefa, pois o inspetor tem um maior desgaste físico devido às deslocações, e ocorre alguma desconcentração devido à interrupção da tarefa.

Standardized Work Combination Table

O *Standardized Work Combination Table* (SWCT) é usado para se ter uma melhor percepção da combinação entre o trabalho do operador, as suas deslocações bem como o trabalho da máquina. Este documento é uma representação gráfica dos dados recolhidos pelo SWRS, onde qualquer deslocação ou tempo de espera excessivo é representado e, assim, identificada uma oportunidade de melhoria (Williams, 2001).

Este documento pode ser visualizado no Anexo 1.

Standardized Work Chart

O *Standardized Work Chart* (SWC) é um dos documentos *standard* utilizados na Toyota para visualização do *layout* da área de trabalho e pessoas. Este documento também é frequentemente referido como diagrama de esparguete, devido às inúmeras linhas nele apresentadas, muitas delas representando deslocações excessivas dos operadores (Williams, 2001). Neste documento estão representadas as tarefas de trabalho descritas pelo SWCT, onde os números representam as etapas do processo e as setas representam as deslocações, é de salientar que quando as tarefas ocorrem no mesmo local, são representadas pela seguinte simbologia “valor x ~ valor y”. O *layout* da Linha de Chassis dos Autocarros Elétricos está representado na Figura 16.

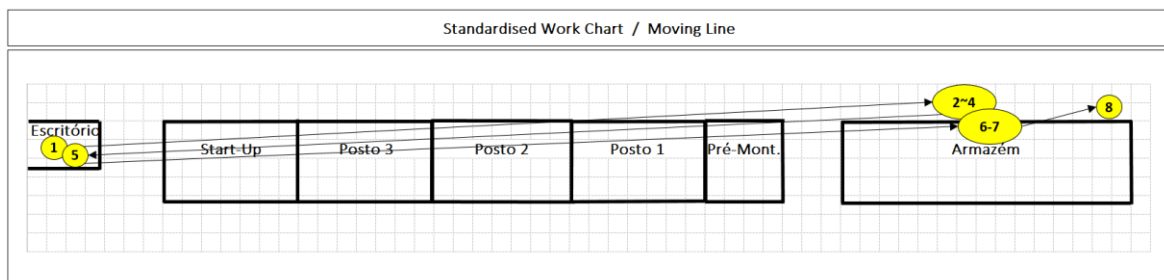


Figura 16 - SWC para inspeção com capa

Através da tabela 2, pode-se observar que para um tempo total de inspeção das cablagens de 2 horas 49 minutos e 30 segundos, 24 minutos e 58 segundos são consideradas deslocações desnecessárias ou MUDA, o que equivale aproximadamente a 15% do tempo total.

Tabela 2 - Resumo da inspeção com capa

	Deslocação para armazém	MUDA	Deslocação para mesa de apoio /caixas
Tempo	1 min 26 s	23 min 12 s	20 s
Tempo Total de deslocações /MUDA	24 min 58 s		
Tempo total de inspeção	2 h 49 min 30 s		

Após a execução destes documentos e uma análise aprofundada dos mesmos, surgiram duas possíveis soluções para este problema. A primeira seria a colocação, no armazém logístico, de um computador fixo para facilitar todo o trabalho que envolve a inspeção de material. A segunda solução seria a aquisição de um computador portátil para o mesmo efeito.

De seguida serão apresentados os documentos Toyota para cada uma das soluções e a respetiva análise.

1ª Solução - Computador Fixo

Na figura 17 apresenta-se o SWRS para a inspeção com computador fixo, para o caso apresentado anteriormente.

Toyota Caetano Portugal, S.A. Ovar Plant		<input type="checkbox"/> Registo Posição Video <input type="checkbox"/> Tempo Operação		Modelo:	Posto:									
Standardised Work Recording Sheet				Linha:	Produção:									
				Colaborador:	Takt-Time:									
				Data:	Página:									
Nº.	Job Element	Tempo por Job element										Min	Max	Flutuação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Pegar em Caixa	3,20										3,2	3,2	0
2	Deslocar até mesa de apoio	32,00										32	32	0
3	Fazer Verificação	114,95										115	115	0
4	Escrever código e nº de identificação em sistema informático	8,37										8,37	8,37	0
5	Deslocar até às restantes caixas	32,00										32	32	0
6	Pousar Caixa	3,20										3,2	3,2	0
7												0	0	0
												0	0	0
TOTAL		193,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193,7	194

Figura 17 - SWRS para inspeção com computador fixo

O documento SWCT para a solução 1 pode ser visualizado no Anexo 2.

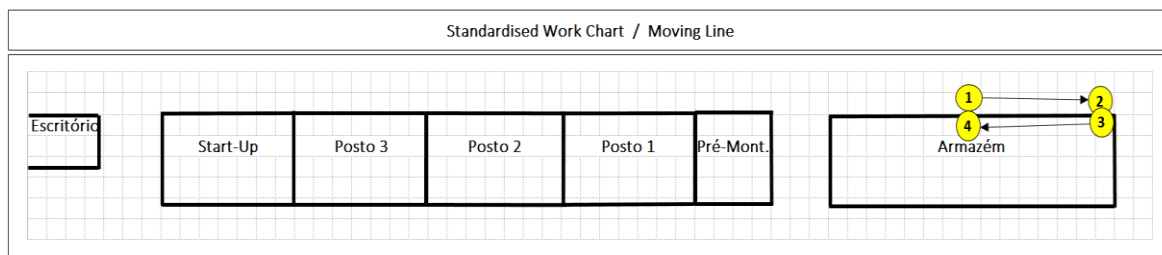


Figura 18 - SWC para inspeção com computador fixo

Através do documento SWRS, representado na figura 17, percebe-se que uma parte do MUDA desapareceu, nomeadamente as deslocações ao gabinete, devido ao computador fixo estar no armazém logístico e o inspetor da qualidade ter acesso, na hora, aos desenhos técnicos das cablagens. Por outro lado, há mais deslocações entre caixas, pois no lugar onde ficaria o computador fixo não existe espaço suficiente para tantas caixas, e assim, o inspetor teria de ir buscar uma de cada vez. Como neste caso em concreto foram inspecionadas 64 caixas de cablagens, e considerando que o inspetor demora 30 segundos a deslocar-se com a caixa até ao pé do computador fixo e outros 30 segundos a deslocar-se novamente para as restantes caixas, foi considerado que foram despendidos 64 minutos em deslocações.

Tabela 3 - Resumo da inspeção com computador fixo

	Deslocação para armazém	MUDA	Deslocação para mesa de apoio /caixas
Tempo	-	-	64 min
Tempo Total de deslocações /MUDA	64 min		
Tempo total de inspeção	3 h 13 min 42 s		

Devido a um extenso tempo em deslocações entre caixas, o tempo total de inspeção com o computador fixo seria cerca de 3 horas 13 minutos e 42 segundos, aproximadamente mais de 24 minutos comparado com a inspeção com a capa.

Através da Tabela 3, pode-se observar que para este tempo de inspeção, 64 minutos são consideradas deslocações desnecessárias, o que equivale aproximadamente a 33% do tempo total. Este tempo de deslocação será tanto maior quanto maior for o número de caixas.

Foi estudada ainda a possibilidade de alterar a disposição do computador fixo para diminuir o tempo de deslocações, mas devido ao espaço do armazém logístico ser limitado e os empilhadores se deslocarem no corredor interior, não foi possível melhorar o tempo desta solução.

Comparando o SWRS da situação atual com a solução do computador fixo, é possível perceber que há uma diminuição de tempo na escrita dos números de série das cablagens na lista de receção de material, passando de 22 minutos e 54 segundos para 8 minutos e 22 segundos, para este caso em concreto, pois a procura dos códigos das cablagens bem como a escrita do número de série destas, seria muito mais rápido e intuitivo. Esta seria uma das vantagens de se ter um computador fixo no armazém logístico.

Apesar de o computador fixo ajudar em algumas etapas desta tarefa, como o caso de o inspetor ter acesso direto aos desenhos atualizados, à lista dos materiais rececionados, diminuição do erro humano na transcrição dos números de série, na criação de um histórico dos materiais conformes e não conformes em sistema informático e a poupança de folhas de papel e de gastos com a impressão das mesmas, esta solução não é a mais desejável.

Em termos de ergonomia, esta solução piora as condições do inspetor da qualidade devido à elevada quantidade de deslocações que este tem de realizar com as caixas.

2ª Solução – Computador Portátil

Na figura 19 apresenta-se o SWRS para a inspeção com computador portátil, para o mesmo caso analisado na primeira solução.

Toyota Caetano Portugal, S.A. <small>Ovar Plant</small> Standardised Work Recording Sheet				Modelo:		Posto:								
				Linha:		Produção:								
				Colaborador:		Takt-Time:								
				Data:		Página:								
Nº.	Job Element	Tempo por job element										Min	Max	Flutuação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Pegar em Caixa	3,20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3,2	3,2	0
2	Fazer Verificação	114,95	/	/	/	/	/	/	/	/	/	115,0	115,0	0
3	Escrever código e nº de indentificação em sistema informático	8,37	/	/	/	/	/	/	/	/	/	8,4	8,4	0
4	Pousar caixa	3,20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3,2	3,2	0
5		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0
		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0
TOTAL		129,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129,7	130	

Figura 19 - SWRS para inspeção com computador portátil

O documento SWCT para a solução 2, pode ser visualizado no Anexo 3.

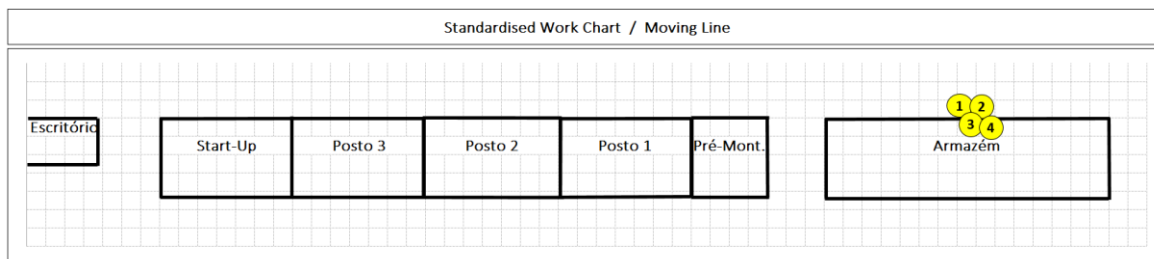


Figura 20 - SWC para inspeção com computador portátil

Como se pode verificar através dos documentos, representados nas Figuras 19 e 20, para esta solução não haveria deslocamentos associados a este processo, pois o inspetor da qualidade teria consigo um computador portátil. Este computador ajudaria em todas as etapas deste processo, e, como já se verificava para o computador fixo, o inspetor teria acesso imediato a todos os desenhos técnicos das cablagens estando estes sempre atualizados.

Tabela 4 - Resumo da inspeção com computador portátil

	Deslocação para armazém	MUDA	Deslocação para mesa de apoio /caixas
Tempo	-	-	-
Tempo Total de deslocações /MUDA	-		
Tempo total de inspeção	2 h 9 min 42 s		

Com o computador portátil consegue-se reduzir o tempo total da inspeção em cerca de 40 minutos comparando com a inspeção com a capa, passando de um tempo total de inspeção de 2 horas 49 minutos e 30 segundos para 2 horas 9 minutos e 42 segundos, o que equivale a uma redução de tempo total de 23% comparado com a situação atual.

Assim, comparando as três tabelas resumo e o gráfico *Yamazumi*, representado na figura 21, conclui-se que a melhor solução é a aquisição de um computador portátil, tendo sempre um sítio para o colocar ao lado do inspetor da qualidade.

Através deste gráfico consegue-se visualizar o tempo total da tarefa bem como o tempo das atividades de Valor Acrescentado e do MUDA.

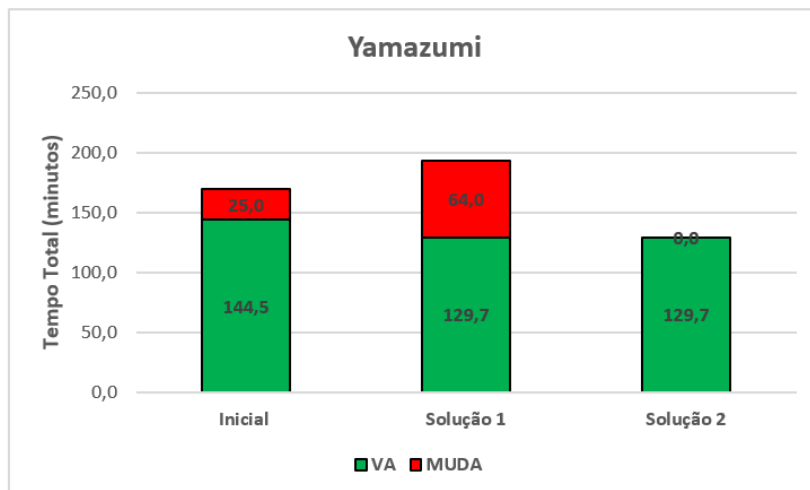


Figura 21 - Gráfico Yamazumi

Como foi referido para a solução do computador fixo, grande parte dos problemas mencionados anteriormente, foram solucionados. As vantagens apresentadas para esta solução, manter-se-ão no caso do computador portátil, com a vantagem adicional de o MUDA deixar de existir, e serão apresentadas com mais detalhe de seguida:

- O MUDA deixaria de existir neste processo;
- Seria criada uma lista de receção de material em Excel, onde a procura do código da cablagem seria muito mais simples e rápida e a anotação do número de série da respetiva cablagem seria mais intuitiva, onde se poupariam cerca de 15 minutos comparando com a situação atual;
- Com esta lista haveria menos erro humano na transcrição dos números de série bem como na perceção da caligrafia do inspetor;
- Haveria um histórico dos materiais conformes e não conformes onde se teria uma melhor perceção se um dado material tem vindo a ter muitas não conformidades, e assim junto do fornecedor, garantir que o material venha com mais qualidade.
- Com este documento também se conseguiria mais facilmente procurar um número de série de um determinado material que tenha dado problemas de qualidade mais tarde.
- E por fim, existiria uma poupança considerável de folhas de papel e de gastos com a impressão das mesmas.

Apesar de a aquisição de um computador portátil ter custos associados de cerca de 29€ por mês durante 2 anos, e o computador fixo não, pois seria utilizado um computador que já existe na empresa, continua a ser mais vantajosa a aquisição do computador portátil. Fazendo uma análise

ao tempo poupado devido à aquisição deste, considerando uma carga de trabalho de inspeção semelhante à analisada, poupar-se-ia cerca de 55 minutos na inspeção de material rececionado.

4.2. Inspeção de Linha

Outra tarefa do inspetor da qualidade é a realização da inspeção de linha, quer seja a verificação dos binários do chassi ou a inspeção final do mesmo. Nestas tarefas, também se verificaram alguns problemas.

Quando o inspetor da qualidade tem de executar a tarefa da verificação final do chassi, tem de ter consigo uma lista com todos os pontos que têm de ser verificados. Esta lista está em sistema informático da Caetano Bus e tem de ser impressa. De seguida, o inspetor escreve nesta lista todos os defeitos encontrados, os números de série de alguns componentes, bem como se os pontos de verificação estão conformes ou não. Finalizada a inspeção, o inspetor tem de passar esta lista para o sistema informático da Caetano Bus, pois os dados têm de ficar registados nesta plataforma tendo depois de voltar a imprimir, para seguir junto com todo o processo do plano de qualidade do chassi em questão.

Após a observação e recolha de dados relativos a esta tarefa, conseguiu-se perceber que existe duplicação de trabalho e por isso será feita uma análise para se tentar diminuir este desperdício. Esta duplicação de trabalho existe devido ao inspetor ter de escrever duas vezes os mesmos dados, primeiro em folhas impressas e depois em sistema informático. Existe, uma vez mais, a questão da caligrafia e do erro humano ao transcrever os números de série para a lista de verificação, pois a caligrafia pode não ser perceptível tanto para o próprio inspetor como para outra pessoa que vá passar estes dados para sistema informático.

Foram, então, retirados tempos relativos à tarefa do inspetor passar os dados da lista de verificação em papel para o sistema da Caetano Bus, e observou-se que esta demora aproximadamente 22 minutos.

A solução encontrada para os problemas mencionados acima, seria uma vez mais a aquisição do computador portátil, pois facilitaria o processo para a tarefa da inspeção de linha. O inspetor, neste caso, teria logo acesso à lista de verificação que se encontra em sistema informático da Caetano Bus e, assim, poderia apontar diretamente nesta lista. Desta forma, o erro humano é muito menor, pois reduz-se a probabilidade de engano ao transcrever os números de série, por exemplo, e não haverá problemas com a caligrafia do inspetor.

Esta proposta também tem como vantagem a redução de impressão de papel que é um dos desperdícios que afetam o ambiente. Neste momento, além de se procurar melhorias a nível de produtividade e custos deve-se, também, considerar a responsabilidade ambiental. Assim, com o computador portátil, o inspetor da qualidade já não teria de imprimir as primeiras 7 folhas que constituem a lista de verificação final do chassi. Com isto, poupa-se não só folhas de papel, tinteiro e eletricidade para fazer estas impressões, mas também o inspetor ganha 2 minutos, pois já não tem de imprimir a lista.

Nesta tarefa, o inspetor da qualidade pouparia cerca de 24 minutos, se tivesse um computador portátil.

Através da Tabela 5, pode-se verificar que, para cada impressão da lista de verificação, se poupa cerca de 0,35€ para impressões a cores ou 0,07€ para impressões a preto e branco.

Tabela 5 - Resumo análise Inspeção de linha

Tempo a passar dados para sistema informático	22 minutos
Custos de Impressão a cores para as 7 folhas A4	0,35€
Custo de Impressão a preto e branco para as 7 folhas A4	0,07€
Tempo para impressão da lista	2 minutos

Quando é realizada a inspeção final do chassi ou a verificação dos apertos dos binários de segurança por parte do inspetor da qualidade e algum dos pontos não está conforme, este tem de escrever o defeito em causa na folha de anomalias detetadas. Por cada defeito ocorrido, operador que lhe está associado terá que realizar a respetiva reparação.

Assim, foram retirados tempos de todas as reparações realizadas nos chassis inspecionados e, posteriormente, estes foram divididos pelas áreas de atuação. Estes tempos são referentes a 13 chassis do modelo e.City Gold e a 11 chassis do modelo H2.City Gold.

Como se pode observar através dos gráficos circulares representados nas Figuras 22 e 23, para o e.City Gold e H2.City Gold respetivamente, a maior parte dos tempos de reparações são devidos a defeitos na área mecânica. Como esta área agrega a maioria das tarefas realizadas no chassi, é normal que grande parte dos defeitos estejam associados a esta área.

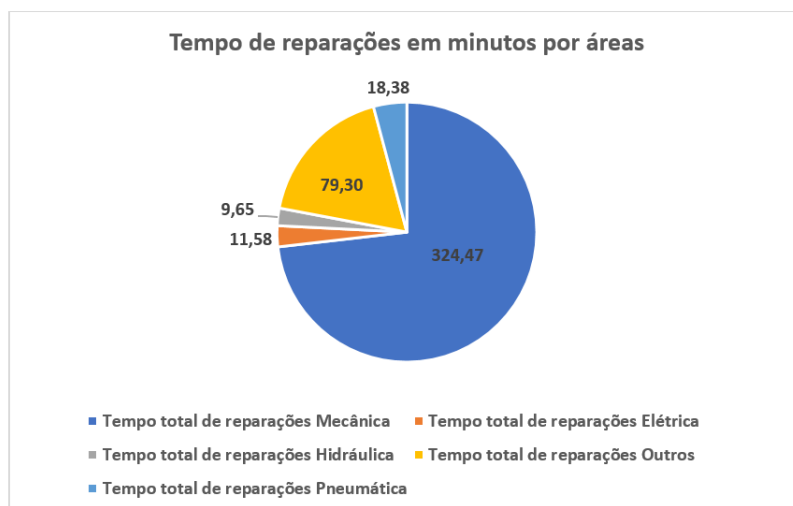


Figura 22 - Gráfico circular dos tempos de reparações por áreas de atuação do e.City Gold

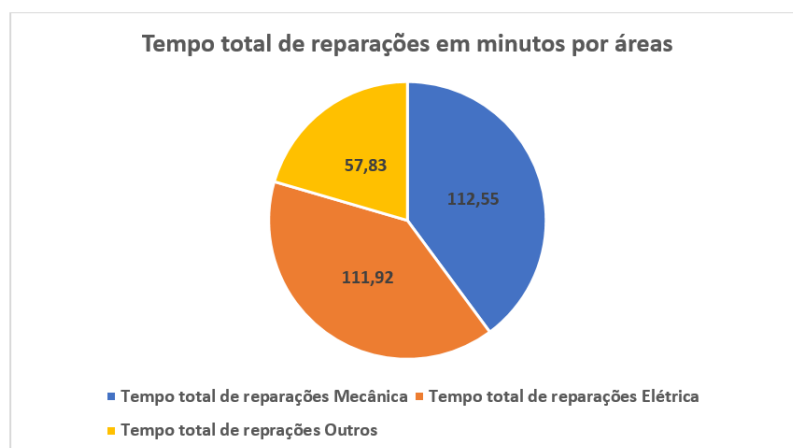


Figura 23 - Gráfico circular dos tempos de reparações por áreas de atuação do H2.City Gold

De seguida foram realizados diagramas de Pareto com os dados dos defeitos da área da mecânica dos dois modelos estudados para se efetuar uma melhor análise dos mesmos. Estes gráficos podem ser visualizados nos Anexos 4 e 5.

Após uma análise destes gráficos, observa-se que a maioria dos tempos de reparações para ambos os modelos, são devidos a defeitos no aperto dos binários, como pode ser visualizado nos gráficos circulares das Figuras 24 e 25.

Assim, será importante atuar neste tipo de tarefas para se tentar reduzir o número de defeitos observados nos apertos de binários. O departamento da qualidade, juntamente com o chefe de equipa da linha e com os colaboradores, deve proceder à análise das causas destes defeitos. No caso do aperto dos binários, deve-se tentar perceber o porquê de os valores não estarem dentro do *standard*. Poderá ser por falta de informação dos valores de cada aperto na linha junto do

colaborador e este não estar a dar o aperto correto, poderá ser a chave dinamométrica com que o colaborador realiza o aperto não estar bem calibrada ou também poderá ser a chave de verificação dinamométrica que o inspetor utiliza para efetuar a verificação do aperto não estar calibrada.

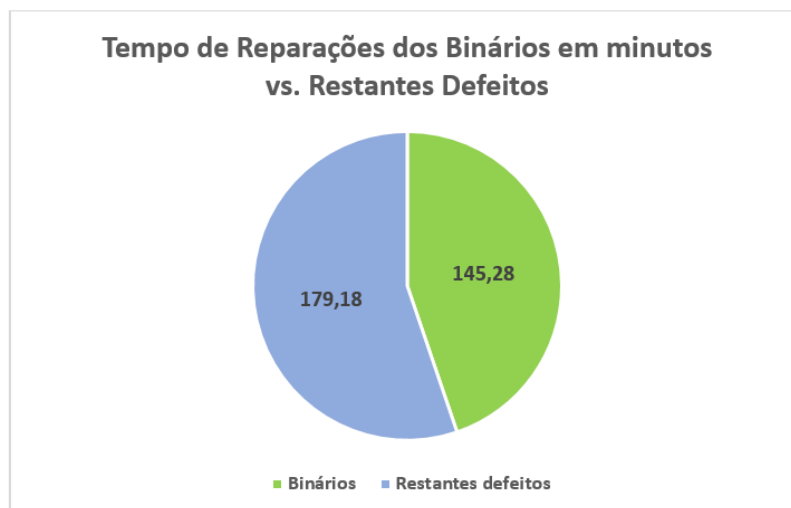


Figura 24 - Gráfico Circular dos tempos de reparações dos binários VS restantes defeitos para o e.City Gold



Figura 25 - Gráfico Circular dos tempos de reparações dos binários VS restantes defeitos para o H2.City Gold

As reparações dos defeitos encontrados são realizadas sempre pelo mesmo colaborador, sendo os custos associados a este tipo de reparações os correspondentes ao tempo que o colaborador despende a executá-las. Assim quanto maior for este tempo, maior será o custo das reparações.

4.3. Plano da Qualidade

O Plano da Qualidade é um documento que tem de acompanhar o chassi desde o seu início até este ser entregue ao cliente final. Neste documento está indicado que tipo de materiais compõe o chassi e quem os montou.

Após algumas observações do manuseamento deste documento, foram detetados alguns problemas.

Este documento é composto por 18 folhas onde são indicados os materiais a serem montados no chassi, o valor que o operador tem de aplicar nos binários necessários e a medição entre eixos. Quando o operador executa alguma tarefa, quer seja a montagem de algum componente ou executar um aperto, tem de assinar ou colocar o número de colaborador no documento, bem como a data em que realizou a tarefa, por forma a ser responsabilizado pela operação realizada.

Um dos problemas encontrados ao manusear o Plano da Qualidade, foi a perda de tempo por parte do operador na procura do local onde deve escrever o número de identificação, pois o documento não está organizado da melhor forma. Assim, uma sugestão de melhoria seria agrupar os componentes por postos para se ter uma melhor visualização das tarefas a serem executadas num determinado posto.

Como o Plano da Qualidade pertence à Caetano Bus, a Toyota Caetano Portugal não tem autonomia para modificar este documento, pelo que as sugestões de melhoria serão apresentadas à Caetano Bus para serem aprovadas e, posteriormente, se aprovadas, ser utilizado o novo documento.

Outro problema encontrado foi o registo, por parte do operador, em componentes que não existem no chassi do modelo em produção, mas que estão mencionados no Plano da Qualidade. Este ponto induz o operador em erro, e gera desperdício de tempo que este despende a assinar um campo de um componente que já não existe ou está desatualizado, o mesmo acontecendo na parte do valor dos binários, como pode ser visualizado na Figura 26, onde os binários assinalados estão desatualizados, pois o valor do aperto indicado era para um parafuso que já não é utilizado. Foram retirados tempos para a assinatura dos binários, onde o operador despende 7 segundos a assinar cada binário.


		PLANO DA QUALIDADE QUALITY PLAN / QUALITÄTSPLAN				PEP: VIN: CHASSIS: MODELO: ECITY-GOLD	
QES1						Série Protótipo Al. Aço Al. Aço	
BINÁRIOS - URBANO ELÉTRICO EIXO TRASEIRO							
Desenho de referência para preenchimento: - posições do desenho identificadas em cada ponto de verificação Eixo: Traseiro, Utilizar ferramenta com tolerância entre $\pm 3\%$ a $\pm 8\%$							
Balão Suspensão - Superior (D01) Todos parafusos		Balão Suspensão - Inferior (D02) Todos parafusos		Amortecedor - Inferior (D03) Todos parafusos		Amortecedor - Superior (D04) Todos parafusos	
Tirantes Superiores - Eixo (D05) Todos parafusos		Tirantes Superiores - Parafusos 12,9/10,9 (D05) Todos parafusos		Tirantes Superiores - Estrutura (D06) Todos parafusos		Tirantes Inferiores - Eixo (D07) Todos parafusos	
Tirantes Inferiores - Parafusos 12,9/10,9 (D07) Todos parafusos		Tirantes Inferiores - Estrutura (D08) Todos parafusos		Fixação Estabilizadora - Estrutura (D09) Todos parafusos		Abraçadeira Estabilizadora (D10) Todos parafusos	
Suporte Rótula - Eixo (D11) Todos parafusos		Estabilizadora - Rótulas (D12) Todos parafusos		Abraçadeira Tirante (D13) Todos parafusos		Câmaras Travagem (D14) Todos parafusos	
Arquivo: PR 06.0 <small>CB 273-D</small>		Notas: _____ _____		Verificação: QES1 - Linha Data: ___/___/___ Rub: _____		QES1 - Final ___/___/___	

Figura 26 – Exemplo de uma página do Plano da Qualidade (Toyota Caetano Portugal, 2021)

Assim, será realizada uma análise do plano da qualidade no sentido de retirar campos que não sejam utilizados e acrescentar outros que são considerados importantes.

Como foi referido acima, este documento, que se encontra em formato PDF, é composto por 18 folhas, onde o inspetor da qualidade tem de preencher, em todas as folhas, a PEP e o VIN (*Vehicle Identification Number*) do chassi em questão. Ao realizar esta tarefa, o inspetor da qualidade despende, em média, 13 minutos. A sugestão de melhoria, passa por pedir à Caetano Bus o documento com estes dois campos editáveis, no sentido de facilitar a tarefa ao inspetor, pois este pouparia cerca de 12 minutos e 40 segundos, e a probabilidade de erro humano seria menor.

Na Figura 27 apresenta-se um exemplo do documento referente ao Plano da Qualidade, após terem sido implementadas alterações sugeridas à Caetano Bus.


 Centro Emissor: QES	PLANO DA QUALIDADE QUALITY PLAN / QUALITÄTSPLAN						PEP: VIN: MODELO: UEB 2G 12M LHD	
							Série: _____ Protótipo AL. Aço AL. Aço	
BINÁRIOS - URBANO								
Designação	Parafuso	Binário (Nm)	Nº Colaborador	Designação	Parafuso	Binário (Nm)	Nº Colaborador	
EIXO TRASEIRO - Refª para preenchimento								
Balão Suspensão - Superior (D01)	M24X1,5-14H			Tirantes Inferiores - Estrutura (D08)	M18x1,5-10			
Balão Suspensão - Inferior (D02)	M16X1,5X50-10,9			Fixação Estabilizadora - Estrutura (D09)	M10X16-10,9			
Amortecedor - Inferior (D03)	M14X1,5			Abraçadeira Estabilizadora (D10)	M14X1,5-10			
Amortecedor - Superior (D04)	M14X1,5			Suporte Rótula - Eixo (D11)	M16X1,5X40-10,9			
Tirantes Superiores - Eixo (D05)	M18X1,5X60-12,9			Estabilizadora - Rótulas (D12)	M120X1,5			
Tirantes Superiores - Eixo (D05)	M18X1,5X60-10,9			Abraçadeira Tirante (D13)	M14X1,5			
Tirantes Superiores - Estrutura (D06)	M18X1,5-10			Abraçadeira Tirante (D13)	M12x1,5			
Tirantes Inferiores - Eixo (D07)	M18X1,5X60-12,9			Câmaras Travagem (D14)	M16X1,5			
Tirantes Inferiores - Eixo (D07)	M18X1,5X60-10,9			MONTAGEM BOMBA DE ÁGUA -				
MONTAGEM COLINA DIREÇÃO -				70024157	M8X30-10.9			
70023877	M10x30 - 10.9			MONTAGEM CIRCUITO PEM -				
70024158	M10 - 10			70023873	M8X20-10.9			
70023872	M8x25			70023871	M6X20-8.8			
KIT HESS: 0016087	M12 8.8			70024156	M6-8			
KIT HESS: 0016035	M12x25x1,75			70027559	Abraçad.			
Arquivo: PR06.0	Notas:			Verificação:	QES - PQ1	QES - PQ5		
				Data:	___/___/___	___/___/___		
				Nome:				

Figura 27 - Exemplo de uma página do novo documento do Plano da Qualidade (Toyota Caetano Portugal, 2021)

No novo documento do Plano da Qualidade, todos os componentes estão agora organizados por postos, facilitando aos colaboradores a procura destes. Os binários também se encontram ordenados por montagem.

Outra sugestão apresentada pode ser observada na Figura 28. Neste exemplo de documento é apresentado o desenho técnico do componente em questão onde se encontra sinalizada a localização da realização do aperto do binário bem como a indicação do valor deste. Assim, com este documento pretendem-se reduzir os defeitos encontrados neste tipo de tarefas.


 QE51	PLANO DA QUALIDADE QUALITY PLAN / QUALITÄTSPLAN		PEP:			
			VIN:			
			CHASSIS:			
			MUELU:			
			Serie		Protótipo	
			Al	Áço	Al	Áço
BINÁRIOS - URBANO						
DIREÇÃO						
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> DESENHO TÉCNICO </div>						
EIXO FRENTE						
<div style="display: flex; justify-content: space-around; gap: 50px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: 15%;"> DESENHO TÉCNICO </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: 15%;"> DESENHO TÉCNICO </div> </div>						
Arquivo: PR 06.0 <small>(09/27/12)</small>	Notas:		Verificação:	QE51 - Linha	QE51 - Final	
			Data:	___/___/___	___/___/___	
			Rub:			

Figura 28 - Exemplo do documento com identificação do valor do binário e localização do mesmo (Toyota Caetano Portugal, 2021)

Outro documento que vai apenso ao Plano da Qualidade é a lista de verificação dos apertos de segurança, verificados pelo inspetor da qualidade. Este documento foi realizado pela Caetano Bus e pode ser observado na Figura 29.


 CAETANOBUS		LISTA VERIFICAÇÃO DINÂMICA CHASSIS ELÉTRICO LHD/RHD				PEP: _____	
QES1						FOLHA Nº 1 / 1	
RELATÓRIO INSPEÇÃO ANTES DA ENTREGA							
AL	D E S I G N A Ç Ã O				OX Δ	AL	OX Δ
VALORES DOS BINÁRIOS A AGUARDAR CONFIRMAÇÃO DE ENGI							
MECÂNICA - DIREÇÃO				MECÂNICA – EIXO TRASEIRO			
00	Verificar binário na Caixa Transferência Angular 90°			00	Verificar binário no Balão Suspensão - Superior		
00	Verificar binário nos Tirantes direção (ZF)			00	Verificar binário no Balão Suspensão - Inferior		
00	Verificar binário nos Tirantes direção Pailton			00	Verificar binário no Amortecedor - Inferior		
00	Verificar binário na Ligação estrutura - inferior			00	Verificar binário no Amortecedor - Superior		
00	Verificar binário na Ligação estrutura - superior			00	Verificar binário nos Tirantes Superiores - Eixo		
00	Verificar binário na Placa inferior Caixa direção			00	Verificar binário nos Tirantes Superiores - Parafusos 10,9		
00	Verificar binário no Parafuso inferior Caixa direção			00	Verificar binário nos Tirantes Superiores - Estrutura		
00	Verificar binário na Caixa Direção-Placa			00	Verificar binário nos Tirantes Inferiores - Eixo		
00	Verificar binário na Porca Tirante direção			00	Verificar binário nos Tirantes Inferiores - Parafusos 10,9		
00	Verificar binário nas Rótulas tirante central			00	Verificar binário na Tirantes Inferiores - Estrutura		
00	Verificar binário na Rótula Lado Caixa Direção			00	Verificar binário na Fixação Estabilizadora - Estrutura		
00	Verificar binário nas Rótulas tirantes rodas			00	Verificar binário na Abraçadeira Estabilizadora		
00	Verificar binário nas Abraçadeiras Rótulas			00	Verificar binário na Suporte Rótula - Eixo		
MECÂNICA – EIXO FRENTE				00	Verificar binário na Estabilizadora - Rótulas		
00	Verificar binário na Fixação Inferior Eixo			00	Verificar binário na Abraçadeira Tirante		
00	Verificar binário na Fixação Superior Eixo			00	Verificar binário na Abraçadeira Tirante		
00	Verificar binário nos Suportes Macaco/Estabilizadora			00	Verificar binário nas Câmaras Travagem		
00	Verificar binário na Estabilizadora - Rótulas			INSTALAÇÃO PODIUM II RHD			
00	Verificar binário no Amortecedor - Inferior			00	Verificar binário na fixação Podium		
00	Verificar binário no Amortecedor - Superior			00	Verificar binário na ligação Coluna direção estrutura		
00	Verificar binário no Balão Suspensão - Inferior						
00	Verificar binário no Balão Suspensão - Superior						
00	Verificar binário no Suporte Mangueira Travagem						

Figura 29 - Lista inicial de Verificação do Aperto dos Binários
(Toyota Caetano Portugal, 2021)

Após o inspetor da qualidade verificar um determinado aperto, tem de registar nesta lista se este está conforme ou não conforme, ou seja, se está dentro das tolerâncias impostas. Com este documento não se tinha a perceção dos valores dos binários verificados para cada aperto, nem a indicação de qual o parafuso com aperto fora do *standard*. O inspetor também tinha dificuldades em saber qual a chave de caixa utilizada em cada aperto por falta de indicação desta na lista.

Assim, sugeriu-se a alteração deste documento, para ficar de acordo com o já utilizado por parte da Toyota Caetano Portugal, como pode ser visualizado na Figura 30.

Toyota Caetano Portugal, SA Fábrica de Ovar QES	Folha de verificação apertos TORQUE CHECK SHEET Modelo:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">DATA</td> <td style="font-size: 8px;">QA</td> <td style="font-size: 8px;">QD</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">2021-01-22</td> <td style="font-size: 8px;">C. Cunha</td> <td style="font-size: 8px;">F. Gualter</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">Mês: _____</td> <td style="font-size: 8px;">Semana: _____</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="font-size: 8px;">Frequência: _____</td> </tr> </table>	DATA	QA	QD	2021-01-22	C. Cunha	F. Gualter	Mês: _____		Semana: _____	Frequência: _____		
DATA	QA	QD													
2021-01-22	C. Cunha	F. Gualter													
Mês: _____		Semana: _____													
Frequência: _____															

		PEP n.º					
		Data					
		Cód. Modelo					
		VIN n.º					
		Medido por:					
Nº	Item	STD (N.m)	Posto	Valor medição	Aval.	Valor medição	Aval.
MECANICA - DIREÇÃO							
1	Caixa transferência Angular	Valor STD DB 280N (18)	D02	Esquerdo		Observações:	
				1º			
				2º			
				Direito			
1º							
2º							
2	Tirantes da direção (ZF)	Valor STD DB 100N (17)	D05	Trás		Observações:	
				1º			
				Frente			
				1º			
3	Tirantes direção Pailton	Valor STD DB 100N (17)	D05	Cima		Observações:	
				1º			
				Baixo			
				1º			
4	Ligação estrutura inferior	Valor STD DB 280N (24)	D06	Esquerdo		Observações:	
				1º			
				2º			
				Direito			
1º							
2º							
5	Ligação estrutura superior	Valor STD DBE 560N (27)	D07	Esquerdo		Observações:	
				1º			
				Direito			
				2º			
6	Placa inferior caixa direção	Valor STD 1000DBE2 (30)	D08	1º		Observações:	
				2º			
				3º			
				4º			
7	Parafuso inferior caixa direção	Valor STD 1000DBE2 (30)	D09	1º		Observações:	
				Esquerdo			
				1º			
				2º			
8	Caixa direção - Placa	Valor STD 1000DBE2 (30)	D10	Esquerdo		Observações:	
				1º			
				2º			
				3º			
				4º			
				Direito			
				1º			
				2º			
9	Porca tirante direção	Valor STD 1000DBE2 (70)	D11	1º		Observações:	
				2º			
10	Rotula tirante central	Valor STD DB 280N (36)	D13	1º		Observações:	
				2º			
11	Rótula Lado caixa direção	Valor STD DB 280N (36)	D14	1º		Observações:	
				2º			
12	Rotulas tirantes rodas	Valor STD DB 280N (30)	D15/D16	Esquerdo		Observações:	
				1º			
				2º			
				Direito			
1º							
2º							

Figura 30 - Nova Lista de Verificação de Apertos de Segurança
(Toyota Caetano Portugal, 2021)

Através deste documento, consegue-se ter uma melhor percepção de quais os binários que estão fora das especificações, qual a sua localização, e o inspetor já não tem de despender tanto tempo a verificar qual a chave a ser utilizada para um determinado aperto. Também foi acrescentado um campo para registar observações, no caso de ser necessário.

Devido à confidencialidade de alguns valores em ambas as listas, estes foram retirados.

4.4. Guias de Inspeção

As guias de inspeção são um documento onde é indicado como realizar uma determinada tarefa de inspeção por parte do inspetor da qualidade.

Sentiu-se a necessidade de executar este documento por falta de informação para os diversos pontos de inspeção.

Na eventualidade de contratação de um novo inspetor da qualidade para a tarefa de inspeção de linha, este não tinha instruções de como efetuar a inspeção ao chassi ou verificar os apertos de binários de segurança.

A Guia de Inspeção representada na Figura 31, tem a indicação de todo o material necessário para a verificação de um determinado aperto de segurança, da sua localização, bem como o procedimento a ser seguido, e a selagem dos parafusos ou fêmeas verificadas. Após cada verificação de aperto, o inspetor tem de anotar, na lista de verificação de apertos de segurança, o valor verificado.

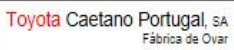










		<h1 style="text-align: center;">Guia de Inspeção</h1>		Guia de Inspeção nº 101 Posto: 1																																																																																																
		Modelo: E.City Gold																																																																																																		
		Item: Verificação de Binário nas Abraçadeiras Rótulas da Direção																																																																																																		
		Data: 03/03/2021		Revisão: 00																																																																																																
		Elaborado: Sara Rodrigues		Aprovado:																																																																																																
1 - Material Necessário:  Chave de caixa nº19  Chave Combinada nº 19  Chave dinamométrica CEM 200N3X19D-G			Localização: 																																																																																																	
2 - Colocar chave dinamométrica na fêmea e colocar chave combinada no parafuso da abraçadeira da rótula para auxiliar verificação. Rodar chave dinamométrica até sentir fêmea a ceder. Assim que sentir a fêmea a ceder, PARAR.			Método: Visual  Tato 																																																																																																	
3 - Ler valor indicado na chave dinamométrica e anotar na Folha de Verificação de Apertos.			Folha de verificação apertos TORQUE CHECK SHEET Modelo:																																																																																																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ordem</th> <th rowspan="2">Sistema / Descrição</th> <th rowspan="2">Especificação</th> <th rowspan="2">Tipo</th> <th colspan="8">Medidas em</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>cm</th> <th>mm</th> <th>cm</th> <th>mm</th> <th>cm</th> <th>mm</th> <th>cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Caros (Mecânica/Angular)</td> <td>M 10 (M 10)</td> <td>DR (DR)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Traves (Angular/DT)</td> <td>M 14 (M 14)</td> <td>DR (DR)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Traves (Angular/Padão)</td> <td>M 14 (M 14)</td> <td>DR (DR)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Ligação estrutural inferior</td> <td>M 12 (M 12)</td> <td>DR (DR)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Ligação estrutural superior</td> <td>M 12 (M 12)</td> <td>DR (DR)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Ordem	Sistema / Descrição	Especificação	Tipo	Medidas em								mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	1	Caros (Mecânica/Angular)	M 10 (M 10)	DR (DR)												2	Traves (Angular/DT)	M 14 (M 14)	DR (DR)												3	Traves (Angular/Padão)	M 14 (M 14)	DR (DR)												4	Ligação estrutural inferior	M 12 (M 12)	DR (DR)												5	Ligação estrutural superior	M 12 (M 12)	DR (DR)											
Ordem	Sistema / Descrição	Especificação	Tipo	Medidas em																																																																																																
				mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm																																																																																									
1	Caros (Mecânica/Angular)	M 10 (M 10)	DR (DR)																																																																																																	
2	Traves (Angular/DT)	M 14 (M 14)	DR (DR)																																																																																																	
3	Traves (Angular/Padão)	M 14 (M 14)	DR (DR)																																																																																																	
4	Ligação estrutural inferior	M 12 (M 12)	DR (DR)																																																																																																	
5	Ligação estrutural superior	M 12 (M 12)	DR (DR)																																																																																																	
4 - Verificar aperto nas restantes fêmeas (8 fêmeas no total).			5 - Selar todos os parafusos/fêmeas verificadas.																																																																																																	
																																																																																																				
Nota: Se for possível, verificar aperto na fêmea. Ver documento 8. Basic QL Wrench para utilização básica da chave dinamométrica.																																																																																																				
Treino	Ano-Mês-Dia																																																																																																			
	Chefia																																																																																																			
	Operador																																																																																																			

Figura 31 - Exemplo de um Guia de Inspeção de Aperto de Segurança (Toyota Caetano Portugal, 2021)

4.5. Círculo de Controlo de Qualidade

Ao longo do estágio tive a oportunidade de participar num grupo de Círculo de Controlo de Qualidade (QCC).

O grupo é constituído por 7 elementos sendo estes representantes dos departamentos, qualidade, custos e recursos humanos.

Este trabalho é composto por várias etapas sendo elas:

- Seleção do Tema;
- Análise da Situação Atual;
- Definição do Objetivo;
- Definição do Plano de Atividades;
- Análise de Causas;
- Definição e Implementação de Ações Corretivas;
- Análise de Resultados;
- Normalização;
- Avaliação do Círculo.

Seleção do Tema e Situação Atual

O tema para o QCC do grupo em que estive integrada, foi “Reduzir MUDA no processo de inspeção na linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos”.

Este foi o tema selecionado pelo grupo, após as observações das tarefas realizadas pelo inspetor da qualidade desta linha ao longo dos últimos meses. Detetou-se a existência de desperdício nas diversas tarefas atribuídas ao inspetor da qualidade, representando cerca de 8% do tempo total do seu trabalho por semana, a uma cadência de 2 chassis por semana, como é ilustrado na Figura 32. Este tempo de desperdício aumentará se a cadência aumentar.

Como se pode visualizar no gráfico da Figura 33, as tarefas com maior desperdício de tempo são a procura das chaves de caixa aquando da verificação dos apertos de segurança, pois o inspetor não tem este tipo de ferramentas; e a deslocação para ir buscar as chaves de verificação dinamométricas digitais, visto que o inspetor da qualidade tem à sua disposição chaves de verificação analógicas mas o erro destas é maior do que o das digitais, tanto no que diz respeito à precisão da própria chave, como ao erro humano ao verificar a leitura do valor do aperto.

Os restantes desperdícios representados no diagrama de Pareto, já foram mencionados e analisados nos subcapítulos anteriores.

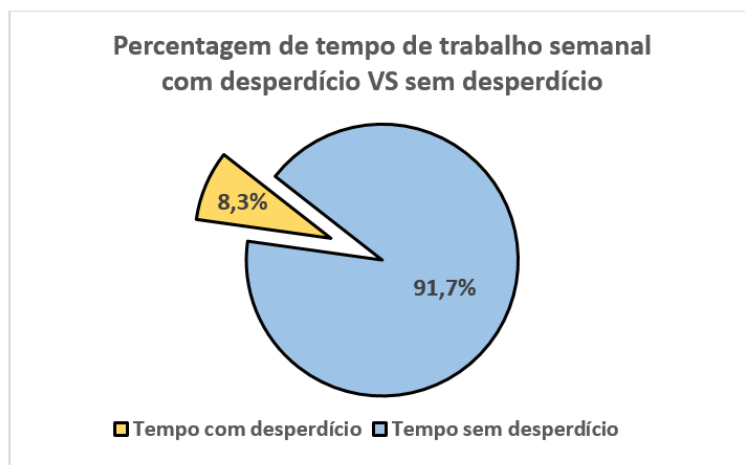


Figura 32 - Gráfico circular do tempo de trabalho semanal com desperdício vs. sem desperdício

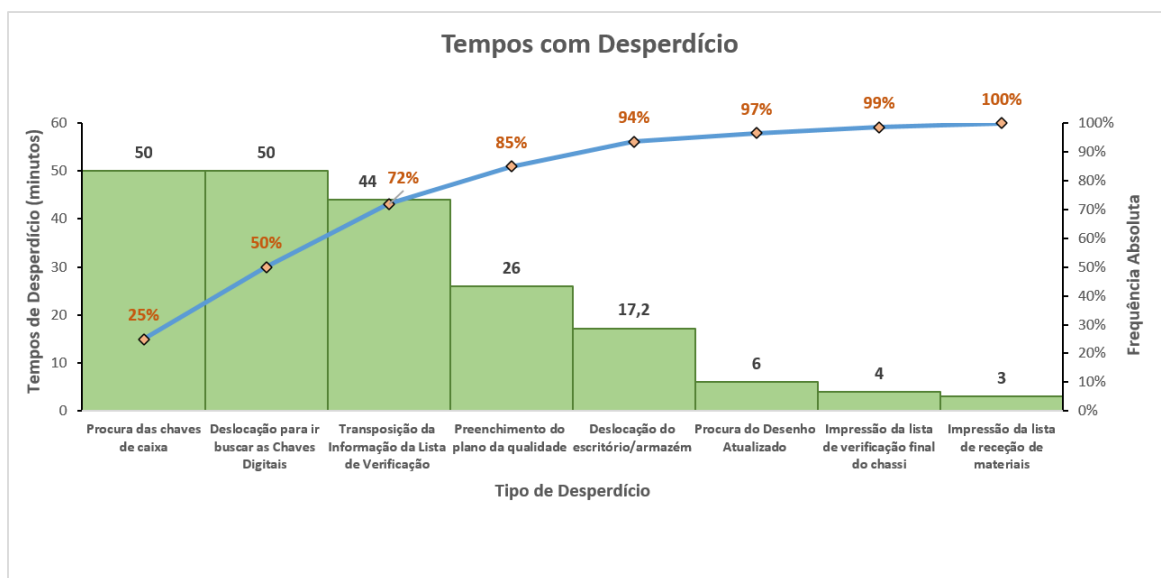


Figura 33 - Gráfico Pareto dos tempos de trabalho semanal com desperdício

Objetivo

O objetivo que se pretendeu atingir com este tema do QCC, foi o de reduzir, em cerca de 80%, o tempo total de desperdício, ou seja, passar de um desperdício de cerca de 8% para 1,6%, o que equivale a uma redução de tempo em cerca de 162 minutos, como pode ser visualizado na Figura 34.

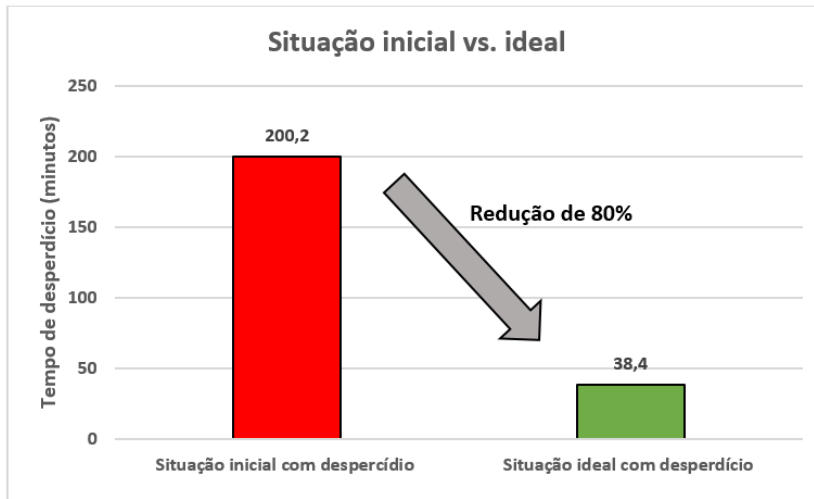


Figura 34 - Gráfico de barras da situação inicial vs. a correspondente ao objetivo

Plano de Atividades

Este plano define a tarefa de cada elemento do grupo, a sua duração e a descrição de como vai ser executada.

Análise de Causas

Para a Análise das Causas, foi elaborado um Diagrama de Ishikawa, representado na Figura 35, onde são indicadas as causas encontradas para o excesso de MUDA no processo de inspeção na Linha dos Chassis dos Autocarros Elétricos. Todas as situações representadas neste diagrama foram analisadas nos subcapítulos anteriores.

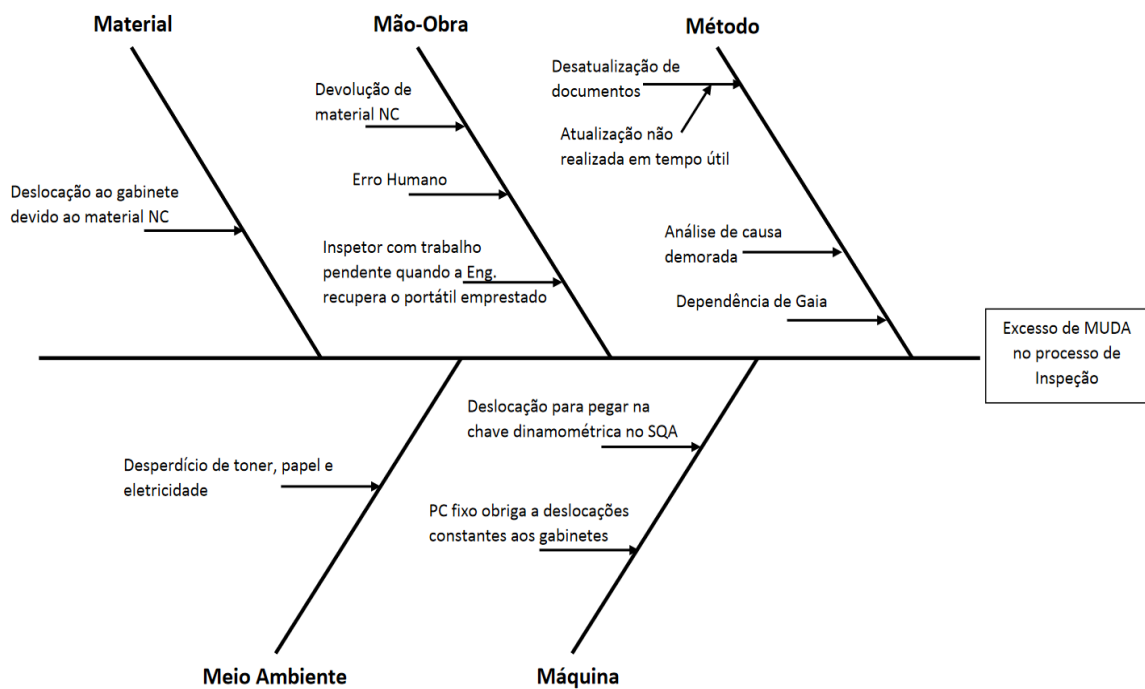


Figura 35 - Diagrama de Ishikawa relativo ao excesso de desperdício no processo de inspeção

As restantes etapas do QCC não foram realizadas durante o estágio curricular.

4.6. Melhoria Contínua

Uma das atividades que foi executada ao longo de todo o estágio foi a melhoria contínua.

A Toyota Caetano Portugal estabelece um objetivo por cada colaborador, de efetuar 4 propostas de melhoria contínua anualmente, sendo uma delas obrigatoriamente relativa à segurança.

De seguida serão apresentados, nas Figuras 36 e 37, alguns exemplos das propostas feitas pela autora deste trabalho e implementadas ao longo do estágio.

Toyota Caetano Portugal, SA Fábrica de Ovar		REGISTO KAIZEN Sugestão Ideias		Linha Chassis Eléctrico		Fevereiro		Revisão 07 2018-01-03					
N.º		A ideia implica alterações de layout e/ou processos?		Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> → Solicitar Aprovação Engenharia		<input type="checkbox"/> Aprovado		Resp.:					
Legenda	ANTES KAIZEN (Situação atual e problemas)	DEPOIS KAIZEN (Conteúdo, pontos de melhoria)	SUGERIDO / IMPLEMENTADO POR	PILAR KAIZEN					SUB-PILAR	BENEFÍCIO (Quantificar)			
	- Descrição da situação atual - Identificação dos problemas - colocar foto e/ou desenhos	- Descrição do conteúdo das alterações - Identificação dos pontos de melhoria - Colocar fotos e/ou desenhos	- Data (A-M-D) - Pessoas envolvidas - Nome e foto	Segurança	Qualidade	Custos	Produtividade	Ambiente	Ergonomia		Inovação	Ação Preventiva	KY Prev. Acidente
Descrição	inexistência de um quadro de controlo que indique todas as tarefas pendentes.	Criação de um Quick PDCA de maneira a seguir os pontos que vão surgindo ao longo do dia.	Sara Rodrigues	Objectivo					Otimizar o processo Gestão visual		Gestão Visual		
	Fotos / Desenhos				Resultados					Gestão Visual			

Figura 36 – Proposta de Melhoria Contínua implementada para Criação de um Quadro PDCA

Toyota Caetano Portugal, SA Fábrica de Ovar		REGISTO KAIZEN Sugestão Ideias		Linha Chassis Eléctrico		Dezembro		Revisão 07 2018-01-03					
N.º		A ideia implica alterações de layout e/ou processos?		Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> → Solicitar Aprovação Engenharia		<input type="checkbox"/> Aprovado		Resp.:					
Legenda	ANTES KAIZEN (Situação atual e problemas)	DEPOIS KAIZEN (Conteúdo, pontos de melhoria)	SUGERIDO / IMPLEMENTADO POR	PILAR KAIZEN					SUB-PILAR	BENEFÍCIO (Quantificar)			
	- Descrição da situação atual - Identificação dos problemas - colocar foto e/ou desenhos	- Descrição do conteúdo das alterações - Identificação dos pontos de melhoria - Colocar fotos e/ou desenhos	- Data (A-M-D) - Pessoas envolvidas - Nome e foto	Segurança	Qualidade	Custos	Produtividade	Ambiente	Ergonomia		Inovação	Ação Preventiva	KY Prev. Acidente
Descrição	Posto 3 e 4 necessita da utilização de mangueira, no entanto as mesmas andam pelo chão podendo causar acidentes na linha e/ou danificação das mangueiras.	Colocação de desenroladores extra nos postos em falta de maneira a evitar mangueiras pelo chão.	Sara Rodrigues	Objectivo					Redução do nível de risco Garantia da qualidade do material.		Antes da implementação: Risco nível II; Depois da implementação: Risco Nível III; Redução de 1 nível de risco		
	Fotos / Desenhos				Resultados					Antes da implementação: Risco nível II; Depois da implementação: Risco Nível III; Redução de 1 nível de risco			

Figura 37 – Proposta de Melhoria Contínua de Segurança implementada

Na tabela 6, são apresentadas todas as propostas de melhoria contínua realizadas ao longo do estágio, qual a situação anterior a cada proposta, a solução encontrada, qual o pilar *Kaizen* em que a proposta se enquadra e, por fim, o benefício que a implementação da proposta trouxe à empresa.

Tabela 6 - Tabela Resumo de todas as Propostas de Melhoria Contínua Implementadas

Antes	Depois	Pilares Kaizen							Benefício
		Segurança	Qualidade	Custos	Produtividade	Ambiente	Ergonomia	Inovação	
Chapeamento inferior colocado na paleta no bordo de linha. Inexistência de algum aviso ou proteção na paleta para evitar lesões por causa das arestas vivas do chapeamento.	Colocação de PP a proteger a paleta com um aviso de maneira a que os colaboradores não se alejem com as arestas vivas do chapeamento	X							Redução de um nível de risco mecânico de corte/choque contra objetos Nível II para Nível III
Inspetor da qualidade quando realiza a verificação das cablagens tem de ver os desenhos em papel uma vez que não tem acesso no armazém aos desenhos. MUDA nas deslocações do gabinete até ao armazém para levar os desenhos e fazer registo dos códigos das cablagens.	Colocação de um computador fixo no armazém para o inspetor verificar os desenhos e registar diretamente no mesmo.				X				Tempo ganho em deslocação (1x) = 2 min 52s O inspetor desloca-se para o armazém e volta para o gabinete.
Posto 3 e 4 necessita da utilização da mangueira, no entanto as mesmas andam pelo chão podendo causar acidentes na linha e/ou danificação das mangueiras.	Colocação de desenroladores extra nos postos em falta de maneira a evitar mangueiras pelo chão.	X							Antes da implementação: Risco nível II Depois da implementação: Risco nível III Redução de 1 nível de risco.
Divisórias nas estantes com arestas vivas podendo causar algum acidente.	Colocação de calha Toyota nas arestas das divisórias para evitar acidentes.	X							Antes da implementação: Risco nível II Depois da implementação: Risco nível III Redução de 1 nível de risco.
Lista de inspeção de receção de materiais é referente a cada receção de material, havendo por isso variadas listas. Sempre que era necessário ver algum ponto da lista de receção, o inspetor necessitava de abrir dezenas de listas.	Criação de um documento único que contém todos os pontos verificações da lista de inspeção de receção de materiais.				X				Tempo ganho = 10 min
Quadro de área demasiado largo o que ocupava um grande espaço no gabinete.	Substituição do quadro por um fixo na parede otimizando assim o espaço no gabinete.				X				Espaço Ganho = 1,96 m ²
Quadro de área na linha sem utilização, estando a ocupar espaço.	Remoção do quadro da linha e colocação do carro da qualidade que não tinha lugar definido.				X				Espaço Ganho = 1,18 m ²
Inexistência de um quadro de controlo que indique todas as tarefas pendentes.	Criação de um Quick PDCA de maneira a seguir os pontos de vão surgindo ao longo do dia.				X				Gestão Visual
Lista de verificação de binários de segurança, antes tinha 5 campos para registo do valor de binários para cada componente, o que era desnecessário visto que não eram todos utilizados.	A nova folha tem agora 2 dos 5 campos, um para o primeiro registo e o segundo para o caso de o primeiro ter de ser retificado.				X				Redução de tempo
Antes existiam 2 folhas: uma para a produção colocar todos os pontos não conformes verificados em todos os postos, bem como anomalias em peças e falta de peças; e outra folha para o inspetor da qualidade colocar todas as anomalias verificadas ao longo do chassi.	Verificou-se que a folha de produção não era usada pelos colaboradores e assim, criou-se uma nova folha: Folha de Anomalias e Problemas Detetados, onde esta folha é utilizada pelos colaboradores e pelo inspetor da qualidade.				X				Redução de tempo Poupança de uma folha
Prateleiras dos quadros localizados nos postos sem qualquer identificação da existência de arestas vivas podendo causar algum acidente.	Identificação com fita zebraada dos locais com esquina viva para evidenciar o perigo existente.	X							Redução do nível de risco

5. Conclusões e Perspetivas Futuras

Tem-se verificado, ao longo dos tempos, um aumento de importância da qualidade e da filosofia *Lean* nas organizações, estando esses conceitos cada vez mais presentes nas empresas, conduzindo a uma redução de desperdícios e de atividades que não agregam valor ao processo.

Com o presente projeto pretendia-se definir os *standards* dos processos da qualidade da linha de chassis de autocarros elétricos (recepção de materiais, inspeção e futura garantia da qualidade), para monitorização e balanceamento dos mesmos. Para isso, foram utilizados alguns documentos, como o *Standardized Work Recording Sheet (SWRS)*; *Standardized Work Combination Table (SWCT)*; *Standardized Work Chart (SWC)* e o *Yamazumi*.

A fim de elaborar os documentos referidos, revelou-se crucial a aquisição de um conhecimento aprofundado das tarefas e do processo da responsabilidade do inspetor da qualidade, após o que se procedeu à recolha dos tempos correspondentes a essas tarefas e, posteriormente, à sua análise.

De seguida, foram projetados os documentos de trabalho *standard*, que permitiram identificar não só desperdícios, como também melhorias potenciais nas várias etapas de todas as tarefas.

Para a tarefa da inspeção de material rececionado verificou-se, através dos documentos *standard*, a existência de um elevado desperdício em deslocações do Inspetor da Qualidade.

Assim, foram propostas duas soluções: verificação do material rececionado através de um computador fixo, ou de um computador portátil, onde se concluiu que a melhor solução seria a aquisição de um computador portátil, uma vez que este facilita a execução de todas as etapas da tarefa mencionada e, assim, permite a eliminação das deslocações desnecessárias. Conclui-se que, com esta aquisição, se verificaria uma redução de tempo em 23%, comparando com a situação atual. Existiria, também, uma lista de recepção de material, em Excel, que favoreceria a procura do código da cablagem para a anotação do número de série e, conseqüentemente, verificar-se-ia uma menor percentagem de erro humano na transcrição destes números. Assim, tornar-se-ia possível poupar em folhas de papel e em gastos com a impressão das mesmas.

O computador portátil permitiria, também, ajudar nas várias etapas da Inspeção de Linha, visto que o inspetor poderia preencher os dados do chassi em questão diretamente no sistema da Caetano Bus. Deixaria de existir a duplicação de trabalho ao transcrever estes dados da lista impressa de verificação do chassi e assim verificar-se-ia, uma vez mais, uma poupança em folhas de papel e gastos de impressão.

Realizou-se uma análise aos tempos de reparações dos defeitos encontrados pelo inspetor da qualidade, onde se verificou que grande parte dos tempos de reparações surgem devido à falta, ou excesso, de aperto dos binários de segurança. Assim, é necessário atuar neste tipo de tarefas, tentando perceber o facto de existirem tantos defeitos na tarefa mencionada e, posteriormente, sensibilizar os colaboradores para terem mais atenção aquando da realização do aperto.

No Plano da Qualidade foram executadas algumas alterações, com o objetivo de diminuir o número de erros ocorridos durante o seu manuseamento. Para além disso, ainda foram efetuadas Guias de Inspeção para auxiliar o inspetor da qualidade na execução da verificação dos apertos de segurança.

Por fim, houve a oportunidade de participação numa equipa de trabalho de Círculo de Controlo de Qualidade, onde foi possível adquirir vários conhecimentos de ferramentas da qualidade e colocar em prática muitos dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação em Engenharia e Gestão Industrial.

Como trabalho futuro, sugere-se efetuar o balanceamento de todas as tarefas do inspetor da qualidade, recolhendo tempos das micro tarefas, dado que neste trabalho foram analisados os tempos das macro tarefas, devido à sua extensão.

Sugere-se, também, a implementação das medidas que ainda se encontram em curso e a monitorização das restantes que se encontram numa fase inicial de implementação. É de salientar a importância da sensibilização e formação junto dos colaboradores e do inspetor da qualidade, em particular no que diz respeito aos vários documentos desenvolvidos, pois só assim é possível garantir, a longo prazo, as vantagens alcançadas com a utilização do novo Plano da Qualidade ou das Guias de Inspeção.

Como não se conseguiu a aquisição do computador portátil antes do estágio curricular terminar, não se tornou possível retirar novos tempos das tarefas da inspeção de material rececionado e da inspeção de linha, como estava planeado. Assim, uma vez mais, para trabalho futuro, adquirir o referido computador e registar novos tempos para confirmar as melhorias obtidas.

Referências

- Abdulmouti, H. (2018). Benefits of Kaizen to Business Excellence: Evidence from a Case Study. *Industrial Engineering & Management, 07*(02). <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000251>
- Alves, A. C., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. M. (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility. *Learning Organization, 19*(3), 219–237. <https://doi.org/10.1108/09696471211219930>
- Apresentação | Toyota Caetano Portugal*. (n.d.). Retrieved January 31, 2021, from <https://toyotacaetano.pt/empresa/apresentacao/>
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering, 97*, 2167–2175. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.460>
- Basu, R., & Wright, N. (2003). *Quality Beyond Six Sigma*. <https://www.sciencedirect.com/book/9780750655613/quality-beyond-six-sigma>
- Boer, J., & Blaga, P. (2012). A More Efficient Production using Quality Tools and Human Resources Management. *Procedia Economics and Finance, 3*(12), 681–689. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(12\)00214-6](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(12)00214-6)
- Dixit, A., Dave, V., & Singh, A. P. (2015). Lean Manufacturing: An Approach for Waste Elimination. *International Journal of Engineering Research And, 4*(04). <https://doi.org/10.17577/ijertv4is040817>
- Dos Santos, D. M. C., Dos Santos, B. K., & Dos Santos, C. G. (2021). Implementation of a standard work routine using Lean Manufacturing tools: A case Study | Implantação de uma rotina padrão de trabalho utilizando as ferramentas da Manufatura Enxuta: Estudo de Caso. *Gestao e Producao, 28*(1). <https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&eid=2-s2.0-85101597707&citeCnt=1&noHighlight=false&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=a48e9a5cd19028510f73457d7001a7&sot=b&sdt=cl&cluster=scofreetoread%252C%2522all%2522%252Ct%252Bscopubyr%252C%25222021%2522%25>
- Fábrica de Ovar | Toyota Caetano Portugal*. (n.d.). Retrieved February 1, 2021, from <https://toyotacaetano.pt/sector-industrial/fabrica-de-ovar/>
- Franch, X., Kenett, R. S., Susi, A., Galanis, N., Glott, R., & Mancinelli, F. (2015). Community Data for OSS Adoption Risk Management. In *The Art and Science of Analyzing Software Data* (pp. 377–409). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411519-4.00014-8>
- Gilly, B. A., Touran, A., & Asai, T. (1987). Quality Control Circles in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management, 113*(3), 427–439. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(1987\)113:3\(427\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(1987)113:3(427))
- Harel, Z., Silver, S. A., McQuillan, R. F., Weizman, A. V., Thomas, A., Chertow, G. M., Nesrallah, G., Chan, C. T., & Bell, C. M. (2016). How to diagnose solutions to a quality of care problem. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology, 11*(5), 901–907.

<https://doi.org/10.2215/CJN.11481015>

Hossen, J., Ahmad, N., & Ali, S. M. (2017). An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh. *Journal of the Textile Institute*, 108(11), 2013–2020. <https://doi.org/10.1080/00405000.2017.1308786>

Imai, M. (1996). *Gemba Kaizen: Estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica*. IMAM.

Kehr, T. W., & Proctor, M. D. (2017). People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), 921–930. <https://doi.org/10.1002/qre.2059>

Liker, J. K. (2004). *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>

Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>

Lillrank, P. (1995). The Transfer of Management Innovations from Japan. *Organization Studies*, 16(6), 971–989. <https://doi.org/10.1177/017084069501600603>

Lodgaard, E., Gamme, I., & Aasland, K. E. (2013). Success factors for PDCA as continuous improvement method in product development. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 397(PART 1), 645–652. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40352-1_81

McQuater, R. E., Dale, B. G., Scurr, C. H., & Hillman, P. G. (1995). Using quality tools and techniques successfully. *The TQM Magazine*, 7(6), 37–42. <https://doi.org/10.1108/09544789510103761>

Mohd Amran, M. D., Mohamad Ikbar, A. W., Fairul Anwar, A. B., & Khairanum, S. (2020). The implementation effectiveness of quality tools and techniques. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(1.1 Special Issue), 191–198. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/3491.12020>

Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production and Manufacturing Research*, 1(1), 44–64. <https://doi.org/10.1080/21693277.2013.862159>

Oliveira, R. I. de, & Junior, F. C. de C. (2018). Gestão do Conhecimento em Projetos de Manufatura Enxuta: Análise Bibliométrica 2007-2017. *Proceedings of the 15th CONTECSI International Conference on Information Systems and Technology Management*, 15. <https://doi.org/10.5748/9788599693148-15contecsi/ps-5655>

Patel, P. M., & Deshpande, V. A. (2017). Application Of Plan-Do-Check-Act Cycle For Quality And

Productivity Improvement - A Review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 5(1), 197–201. www.ijraset.com

Pavletic, D., & Sokovic, M. (2014). *Practical Application of Quality Tools*. September 2008.

Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>

Pereira, C. M., Anholon, R., & Batocchio, A. (2017). Obstacles and difficulties implementing the lean philosophy in Brazilian enterprises. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14(2), 218. <https://doi.org/10.14488/bjopm.2017.v14.n2.a10>

Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planejamento e Controlo Estatístico de Processos*. Prefácio.

Pheng, L. S. (2001). Towards TQM - Integrating Japanese 5-S principles with ISO 9001:2000 requirements. *TQM Magazine*, 13(5), 334–340. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005859>

Sabadka, D., Molnar, V., Fedorko, G., & Jachowicz, T. (2017). Optimization of Production Processes Using the Yamazumi Method. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(4), 175–182. <https://doi.org/10.12913/22998624/80921>

Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)

Soares, J. C. F., & Sousa, S. D. T. de. (2016). *Gestão dos custos da qualidade em apoio a tomada de decisão*.

Stravinskiene, I., & Serafinas, D. (2020). The Link between Business Process Management and Quality Management. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(10), 225. <https://doi.org/10.3390/jrfm13100225>

Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2009). The functions of visual management. *International Research Symposium, January*, 201–219. <http://usir.salford.ac.uk/10883/>

Toma, S.-G., & Naruo, S. (2017). Total Quality Management and Business Excellence: The Best Practices at Toyota Motor Corporation. *Amfiteatru Economic Journal*, 19(45), 566–580.

Toyota Caetano Portugal. (2021). *Documentos Internos*.

Visão, Missão & Valores - Salvador Caetano. (n.d.). Retrieved February 8, 2021, from <https://salvadorcaetano.pt/quem-somos/visao-missao-valores/>

White, R. E., Pearson, J. N., & Wilson, J. R. (1999). *JIT Manufacturing : A Survey of Implementations in Small and Large*. May 2015.

Williams, B. A. (2001). Standard work - Lean tools and techniques. *SAE Technical Papers*, 724.

<https://doi.org/10.4271/2001-01-2598>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated*. Simon & Schuster.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. Rawson Associates.

Wong, K. C. (2011). Using an Ishikawa diagram as a tool to assist memory and retrieval of relevant medical cases from the medical literature. *Journal of Medical Case Reports*, 5(Figure 1), 2–4.
<https://doi.org/10.1186/1752-1947-5-120>

Anexos

Anexo 1

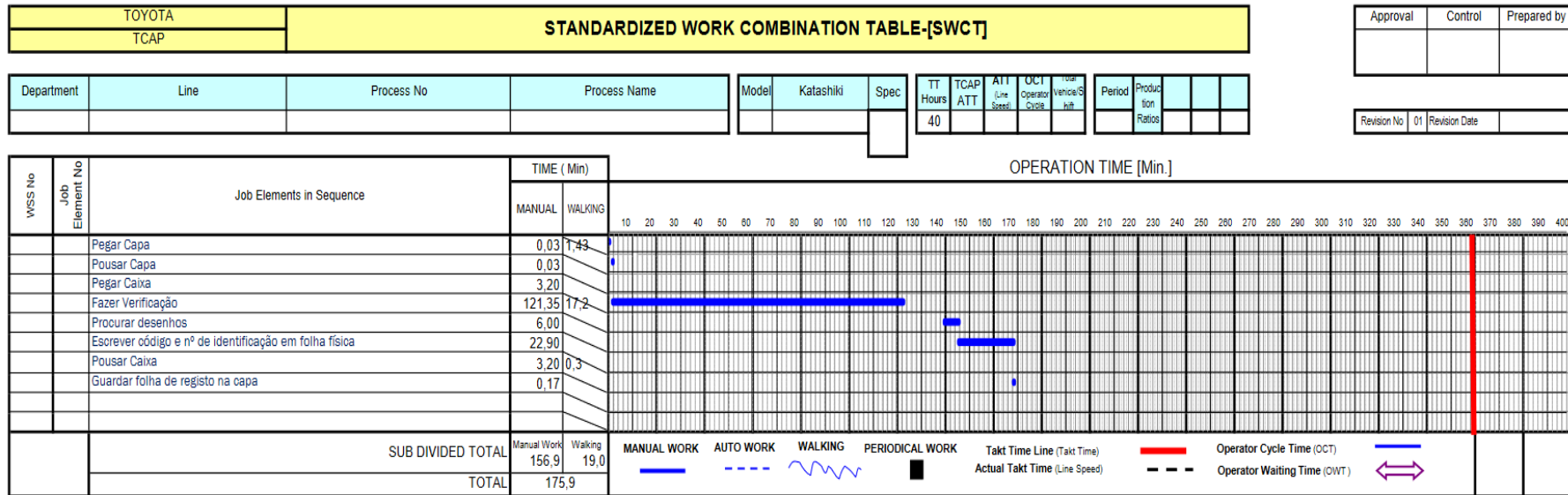


Figura 38 - SWCT para inspeção com capa

Anexo 2

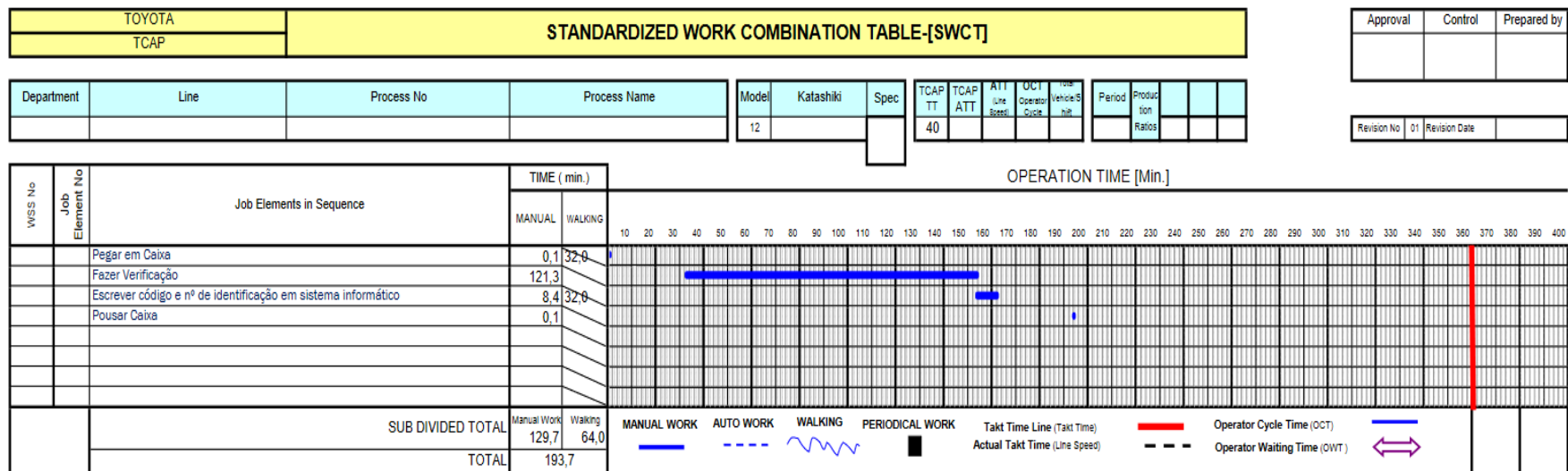


Figura 39 - SWCT para inspeção com computador fixo

Anexo 3

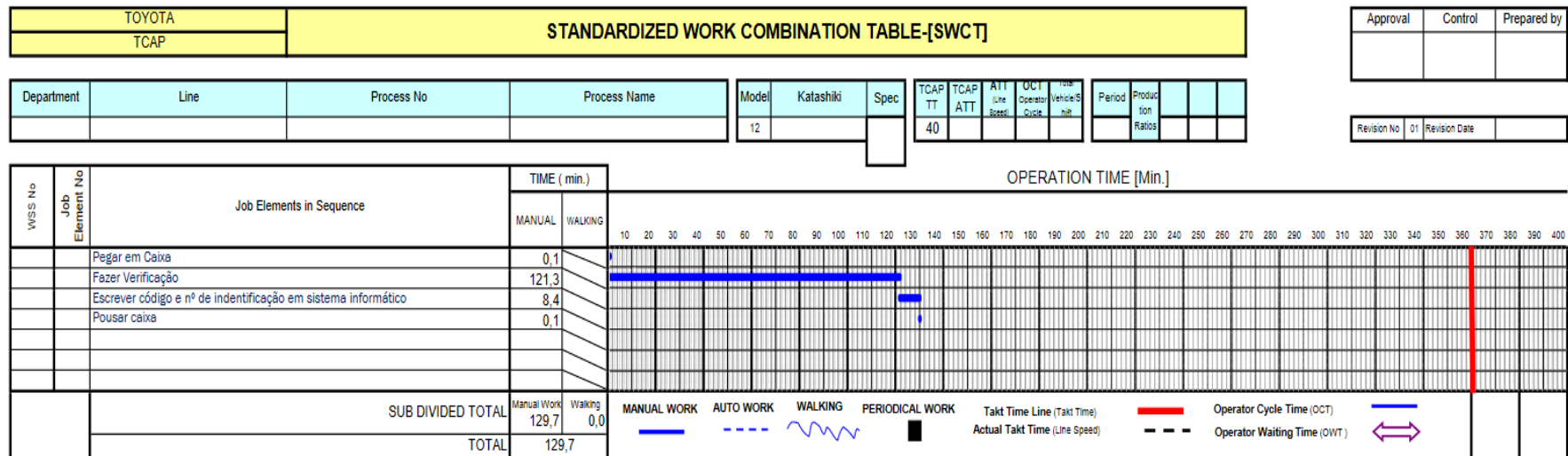


Figura 40 - SWCT para inspeção com computador portátil

Anexo 4

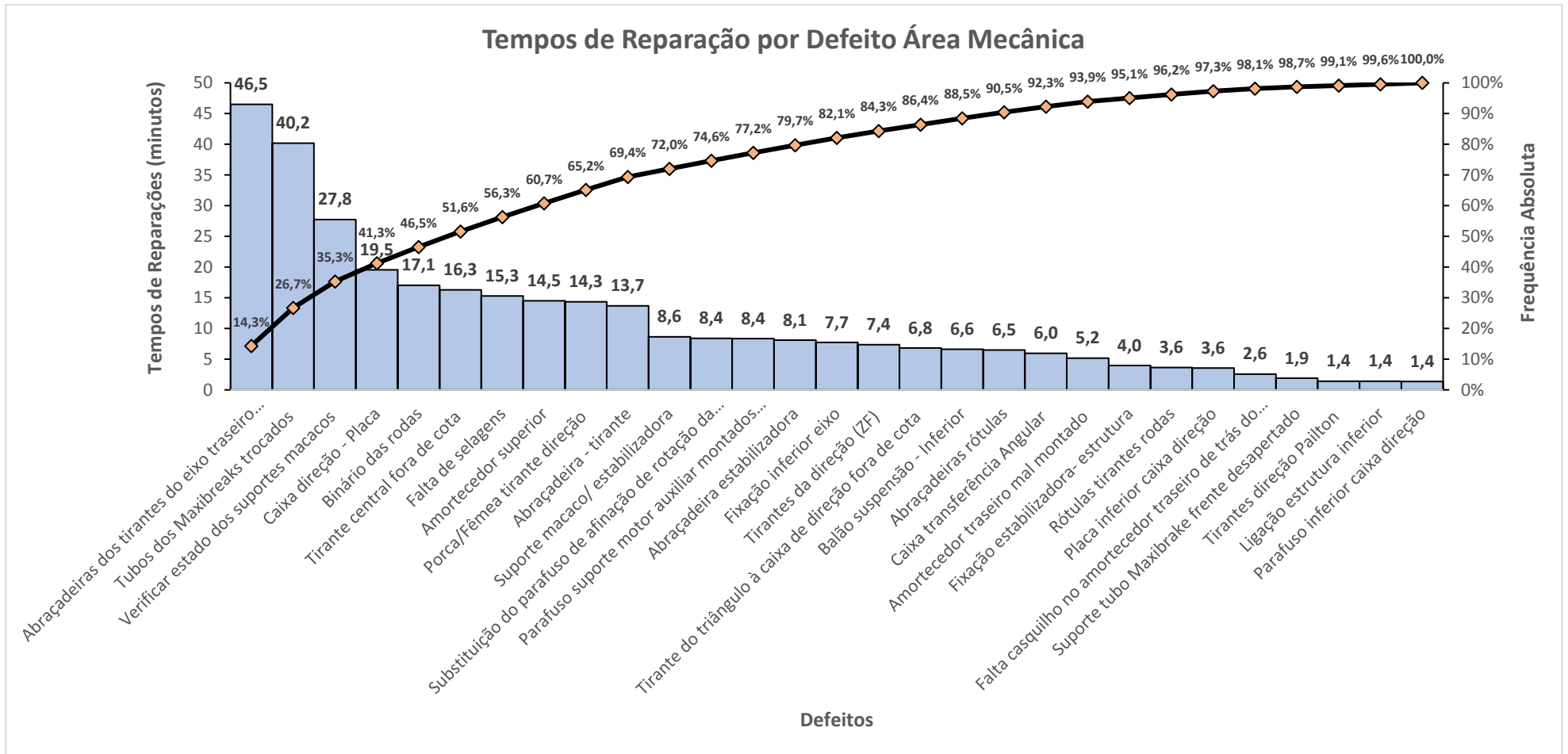


Figura 41 - Gráfico Pareto dos tempos de reparações por defeito na área da mecânica do modelo e.City Gold

Anexo 5

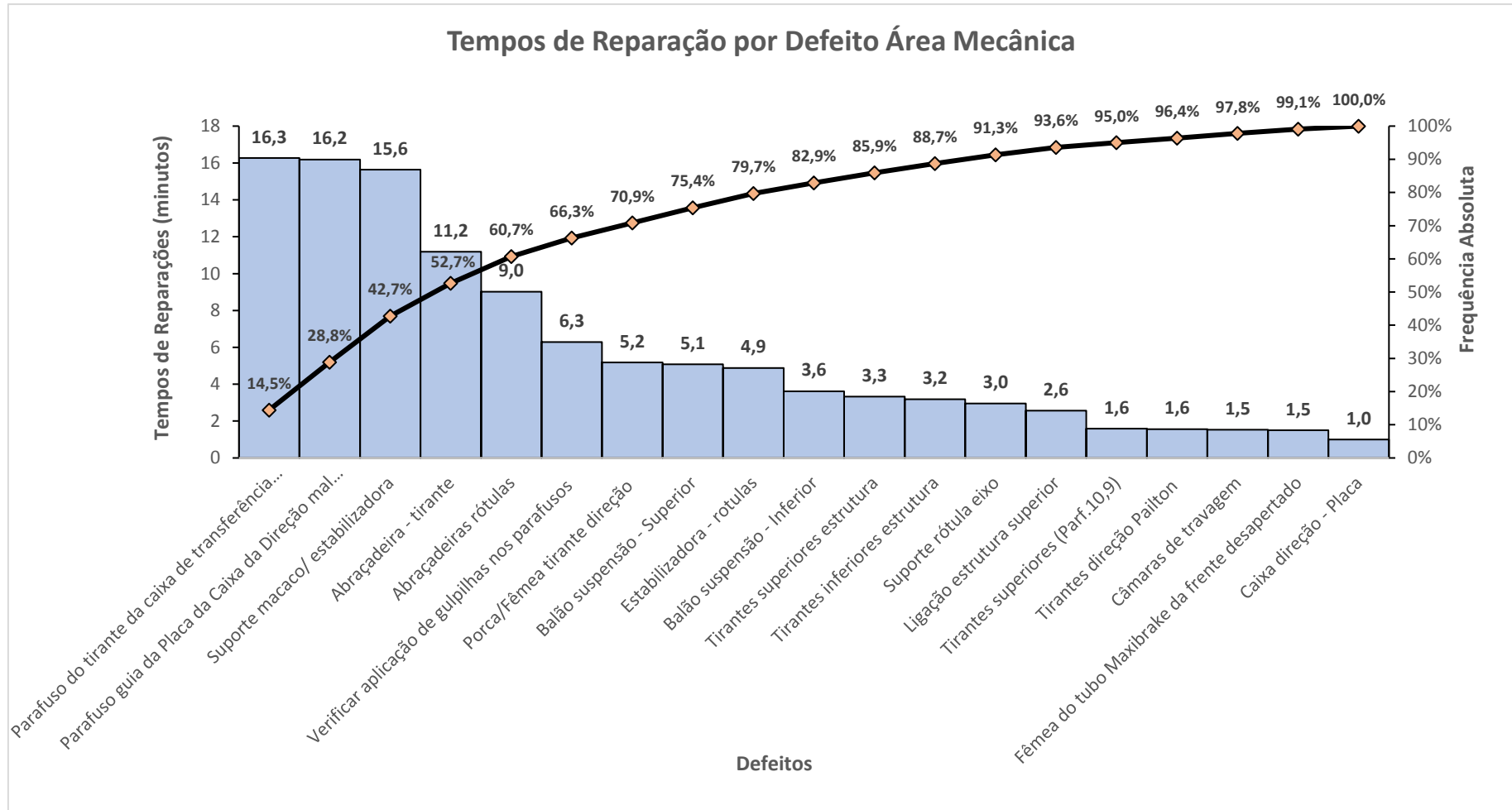


Figura 42 - Gráfico Pareto dos tempos de reparações por defeito na área da mecânica do modelo H2.City Gold