



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Afonso Morais de Oliveira Jorge Dias

**MELHORIA DO PROCEDIMENTO DE GESTÃO DE
PARQUEAMENTO DE FERRAMENTAS
DEDICADAS AO FABRICO DE COMPONENTES
METÁLICOS PELO PROCESSO DE ESTAMPAGEM
A FRIO NUMA FÁBRICA INSERIDA NO RAMO DE
INDÚSTRIA AUTOMÓVEL
CASO DE ESTUDO**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, ramo de Produção e Projeto orientada pelo Professor Doutor Cristóvão Silva e apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica e da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2022

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica na Especialidade de Produção e Projeto

Improvement of the parking management procedure for tools dedicated to the manufacture of metal components through the cold stamping process in a factory of the automotive industry

Autor

Afonso Morais de Oliveira Jorge Dias

Orientadores

Professor Doutor Cristóvão Silva

Engenheiro João Oliveira

Júri

Presidente	Professor Doutor José Luís Ferreira Afonso Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Associado da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

Gestamp 

Gestamp Aveiro

Coimbra, Setembro, 2022

[“Porque eu sou do tamanho do que vejo.”]

[Alberto Caeiro, do poema « O guardador de rebanhos », do livro « Poemas de Alberto Caeiro »,
heterónimo de Fernando Pessoa, 1957.]

Agradecimentos

Naturalmente, não conseguirei mencionar individualmente todos aqueles que aprimoraram o sucesso do meu percurso académico e promoveram o meu desenvolvimento a nível pessoal e profissional. Desta forma, não querendo individualizar os agradecimentos a estes, cabe-me a mim reconhecer a importância da presença de determinadas pessoas, grupos e entidades fundamentais desde o princípio até ao término desta etapa.

Aos meus pais, irmã e avó, pela educação e valores transmitidos, pela paciência, preocupação e apoio prestado. Sem a vossa presença nada disto seria exequível.

Aos meus amigos, que foram os contemporâneos ao longo desta minha curta e longa jornada e com quem partilhei momentos tão bonitos.

À empresa Gestamp Aveiro S.A. por me ter proporcionado a hipótese de efetuar o meu estágio curricular e reunido todas as condições para a realização deste projeto.

A todos os elementos do departamento de produção e manutenção de ferramentas, em especial ao meu orientador da Eng^o João Oliveira e à Eng^o Mariana Correia pelo apoio prestado e conhecimento transmitido. Aos restantes colaboradores com quem tive hipótese de trabalhar. O meu mais sincero agradecimento.

Ao meu orientador, Professor Doutor Cristóvão Silva, pelo acompanhamento e auxílio prestado ao longo da realização da minha dissertação de mestrado.

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no ramo de Produção e Projeto, inserido no contexto de estágio curricular na empresa Gestamp Aveiro S.A., responsável pela produção de componentes metálicos para indústria automóvel.

Este projeto tem como objetivo criar um procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas de estampagem a frio. Será desenvolvido de acordo com a metodologia DMAIC, ferramenta de *Lean Six Sigma*. Na literatura, a metodologia DMAIC é descrita por diversos autores como um método estruturado e eficaz para obter melhoria de processos repetitivos. A implementação deste procedimento visa reduzir desperdícios do ponto de vista *lean*, tais como deslocações desnecessárias e esperas por equipamentos, e, como objetivo principal, pretende-se aumentar a disponibilidade do meio de transporte usado para transportar ferramentas de estampagem a frio e dos operadores de manutenção.

De forma a resolver este desafio, foi criado um procedimento de atribuição de *layouts*, baseado no planeamento de produção de cada ferramenta de estampagem a frio e no estudo de tempos desperdiçados durante o transporte a partir de cada lugar do parque ao longo de todo o processo produtivo de cada ferramenta.

Para alcançar o sucesso deste projeto, foi necessário conhecer todas as etapas do processo de transporte atual de uma ferramenta, analisar o *layout* do parque e os dados específicos de cada ferramenta. Posteriormente, foi feita a identificação de causas de desperdícios derivadas do processo atual, foi realizada uma proposta de melhoria do processo e foram efetuadas melhorias sobre o meio de controlo do procedimento.

Com a aplicação deste procedimento, foi obtida uma redução de 41,84% em relação ao tempo que seria esperado usar para efetuar o transporte pela ponte de ferramentas presentes no parque P1250 durante o ciclo produtivo de ferramentas, o que equivale a uma diminuição de aproximadamente 106 horas.

Palavras-chave: Melhoria contínua, DMAIC, *layout*, *Lean Six Sigma*, Ferramentas de estampagem a frio, 5S

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

Abstract

This work was developed within the scope of the Master's Thesis in Mechanical Engineering at the Faculty of Sciences and Technology of the University of Coimbra, in the branch of Production and Design, within the context of curricular internship in the company Gestamp Aveiro S.A., responsible for the production of metal components for the automotive industry.

This project aims to create a procedure to manage the parking of cold stamping tools. It will be developed according to the DMAIC methodology, a Lean Six Sigma tool. In the literature, the DMAIC methodology is described by several authors as a structured and effective method to obtain improvement in repetitive processes. The implementation of this procedure aims to reduce waste from a lean point of view, such as unnecessary displacements and waits for equipment, and, as a main goal, it intends to increase the availability of the means of transport used to transport cold stamping tools and maintenance operators.

In order to solve this challenge, a procedure to assign layouts was created, based on the production planning of each cold stamping tool and on the study of wasted times during transportation from each place in the park throughout the production process of each tool.

To achieve the success of this project, it was necessary to know all the stages of the current transport process of a tool, analyse the park layout and the specific data of each tool. Subsequently, the causes of waste derived from the current process were identified, a proposal to improve the process was made and improvements were made on the means to control the procedure.

With the application of this procedure, a 41.84% reduction was obtained in relation to the time that would be expected to be used to carry out the transport by bridge of tools present in the P1250 park during the tool production cycle, which is equivalent to a reduction of approximately 106 hours.

Keywords: Continuous improvement, DMAIC, Layout, Lean Six Sigma, Cold forming tools, 5S.

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Simbologia e Siglas	xiii
Simbologia.....	xiii
Siglas	xiii
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Importância do tema	2
1.4. Metodologia.....	3
1.5. Estrutura da dissertação	4
2. Apresentação da empresa	5
2.1. Grupo Gestamp.....	5
2.1.1. Gestamp Aveiro.....	5
2.2. Processo produtivo.....	7
2.2.1. Matéria-prima	7
2.2.2. Processos	7
2.3. Descrição do setor de estampagem a frio	8
2.3.1. Departamento de manutenção de ferramentas.....	9
2.3.2. Prensas de estampagem a frio.....	9
2.3.3. Ferramentas de estampagem a frio	12
2.3.4. Parqueamento de ferramentas.....	12
2.3.5. Meios de transporte de ferramentas.....	14
2.3.6. Atribuição de <i>layout</i> de parques de ferramentas atual.....	16
3. Revisão bibliográfica.....	17
3.1. <i>Lean Manufacturing</i>	17
3.2. <i>Six Sigma</i>	18
3.3. <i>Lean Six Sigma</i>	19
3.4. Metodologia DMAIC.....	19
3.4.1. Fase Definir	20
3.4.2. Fase Medir	21
3.4.3. Fase Analisar	21
3.4.4. Fase Melhorar	22
3.4.5. Fase Controlar	22
3.5. Formas de desperdício (8W).....	22
3.6. 6S.....	23
3.7. 5W.....	25
3.8. <i>Layout</i>	26
3.9. Melhoria contínua	27
4. Abordagem segundo a metodologia DMAIC.....	29
4.1. Contextualização do caso de estudo	29

4.2. Metodologia DMAIC	30
4.2.1. Fase Definir	30
4.2.2. Fase Medir	30
4.2.3. Fase Analisar	34
4.2.4. Fase Melhorar	36
4.2.5. Fase Controlar	52
5. Evolução do processo	55
5.1. Análise de produção	55
5.1.1. Comparação de resultados	55
6. Conclusão	59
7. Referências bibliográficas	61
APÊNDICE A	63
APÊNDICE B	65
APÊNDICE C	67
APÊNDICE D	69
APÊNDICE E	71
APÊNDICE F	73
APÊNDICE G	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sequência de etapas da metodologia DMAIC.	3
Figura 2. Evolução do número de colaboradores da Gestamp Aveiro.	6
Figura 3. Planta do setor de estampagem a frio.	10
Figura 4. Prensa P1250TA1 com alimentação da matéria-prima em forma de bobina.	11
Figura 5. Exemplos de ferramentas de 2 níveis e 1 nível, respetivamente.	12
Figura 6. Zonas de parqueamento de ferramentas no setor de estampagem a frio.	13
Figura 7. Ponte de transporte localizada sobre o parque PFG.	14
Figura 8. Sequência de etapas da metodologia DMAIC.	20
Figura 9. Metodologia 6S. Fonte: Os (5+1) Ss e a eliminação do desperdício, CLT.	25
Figura 10. Sequência do trajeto de uma ferramenta durante o ciclo produtivo.	31
Figura 11. Trajetos efetuados por duas ferramentas que produzem na prensa P1250TA1 ou numa das prensas P0800T0.	32
Figura 12. Exemplo de uma ferramenta de 2 níveis.	33
Figura 13. Exemplo de duas ferramentas de 1 nível.	34
Figura 14. Aplicação da ferramenta 5W.	36
Figura 15. Lugares do parque P1250.	39
Figura 16. Atribuição de lugar para as ferramentas que produzem na prensa P1250TA1. .	39
Figura 17. Tempo entre cada coluna e linha.	42
Figura 18. Tempo entre a mesa da prensa e o lugar A1.	42
Figura 19. Tempo desde a mesa de produção até à zona de manutenção.	43
Figura 20. Tempo desde a zona de manutenção até ao lugar A1.	43

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Prensas de estampagem a frio da Gestamp Aveiro.....	11
Tabela 2. Calendarização do projeto.	30
Tabela 3. Tarefas a realizar durante a fase Medir.....	31
Tabela 4. Tarefas a realizar durante a fase Melhorar e respetivas ferramentas.....	38
Tabela 5. Ferramentas a incluir no parque P1250.	38
Tabela 6. Medição de tempos das ações de transporte de ferramentas.	41
Tabela 7. Medição de tempo a partir de cada lugar.....	44
Tabela 8. Atribuição de lugar a ferramentas que produzem na prensa P1250TA1.....	45
Tabela 9. Trocas de ferramentas entre os parques PFG e P1250.	46
Tabela 10. Ferramentas que produzem nas prensas P0800T0 que vão ficar no parque P1250.....	47
Tabela 11. Medição de ações de ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.	48
Tabela 12. Medição de ações de ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.	49
Tabela 13. Medição de ações de ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.	49
Tabela 14. Medição de tempo a partir de cada lugar.....	50
Tabela 15. Atribuição de lugar a ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.....	51
Tabela 16. Tempo desperdiçado no transporte durante o ciclo produtivo de acordo com a produção planeada e a real.	55
Tabela 17. Tempo desperdiçado no transporte durante o ciclo produtivo de acordo com o <i>layout</i> anterior e o atual.	55
Tabela 18. Consideração das ferramentas que foram movidas para o parque PFG que produzem nas prensas P0800T0.	56
Tabela 19. Comparação do tempo do ciclo produtivo das ferramentas.....	57

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

σ - Sigma

Siglas

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Shitsuke, Seiketsu*

6S – organização, arrumação, limpeza, disciplina, normalização, segurança

5W – 5 *Whys*

8W – 8 *Wastes*

CLT – Comunidade *Lean Thinking*

d - dias

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

h - horas

I&D – Investigação e Desenvolvimento

MIG – *Metal Inert Gas*

MAG – *Metal Active Gas*

PE – Parque de Estantes

s - segundo

S.A. – Sociedade Anónima

TPS – Toyota Production System

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi realizada em contexto industrial, numa empresa integrada no ramo de indústria automóvel, e, nesta será desenvolvido a melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramenta dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio.

Neste capítulo é feita uma contextualização do panorama atual da empresa e do mercado em que está inserida. Posteriormente, são esclarecidos os objetivos deste trabalho, a importância do tema em estudo, a metodologia usada ao longo deste caso de estudo e a estrutura da presente dissertação.

1.1. Contextualização

A peça chave que distingue o sucesso de empresas é a diferenciação, nomeadamente pela capacidade que têm de inovar e otimizar serviços, produtos e processos. É fundamental que haja uma clara noção relativamente a este pressuposto, uma vez que, definitivamente, apenas subsistem as empresas que se conseguem adaptar a diferentes realidades. O contexto que justifique um cenário de mudança é normalmente imprevisível, pois pode ser afetado pela vertente económica, política e social de uma determinada sociedade.

A fábrica Gestamp Aveiro está inserida no mercado nacional e internacional no ramo de indústria automóvel. O seu sucesso está dependente da sua capacidade de inovação ao longo do seu ciclo produtivo. A necessidade de inovação é motivada por diversos fatores, sendo dois deles a concorrência e a competitividade.

Face a estes fatores, a empresa deve otimizar o seu processo produtivo, através da implementação de novas práticas de trabalho, redução de desperdícios, seja este em que forma for, e, simultaneamente, manter ou até aumentar a qualidade dos seus produtos, através do acompanhamento e análise de todo o processo produtivo, desde o momento de chegada da matéria-prima até à conceção do produto final e, paralelamente, se possível, através da adoção de equipamentos especializados com incorporação da mais recente tecnologia. Por conseguinte, através da otimização de processos e melhoria de qualidade de

produtos, podem ser retiradas vantagens como o aumento de eficiência, o aumento do grau de satisfação do cliente e a possibilidade de inclusão de novos projetos.

1.2. Objetivos

Através da execução desta dissertação, pretendeu-se criar um procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas de estampagem a frio, e, que pudesse servir como um exemplo guia de atribuição de *layouts* futuros.

Este projeto tem como objetivo principal otimizar o processo de transporte de ferramentas durante o ciclo produtivo, e, desta forma, aumentar a disponibilidade de equipamentos de produção e operadores. Assim, foi feita uma gestão de estacionamento conjugada entre a necessidade de produção e o estudo de tempos desperdiçados ao longo do ciclo produtivo de cada ferramenta.

1.3. Importância do tema

Uma das etapas indispensáveis que uma empresa inserida neste ramo apresenta durante o ciclo produtivo é o transporte de equipamentos necessários em produção. É fundamental manter uma correta gestão de estacionamento de ferramentas, para que o tempo desperdiçado durante o transporte de ferramentas seja o mínimo possível. Existem alguns fatores a considerar quando se pretende fazer a configuração física do espaço a ocupar pelos equipamentos de produção, sendo que, esta deve ser feita conforme a necessidade.

No contexto deste projeto, o transporte de uma determinada ferramenta é feito enquanto outra ferramenta está em final de produção. No entanto, está a ser desperdiçado tempo pelos operadores de manutenção responsáveis por efetuar o transporte de ferramentas. Além disto, a disponibilidade dos meios de transporte é reduzida, principalmente devido ao elevado número de equipamentos existentes nesta fábrica e à incorreta atribuição de *layouts* de parques de ferramentas. Consequentemente, são geradas diversas formas de desperdício, nomeadamente esperas pelo meio de transporte e operadores, e, na ocorrência de movimentos desnecessários.

Este é um processo não otimizado e que apresenta alguns pontos passíveis de serem melhorados.

1.4. Metodologia

A metodologia a adotar para resolver determinados problemas intrínsecos ao processo produtivo deve ser efetuada de acordo com o propósito da entidade e meios que tenham ao seu dispor.

Neste contexto, este projeto surge em prol da iniciativa da direção da fábrica em aplicar ferramentas de melhoria contínua em processos repetitivos e ocorridos diariamente.

Após terem sido definidos os objetivos deste projeto, foi decidido que a metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), ferramenta da filosofia Seis Sigma, seria a abordagem indicada a ser seguida, por ser um modelo organizado e estruturado para chegar a uma solução eficaz.

A Figura 1 apresenta a sequência de etapas a seguir segundo a metodologia DMAIC.



Figura 1. Sequência de etapas da metodologia DMAIC.

Resumidamente, o trabalho desenvolvido distribuiu-se pelas respectivas etapas pelo seguinte modo:

1. Definir, definição do problema e informações relativas à gestão do projeto.
2. Medir, fase destinada a medir o processo atual.
3. Analisar, identificação de causas que estão a causar desperdício no processo.
4. Melhorar, apresentação da proposta de melhoria do processo.
5. Controlar, definir meios de garantir a manutenção da melhoria implementada.

1.5. Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em 6 capítulos, distribuídos do seguinte modo:

1. No capítulo 1 é feita uma contextualização do caso de estudo, são especificados os objetivos do projeto, é esclarecida a importância relativamente ao tema, é feita uma breve introdução à metodologia que vai ser seguida nesta dissertação e é apresentada a sua estrutura;
2. No capítulo 2 é feita uma apresentação do grupo em que a fábrica está inserida e da própria, é descrito o seu ciclo produtivo e todos os equipamentos e meios indispensáveis de produção;
3. Ao longo do capítulo 3 é feita a revisão bibliográfica, que consiste na base teórica que sustentou o desenvolvimento da presente dissertação;
4. Durante o capítulo 4 é desenvolvido o caso de estudo segundo a metodologia DMAIC;
5. No capítulo 5 é feita uma análise relativamente à evolução do processo modificado;
6. No capítulo 6 são feitas as conclusões relativamente ao trabalho desenvolvido e são enunciadas sugestões para trabalhos futuros.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentada a empresa Gestamp Aveiro e o grupo em que está inserida. É feita uma descrição do processo produtivo da fábrica, os seus setores, nomeadamente do pavilhão de estampagem a frio, e, é feita uma descrição dos equipamentos envolvidos no processo de estampagem a frio, dos espaços dedicados ao armazenamento de ferramentas, os meios de transporte responsáveis pelo transporte de ferramentas e o procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas até então.

2.1. Grupo Gestamp

O grupo Gestamp Corporacion foi fundado por Francisco Riberas, atual presidente do grupo e está inserido em três áreas do mercado: Gestamp Automoción, a área com maior incidência do grupo, dedicada ao projeto e fabrico de componentes de automóveis; Gonvarri, centro de serviços e aços; Gestamp Energías Renovables, inserida no mercado no ramo de energias renováveis.

A Gestamp Aveiro está inserida no grupo Gestamp Automoción. Este grupo está presente em 24 países, representados por 113 fábricas e 13 centros de I&D. Cada uma das fábricas do grupo aposta na pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, de forma a prestar o melhor serviço e a garantir a qualidade do produto final. Até ao momento, o grupo possui cerca de 43000 colaboradores.

2.1.1. Gestamp Aveiro

Em 1988, foi fundada sociedade “Tavol, indústria de acessórios de automóveis, Lda”, dedicada ao fabrico de componentes metálicos para indústria automóvel. Em 1993, foram investidos cerca de 3.000.000 €€ para aumentar a capacidade produtiva desta fábrica. Esta injeção de capital catapultou a empresa para patamares de excelência, tendo sido objeto de certificação por várias entidades.

Em 2001, o grupo Gestamp Corporacion adquiriu a empresa “Tavol, indústria de acessórios de automóveis, Lda”, sendo posteriormente denominada de Gestamp Aveiro, SA. Esta fábrica está situada na zona industrial de Nogueira do Cravo, vila pertencente ao concelho de Oliveira de Azeméis. Está integrada na divisão Europa Sul do grupo Gestamp

Automoción. Além desta, existem mais duas fábricas presentes em Portugal, localizadas em Vila Nova de Cerveira e Vendas Novas.

A evolução do número de colaboradores da Gestamp Aveiro ao longo dos últimos anos está representada no gráfico representado na Figura 2. Os trabalhadores temporários não estão integrados nestes dados.

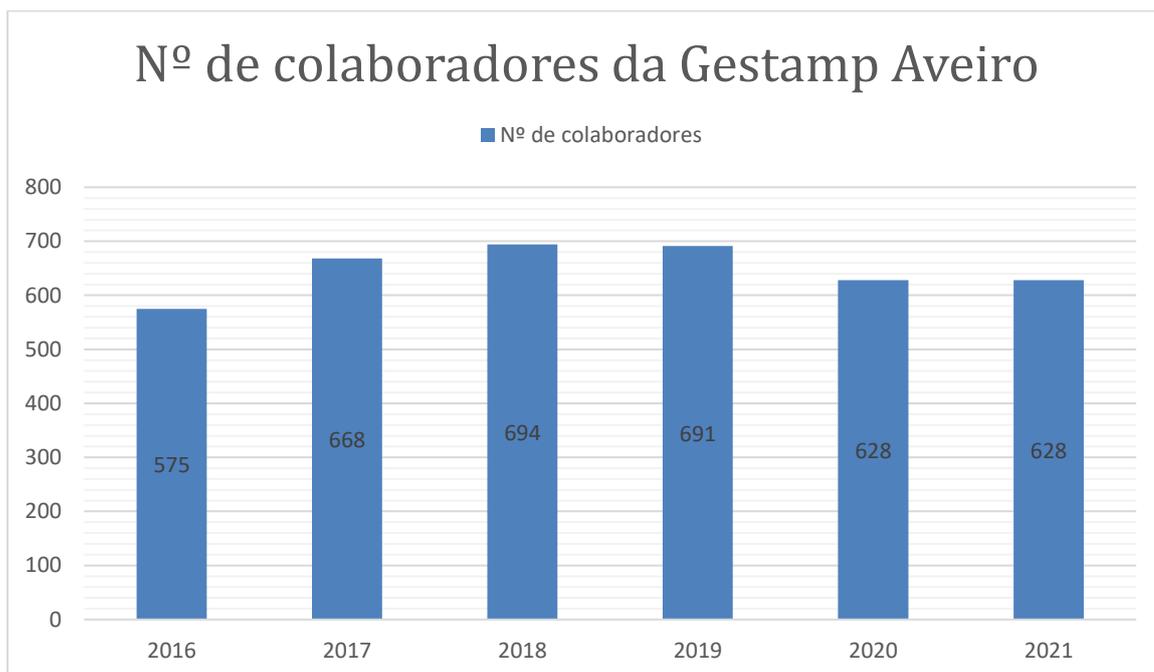


Figura 2. Evolução do número de colaboradores da Gestamp Aveiro.

Durante o período entre 2016 e 2019, a fábrica Gestamp Aveiro apresentava uma evolução considerável do seu número de colaboradores, justificada pela incorporação de novos equipamentos de produção. Em 2019, é introduzido nesta fábrica o processo de estampagem a quente. Até ao momento tem correspondido de acordo com as necessidades dos clientes. Desde 2020, a Gestamp Aveiro viu o seu número de colaboradores ser reduzido devido às medidas extraordinárias motivadas pela situação pandémica. O número de colaboradores manteve-se até ao ano de 2021.

As equipas de trabalho da Gestamp Aveiro encontram-se divididas em três turnos diários, cada um de 8 horas, perfazendo as 24 horas diárias. Salvo algumas exceções, alguns postos de trabalho podem não estar em produção. Estas paragens são normalmente justificadas pelo planeamento de produção ou manutenção planeada à sexta-feira, durante o turno das 06:00H-14:00H.

2.2. Processo produtivo

2.2.1. Matéria-prima

Na Gestamp Aveiro, a matéria-prima usada é a chapa metálica, que pode ser constituída por diferentes materiais, dependendo dos requisitos do cliente e projeto em que o produto estiver inserido. A matéria-prima provém do fornecedor com as seguintes configurações:

- Em bobina. A chapa metálica é entregue pelo fornecedor sob a forma de rolo. Durante a produção, através de um sistema exterior à prensa, é feito o desenrolamento do rolo. À medida que é desenrolado, o tapete rolante trata de deslocar a chapa ao longo da prensa e da ferramenta. O corte de chapa pode ser executado por duas maneiras possíveis: por uma guilhotina ou através do corte executado devido ao esforço de compressão pelo punção e matriz sobre a chapa. A dimensão da chapa cortada varia consoante o produto final que se pretende obter.
- Em formatos. O fornecedor entrega a matéria-prima com as dimensões e geometria já estabelecidos.

2.2.2. Processos

Esta unidade fabril está equipada com tecnologia que permite o fabrico de componentes metálicos através dos seguintes processos: estampagem a frio, estampagem a quente, soldadura e pintura cataforese.

2.2.2.1. Estampagem a quente

A matéria-prima utilizada neste processo é o aço de boro revestido com alumínio e silício. Sofre um aquecimento a cerca de 900°C e posteriormente é executado o processo de moldagem. É arrefecido rapidamente, possibilitando assim, a obtenção de um material endurecido. Após o processo de estampagem, as peças seguem para células laser responsáveis por realizar o corte do material. São realizadas furações e o excesso de material é removido, obtendo-se assim o produto final pronto para ser embalado e expedido.

2.2.2.2. Estampagem a frio

Este processo caracteriza-se pela transformação de chapa metálica fina em componentes de diferentes dimensões. É realizada por aplicação de forças bruscas exercidas por uma prensa sobre uma ferramenta, sujeitando assim a chapa a uma deformação plástica. A geometria final do componente varia consoante a ferramenta usada.

Deste processo obtêm-se produtos finais prontos para serem expedidos e embalados para o cliente, ou, produtos que tenham de passar pelo processo de pintura ou soldadura, ou até ambos. Este processo representa a principal fatia do volume de peças produzidas.

2.2.2.3. Soldadura

A soldadura pode ser realizada de duas maneiras: soldadura por pontos ou soldadura MIG/MAG. A soldadura por pontos consiste na combinação de calor gerado pela corrente elétrica de elevada intensidade com aplicação de força mecânica em determinados pontos de contacto do metal, força esta que é exercida sobre os elétrodos. Este processo pode ser realizado em células robotizadas ou por prensas manuais.

Durante a soldadura MIG/MAG, é fornecido continuamente um fio de metal na tocha, que será fundido entre o arco elétrico e a peça.

2.2.2.4. Pintura cataforese

As peças que sofrem o processo de pintura são provenientes do setor de estampagem ou de soldadura. São penduradas em suportes e seguem para a linha de pintura. Sofrem um tratamento inicial, são mergulhadas num banho de pintura e de seguida sujeitas a um processo de secagem. No final são polimerizadas e, obtido o produto final, estão prontas para serem expedidas para o cliente.

2.3. Descrição do setor de estampagem a frio

Neste setor estão presentes as zonas dedicadas à manutenção de ferramentas, zonas de parqueamento de ferramentas e todos os equipamentos, meios e recursos necessários para a continuidade de produção.

2.3.1. Departamento de manutenção de ferramentas

O presente projeto foi desenvolvido no departamento de manutenção e produção de ferramentas, pelo que é preponderante fazer uma breve apresentação e explicação do seu papel na Gestamp Aveiro.

É representado por uma equipa de colaboradores cujas funções comprometem a boa eficiência do sistema produtivo e a sua continuidade. Têm a responsabilidade de coordenar projetos de melhoria em torno do ciclo produtivo, inclusive projetar elementos de ferramentas que se danificam de forma inesperada que não conseguem garantir produção, como por exemplo um punção ou uma matriz de uma ferramenta. De forma a garantir o sucesso dos projetos, a equipa de manutenção trabalha em conjunto com os elementos do departamento a nível do projeto e controlo de equipamentos críticos.

2.3.2. Prensas de estampagem a frio

As prensas presentes neste setor são os equipamentos usados para produção de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio. A designação de cada prensa é atribuída consoante a respetiva força nominal. Na Figura 3, está representada a planta do setor de estampagem a frio e a numeração de prensas de acordo com a respetiva identificação presente na Tabela 1. Prensas de estampagem a frio da Gestamp Aveiro.

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

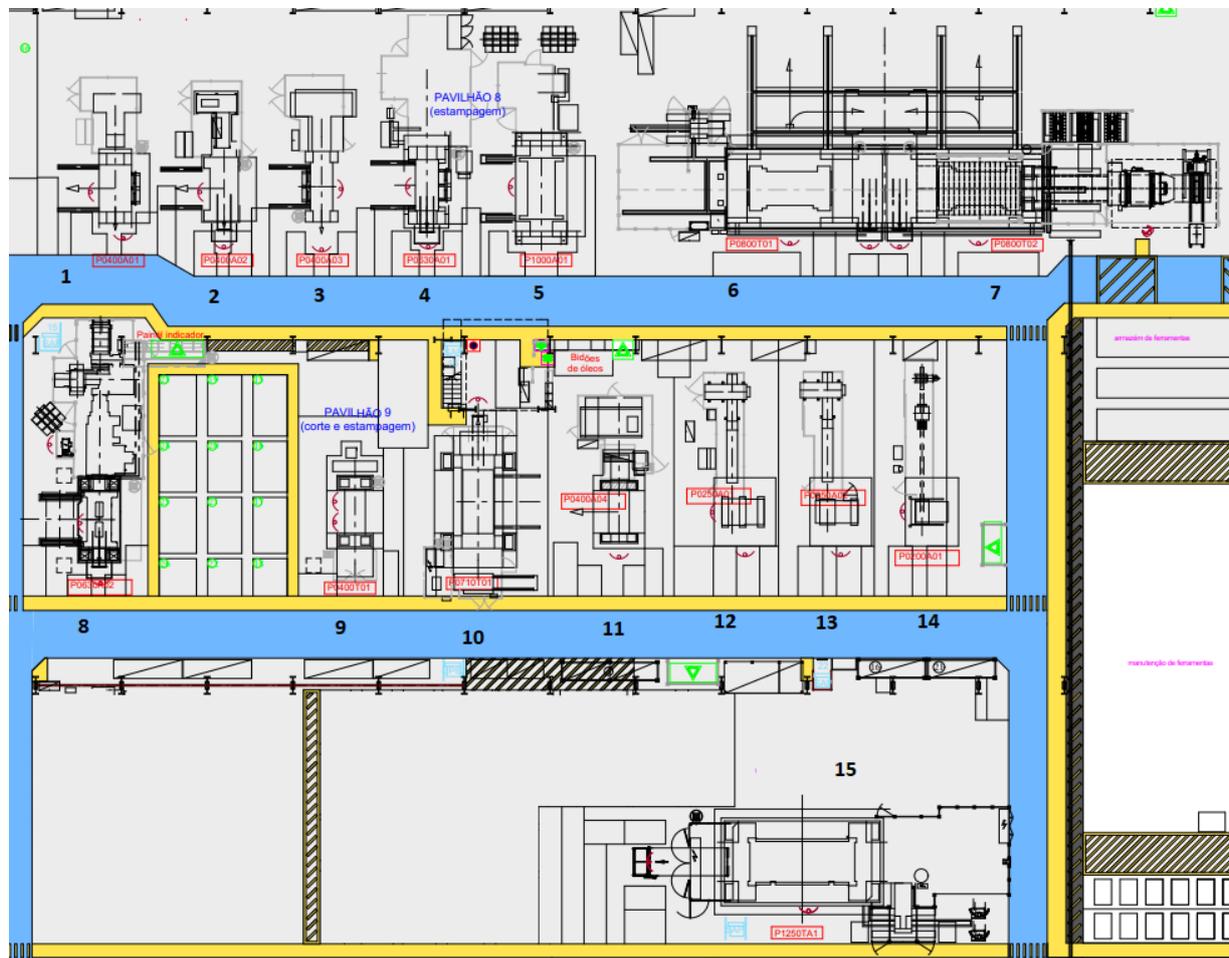


Figura 3. Planta do setor de estampagem a frio.

Tabela 1. Pressas de estampagem a frio da Gestamp Aveiro.

Prensa	Força nominal (ton)	Quantidade	Identificação segundo a Figura 3
P0200A0	200	1	14
P0250A0	250	2	12,13
P0400A0	400	4	1,2,3,11
P0400T0	400	1	9
P0630A0	630	2	4,8
P0710T0	710	1	10
P0800T0	800	2	6,7
P1000A0	1000	1	5
P1250TA1	1250	1	15

Na Figura 4 está representada a prensa P1250TA1. Neste caso, a prensa está a ser alimentada por matéria-prima em forma de bobina.

**Figura 4.** Prensa P1250TA1 com alimentação da matéria-prima em forma de bobina.

2.3.3. Ferramentas de estampagem a frio

As ferramentas de estampagem a frio são os equipamentos que são introduzidos nas prensas para realizar a produção em série de componentes metálicos. Os principais elementos de uma ferramenta são o punção e a matriz. Os componentes metálicos obtidos diferem quanto ao molde de corte da ferramenta e a dobragem de chapa feita.

As ferramentas podem ser de dois tipos:

1. Ferramentas progressivas. O avanço da chapa desloca a chapa ao longo da ferramenta;
2. Ferramentas *transfer*. Através de um sistema composto por garras automatizadas, a chapa desloca-se ao longo da ferramenta.

Na Figura 5, estão representadas duas ferramentas de estampagem a frio. A ferramenta presente no lado esquerdo (verde) é um conjunto de ferramentas. Isto é, existe uma ferramenta no nível inferior (nível 1) e outra no nível superior (nível 2). Ambas apresentam a mesma referência para um mesmo cliente, no entanto cada uma produz produtos diferentes. A ferramenta apresentada no lado direito (rosa-escuro), só apresenta um nível (nível 1), ou seja, esta ferramenta apenas produz um tipo de produto para um determinado cliente.

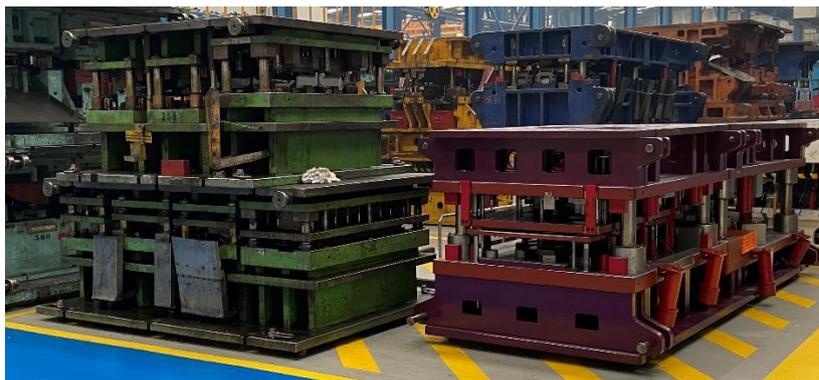


Figura 5. Exemplos de ferramentas de 2 níveis e 1 nível, respetivamente.

2.3.4. Parqueamento de ferramentas

Os espaços dedicados a armazenar as ferramentas na Gestamp Aveiro quando não se encontram em produção ou em manutenção são o Pavilhão *Gonvarri*, os parques e a zona de estantes.

Na Figura 6, estão representadas as zonas de estacionamento de ferramentas presentes no setor de estampagem a frio.

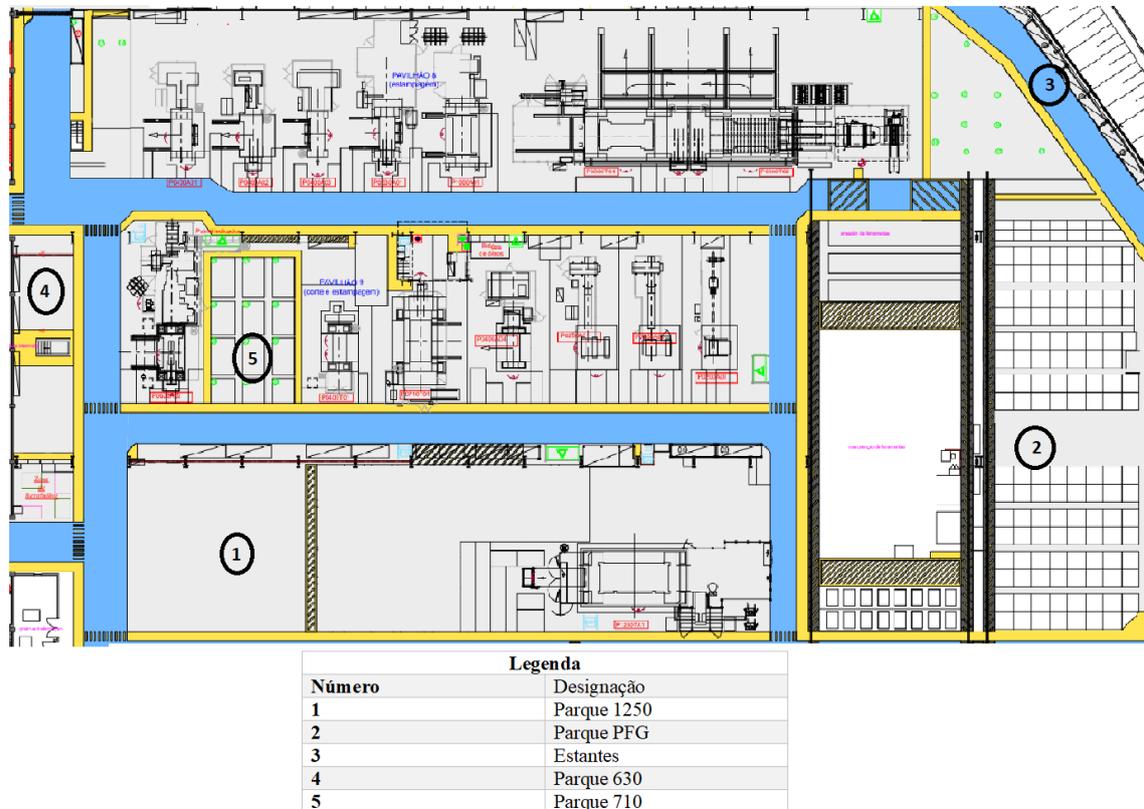


Figura 6. Zonas de estacionamento de ferramentas no setor de estampagem a frio.

2.3.4.1. Parque de estantes

Ao longo do setor de estampagem a frio, está presente uma longa cadeia de estantes com 3 ou 4 níveis de suporte. Neste parque de estantes (PE), são guardadas ferramentas de dimensões geométricas menores e do tipo progressivas. O único meio responsável por realizar o seu transporte são as empilhadoras.

Cada estante é identificada com uma letra e para cada nível é associado um número. Este modo de identificação traduz a localização de cada ferramenta. Deste modo, torna-se importante que a identificação da ferramenta na estante corresponda à localização que está na base de dados. Por exemplo, uma ferramenta que esteja localizada no 2º nível da estante com a letra A, estará na base de dados como “PEA2000”.

2.3.4.2. Pavilhão Gonvarri

Este é um espaço externo ao setor de estampagem a frio. Neste espaço são armazenadas ferramentas que são usadas para produção com menos frequência do que as que estão presentes nos parques do setor de estampagem a frio. Estão presentes neste pavilhão devido à insuficiência de espaço no setor de estampagem a frio. Caso esteja

Melhoria do procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

previsto que uma ferramenta deste espaço entre em produção, é transportada pela empilhadora até ao setor de estampagem a frio.

2.3.5. Meios de transporte de ferramentas

O transporte de ferramentas é uma etapa indispensável ao ciclo de produção. Na Gestamp Aveiro, os meios de transporte disponíveis atualmente são as pontes de transporte, as empilhadoras e os comboios.

2.3.5.1. Pontes de transporte

As pontes de transporte são responsáveis pelo transporte de equipamentos ao longo do setor de estampagem a frio, nomeadamente de matérias-primas sob a forma de rolo e de ferramentas, cujo peso e dimensões sejam maiores do que o máximo suportado pela empilhadora. Existem 6 pontes presentes neste setor. Na Figura 7, está representada a ponte localizada sobre o parque PFG.



Figura 7. Ponte de transporte localizada sobre o parque PFG.

3.3.5.1.1. Condições de segurança

Este meio de transporte serve para elevar e movimentar cargas extremamente pesadas, principalmente ferramentas de estampagem a frio. Uma ferramenta de estampagem pode apresentar uma massa superior a 20 toneladas.

O transporte através deste meio é executado por um operador de manutenção com recurso a um comando. Apenas operadores formados para manobrar este meio de transporte é que podem realizar esta operação.

A ponte desliza ao longo de trilhos presentes nas extremidades das pontes. Durante o movimento de transporte da ferramenta, ocorre inevitavelmente algum balanceamento da ferramenta, causado diretamente pelo sistema de inércia do conjunto formado pela ferramenta e correntes, e, este balanceamento tanto pode variar consoante a geometria da ferramenta, a respetiva massa, entre outros fatores. Quando este balanço é significativo aos olhos do operador, é necessário parar o movimento durante algum tempo até que a ferramenta assuma de novo uma posição estável. Logicamente, este comportamento é adotado por questões de segurança, de maneira a evitar qualquer possibilidade de ocorrência de acidente. Além disto, as pontes são projetadas pelo fabricante para elevar cargas pesadas, e, conseqüentemente, também são programadas para realizar o seu movimento a velocidades reduzidas. Por ambas as razões, é desperdiçado algum tempo durante o transporte pela ponte.

Uma ponte é constituída por quatro correntes e um gancho na extremidade de cada uma delas. Cada gancho é anexado em cada um dos quatro câncamos que estão presentes perto dos cantos da base lateral de cada ferramenta de estampagem. A tarefa que compromete anexar os ganchos é de elevada dificuldade e obriga a alguma agilidade por parte do operador, uma vez que tem de ser feito um balanceamento lateral da corrente em volta da ferramenta, e, posteriormente, anexar cada gancho a cada câncamo. Por este motivo, é obrigatório que haja uma distância mínima de segurança de 50 centímetros entre as ferramentas localizadas no parque, de maneira a garantir que o operador tem espaço para executar o movimento em segurança.

Por motivos de segurança, as ferramentas presentes nos parques estão orientadas para o mesmo sentido, a fim de evitar movimentos rotacionais da ferramenta quando está elevada.

2.3.5.2. Empilhadora

Este é o meio de transporte responsável por realizar principalmente o transporte de paletes e ferramentas de estampagem a frio situadas na zona das estantes.

Existem três tipos de empilhadoras. Estas são utilizadas dependendo da carga a transportar e as capacidades máximas destas são: 3, 8 ou 12 toneladas.

2.3.5.3. Comboio

É o mais recente meio de transporte presente no setor de estampagem a frio. É responsável por fazer a recolha dos produtos finais prontos a serem embalados e expedidos, e, recolher componentes que ainda tenham de passar pelo processo de pintura ou soldadura.

2.3.6. Atribuição de *layout* de parques de ferramentas atual

Atualmente, a atribuição de *layout* dos parques de ferramentas não segue nenhum procedimento. O único fator que é tido em consideração é a frequência de produção de algumas ferramentas que são esperadas entrar em produção um maior número de vezes.

É nesta temática que a presente dissertação vai incidir.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao longo deste capítulo são considerados os conceitos teóricos que serviram como base para a implementação das metodologias desenvolvidas ao longo deste projeto. Assim, é apresentada uma breve abordagem teórica relativamente à filosofia *Lean*, *Six Sigma* e *Lean Six Sigma*. É realizada uma abordagem à metodologia DMAIC, ferramenta *Lean Six Sigma* de melhoria contínua, indispensável para a resolução do problema em estudo. São apresentadas ferramentas inerentes à filosofia *lean*, nomeadamente as ferramentas 5W e 6S. Posteriormente, são abordados os temas relativos às possíveis formas de desperdício do ponto de vista *lean* (8W) e a temática relativa a *layout's*.

3.1. *Lean Manufacturing*

A filosofia *lean* surgiu na época após a segunda guerra mundial, numa altura em que era necessário reconstruir o que tinha sido devastado por uma guerra. A indústria japonesa apresentava escassez de recursos humanos, recursos materiais, apoio financeiro e evidenciavam lacunas no que dizia respeito à gestão do seu sistema de produção (Abdulmalek & Rajgopal, 2007)

A exigência por parte dos clientes era crescente. As restrições do mercado obrigavam à produção de pequenas quantidades e maior variedade de produtos. Era necessário desenvolver estratégias de gestão de produção de maneira a reverter o panorama industrial.

Taichii Ohno, chefe executivo da Toyota Motor Company, desenvolveu numa das fábricas desta empresa um sistema de produção capaz de responder às necessidades impostas pelo mercado (Pyzdek & Keller, 2010). Surgiu assim o Toyota Production System.

De acordo com Chugani et al. (2017), o conceito de *Lean Manufacturing* tem as suas raízes no TPS. O TPS foi pela primeira vez apelidado de “Lean Manufacturing”, no livro “The machine that changed the world”, publicado em 1990 e com autoria de James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos. Foi denominado assim por necessitar de menos material, menos capital, menos espaço, menos inventário e menos pessoas para obter o produto final. Desde então, o termo *Lean Manufacturing* é usado como um sinónimo do TPS (Wilson, 2015).

A produção tradicional era definida pela estratégia *pull*, caracterizada por produzir lotes de grande quantidade. Por outro lado, segundo o conceito de *Lean Manufacturing*, é adotada a estratégia *push*, que é caracterizada por produzir apenas o que é pedido pelo cliente e considera *stock* como desperdício (Shaman Gupta & Sanjiv Kumar Jain (2013). É essencial para uma organização perceber a diferença entre o sistema de produção tradicional e *Lean Manufacturing* se quiserem seguir práticas *lean* (Andrew, 2006).

No entanto, a implementação de práticas *lean* nem sempre resulta como se espera. Segundo Bhasin & Burcher (2006), a maior parte das empresas falha na implementação de *lean* devido a falta de planeamento e coordenação ao longo do projeto. Existem alguns fatores chave indispensáveis para o sucesso do projeto, tais como:

- Assumir uma abordagem *lean* como um projeto de longo prazo;
- Aplicar uma visão de melhoria contínua;
- Fazer inúmeras mudanças culturais promovendo os princípios *lean* ao longo da cadeia de valor.

3.2. Six Sigma

O conceito *Six Sigma* foi introduzido pela Motorola Corporation em 1987 (Singh & Rathi, 2019) pelo engenheiro Bill Smith (Antony, 2011). É considerado um dos desenvolvimentos mais importantes na melhoria de processos e gestão da qualidade das últimas décadas (Jirasukprasert et al., 2015).

O *Six Sigma* é uma filosofia que usa informação e dados estatísticos que tem como objetivo encontrar e eliminar causas de defeitos ou erros nos processos de negócios (Antony, 2011). Visa um desempenho praticamente livre de erros. A adoção desta filosofia proporciona a redução de variabilidade que está associada a serviços, produtos ou processos, tornando-os melhores, mais baratos e produzidos mais rapidamente, melhorando assim a qualidade (ou seja, reduzir o desperdício) (Pyzdek & Keller, 2010).

Sigma (σ) é uma letra do alfabeto grego usada para medir a variabilidade em processos. Um processo que esteja a operar pelo nível seis sigma, a cada milhão de oportunidades irá falhar aproximadamente em três. O desempenho de uma empresa é medido pelo nível de sigma dos seus processos (Pyzdek & Keller, 2010)

Pyzdek & Keller (2010) afirmam que as empresas que operam segundo o nível três ou quatro sigma gastam entre 25% e 40% das suas receitas a corrigir problemas. Este custo é derivado da má qualidade. As empresas que operam no nível seis sigma, gastam menos de 5% da sua receita a corrigir problemas.

3.3. Lean Six Sigma

O *Lean Six Sigma* é a junção dos dois conceitos anteriormente apresentados, o *lean* e o *Six Sigma*. Visa a melhoria de negócios através da implementação de ferramentas e princípios *lean* e *Six Sigma*, permitindo assim aumentar o valor através da melhoria de qualidade, velocidade, satisfação por parte do cliente e custos (Laureani & Antony, 2018).

Segundo George (et al., 2003) a fusão destas duas filosofias é necessária. A filosofia *lean* não consegue avaliar um processo sob controlo estatístico e o *Six Sigma*, quando aplicado individualmente, não consegue melhorar drasticamente a velocidade do processo ou reduzir o capital investido.

Antony (2011) enuncia as diferenças entre as filosofias e evidencia com clareza como as duas se podem complementar. A filosofia *lean* tem como principal objetivo a redução de desperdícios, aumento da eficiência, o fabrico de produtos ou execução de serviços pelo menor custo e menor tempo possível. Por outro lado, o *Six Sigma* é definido como uma metodologia de resolução de problemas baseados em dados estatísticos, o que permite perceber concretamente como um processo está a decorrer, fornecendo assim a informação necessária para que sejam aplicadas soluções que procurem identificar problemas, eliminar defeitos e reduzir a variabilidade de processos.

Laureani e Antony (2018) referem que ambos os conceitos convergem para um fim comum: a busca pela melhoria contínua, satisfação do cliente, o envolvimento dos colaboradores e a procura pela causa-raiz dos problemas.

3.4. Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC é uma ferramenta *Lean Six Sigma* usada para resolver problemas, melhorar processos ou para melhorar a eficácia de algum processo ou serviço existente.

O termo DMAIC é um acrónimo inglês formado por uma sequência de letras que representam as iniciais do nome de cada uma das cinco etapas. Traduzidas para português, estas são: definir, medir, analisar, melhorar e controlar (de Mast & Lokkerbol, 2012).

Resumidamente, de acordo com Pyzdek & Keller (2010), as cinco fases da metodologia seguem o procedimento representado na Figura 8.

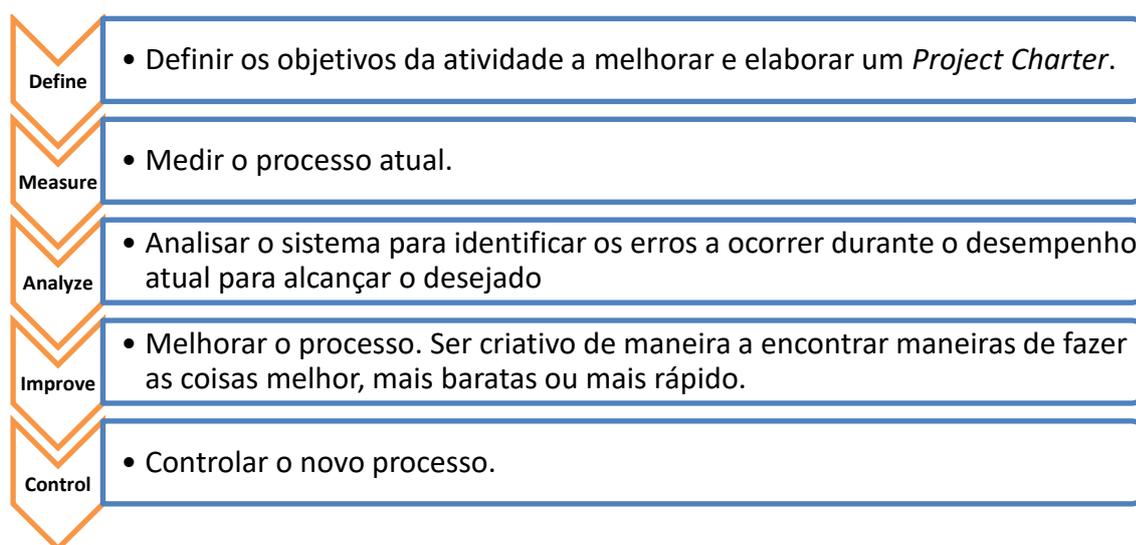


Figura 8. Sequência de etapas da metodologia DMAIC.

Pyzdek & Keller (2010) abordam incessantemente a metodologia DMAIC na sua obra intitulada de “The Six Sigma Handbook”. Ao longo da revisão bibliográfica deste subcapítulo, será seguida a abordagem tomada pelos autores nesta obra.

3.4.1. Fase Definir

A etapa inicial consiste em definir concretamente o problema detetado e estabelecer objetivos para a melhoria do projeto em estudo. A necessidade de uma definição cuidadosa do problema é bem compreendida entre aqueles que pesquisam a resolução de problemas em geral. Nesta fase é necessário:

- Desenvolver o *Project Charter*;
- Definir o âmbito, objetivos e calendarização do projeto;
- Definir o processo e os *stakeholders* (partes interessadas);
- Selecionar os membros da equipa;
- Juntar e treinar a equipa.

Um *Project Charter* é definido com um documento que apresenta as informações relevantes acerca de todo o projeto *Lean Six Sigma*. Neste documento são estabelecidos os objetivos do projeto, a equipa, os benefícios esperados, o calendário, os riscos, um custo estimado do projeto, os recursos necessários, entre outros.

3.4.2. Fase Medir

A segunda etapa da metodologia consiste em medir o desempenho atual do processo que estará a causar desperdício. É necessário definir um sistema de medição fiável e analisar todas as informações relevantes intrínsecas ao processo. Esta etapa constitui um papel extremamente importante, uma vez que é a partir desta que se torna possível quantificar o estado atual do processo, e, servirá como um meio de comparação futuro para entender o progresso obtido através das melhorias implementadas para atingir os objetivos definidos. Os objetivos desta etapa consistem na realização dos seguintes pontos:

- Definição do processo: garantir que o processo sob investigação está claramente definido;
- Definição da medição: definir um meio fidedigno de medição do processo para quantificar os resultados do processo atual como um recurso de definir previamente as necessidades e para fundamentar adequadamente os resultados de melhoria;
- Avaliar o sistema de medição: validar a confiabilidade dos dados para obter conclusões significativas.

3.4.3. Fase Analisar

Na terceira fase são determinadas as potenciais causas que estarão na origem do problema. Para detetar as possíveis causas convém conhecer detalhadamente todas as etapas do processo atual. Pretende-se analisar cuidadosamente todas as etapas do processo atual, identificar causas possam estar a resultar na variabilidade do processo e eliminá-las, de maneira a alcançar os objetivos pretendidos e melhorar o desempenho do processo.

Para uma melhor compreensão das possíveis formas de variabilidade que estejam a ocorrer no processo corrente, é essencial conhecer as principais formas de desperdício que podem ocorrer durante o processo produtivo, tema que será apresentado no próximo subcapítulo.

3.4.4. Fase Melhorar

A quarta fase consiste em implementar soluções que eliminem as causas identificadas na fase anterior e que, efetivamente, apresentem melhorias. Devem ser apresentadas as várias propostas de melhoria, se existir mais que uma. Deve ser feita uma avaliação em relação a riscos e potenciais modos de falha. Caso haja necessidade de realizar mudanças em alguma das etapas anteriores, devem ser repetidas e revistas de modo a avaliar novamente a nova proposta.

3.4.5. Fase Controlar

A última etapa da metodologia DMAIC consiste em garantir a continuidade do projeto que foi implementado, por meio de um procedimento de controlo, reuniões, documentos ou auditorias. Este procedimento vai obrigar a um acompanhamento regular por parte de pessoas da organização, que terão a responsabilidade de verificar se as mudanças efetuadas estão a ser mantidas. O sucesso desta etapa impedirá que o processo volte ao desempenho antigo.

3.5. Formas de desperdício (8W)

É definido como desperdício todo o processo que não adiciona valor ao produto final e que prejudica o lucro à entidade empresarial. Assim, ao longo das etapas que englobam o processo produtivo, o desperdício pode assumir várias formas. Desperdícios de tempo, movimento e materiais são categorizados como *muda* (CLT, 2018).

Segundo a CLT, as principais categorias de desperdício são:

- Excesso de produção – Tal como o nome indica, é definida por se produzir mais do que o que é necessário;
- Esperas – referem-se ao tempo que é desperdiçado enquanto à espera de pessoas ou equipamentos. Uma das causas mais comuns de espera são problemas de layout que resultam em excessivos transportes;
- Transportes - movimentações de produtos ou equipamentos desde um lugar para o seu destino. Os transportes são indispensáveis durante o processo

produtivo, mas podem ser vistos como um desperdício para a empresa sempre que sejam feitas deslocações desnecessárias. As principais causas são:

- *Layouts* mal planejados que não correspondem às necessidades do processo produtivo;
- Planeamento incorreto de produção;
- Lotes de fabrico muito grandes;
- Desperdício do próprio processo – designam as operações que são feitas desnecessariamente. Normalmente, as principais causas são:
 - Inexistência de um standard do processo;
 - Ineficiente formação do operador;
- *Stocks* – O *stock* é causado principalmente pela produção de grandes lotes, retrabalho em itens armazenados;
- Movimentações – Movimentos dos operadores desnecessários no local de trabalho, que se caracterizam como movimentos improdutivos uma vez que o operador não está a agregar valor;
- Defeitos – Produção de peças defeituosas, informações incorretas, retrabalho, erros. As principais causas de má qualidade podem ser devidas a processos inadequados de fabrico, produtos danificados durante o transporte, ausência de procedimentos padrão de trabalho e falta de formação;
- Desperdício do talento humano, como por exemplo:
 - Não ouvir e não envolver as pessoas;
 - Não aceitar oportunidades de melhoria vindas de outros colaboradores.

3.6. 6S

Dentro das ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing*, uma das mais conhecidas é a metodologia 6S. A metodologia 6S é um desenvolvimento da 5S, introduzida por Hiroyuki Hirano (Sari et al., 2017) e é definido como uma ferramenta projetada para garantir a organização do posto de trabalho, a sua limpeza, de maneira eficiente e segura, a fim de alcançar um ambiente de trabalho produtivo (Veres et al., 2018).

A ferramenta 6S é o ponto de partida de implementação de práticas *lean* (Pyzdek & Keller, 2010), uma vez que ajuda a organizar o posto de trabalho onde o processo ocorre (Antony, 2011).

É vulgarmente conhecido por 5S porque inicialmente o acrónimo era formado por cinco palavras de origem nipónica. Mais tarde, foi integrada mais uma palavra e por essa razão é que são encontrados vários registos na literatura como “5S”, “6S” ou até “(5+1)S”. As 6 palavras constituem um conjunto de passos a seguir para implementar esta metodologia. Estas são então:

- *Seiri* (organização) - No local de trabalho existe apenas o essencial para manter o sistema de produção em bom funcionamento. O que não assume um papel interveniente no processo de produção deve ser eliminado por ser considerado um desperdício.
- *Seiton* (arrumação) – Proceder ao uso de uma norma de identificação das ferramentas e atribuir um determinado espaço para cada objeto, equipamento ou ferramenta
- *Seiso* (limpeza) – Manter o posto de trabalho limpo. Para facilitar este passo proceder à divisão de tarefas de limpeza entre elementos do posto de trabalho
- *Shitsuke* (disciplina) – Constitui o cumprimento dos quatro pontos anteriormente enunciados e o trabalho contínuo dos colaboradores pela manutenção destas etapas.
- *Seiketsu* (sentido de normalização) – Definir uma norma geral de cumprimento dos S’s descritos;
- Adicionalmente, é defendido por várias organizações empresariais a existência de mais uma etapa que deve ser complementada durante o exercício de todas as outras. Este “s” adicional significa segurança. Antes da metodologia ser implementada, devem ser asseguradas as condições de segurança e se é possível ser mantido no posto de trabalho. Deve ser atribuída uma maior importância a esta etapa e haver uma preocupação pela manutenção das condições de segurança no posto de trabalho por parte dos intervenientes.

Na Figura 9 apresenta-se o conjunto de passos para executar a metodologia 6S. Está é uma forma simples de sistematizar as boas práticas de limpeza e organização no posto de trabalho. A sua aplicação vai promover um maior envolvimento dos colaboradores ao longo do cumprimento das etapas, contribuindo assim para uma maior motivação e predisposição por parte destes para manter o posto de trabalho devidamente organizado, e, consequentemente melhorar a performance da equipa de trabalho e produtividade.



Figura 9. Metodologia 6S. Fonte: Os (5+1) Ss e a eliminação do desperdício, CLT.

3.7. 5W

A ferramenta 5W é uma técnica normalmente usada para reduzir o desperdício num ambiente de produção *lean*.

Segundo Pojasek (2000), o uso eficaz deste método define-se pelas seguintes etapas:

- Reunir uma equipa de pessoas e identificar o problema, situação ou conceito. É importante que estejam presentes pessoas que possuam conhecimento vasto na área e que trabalhem diretamente com o processo que está a ter problemas. Observar o problema e discuti-lo com a equipa;
- Perguntar “Porque é que este problema está a ocorrer?”. Apontar as respostas encontradas;

- Repetir o processo anterior mais quatro vezes e apontá-las. Se for necessário repetir o processo mais vezes até chegar à causa-raiz. A causa-raiz do problema é encontrada quando já não houver respostas para a pergunta;
- Analisar as respostas finais e identificar se existe ao longo do método alguma resposta frequente. Discutir com a equipa e identificar as causas que possam estar associadas ao problema.

Após ser identificado o problema ou desperdício corrente do sistema, é importante identificar a causa-raiz do desperdício e reduzi-lo ou eliminá-lo (Chen et al., 2010).

O uso eficaz deste método pode determinar a causa-raiz de quaisquer não conformidades, e levará as empresas a seguir ações corretivas a longo prazo ou preventivas (Benjamin et al., 2015).

3.8. Layout

Segundo Mann (2005), *layout* é a configuração física de equipamentos e armazenamento de materiais numa área de produção, análogo a uma planta de um quarto. Uma entidade fabril que queira adotar uma abordagem *lean*, deve projetar layouts específicos para facilitar o processo produtivo e o fluxo de materiais, e com os equipamentos dispostos de acordo com a sequência de etapas de produção. Os *layouts* podem ser classificados em quatro tipos (Pinto, 2006): *Layout* por produto; *Layout* por processo; *Layout* fixo; *Layout* por célula.

De acordo com George et al (2003), as mudanças da configuração física do posto de trabalho são um desafio para uma empresa que queira adotar o *Lean Six Sigma* e que não está habituada a sofrer melhorias. Por vezes, existe pouca noção sobre quanto o *layout* físico do espaço de trabalho pode interferir na qualidade e velocidade do processo.

Carravilla (1998) aponta alguns pontos relativamente aos fatores, critérios e restrições a ter em conta durante a realização de um layout. Como fatores determinantes considerar:

- Tipo de produto – saber se o produto é um bem ou serviço, se é para fazer por encomenda ou *stock*;
- Tipo de processo de produção – tecnologia, materiais e meios usados;

- Volume de produção – implicações no tamanho do espaço a considerar;

Como critérios de decisão de *layout*:

- Minimização de distâncias percorridas;
- Minimização de custos;

Como restrições:

- Limitação do espaço;
- Normas de segurança;
- Manter localizações fixas para certos departamentos.

3.9. Melhoria contínua

Atualmente, a necessidade de melhorar e alterar processos é evidente (Gonzalez & Martins, 2016). A concorrência, necessidades e requisitos cada vez mais específicos impostos pelos clientes, obrigaram as indústrias a implementar melhorias nos seus produtos e serviços, de modo a garantir vantagem em relação a empresas concorrentes (Jirasukprasert et al., 2015).

A expressão melhoria contínua é também denominada pela palavra japonesa *kaizen*, que traduzida significa “mudança para melhor” (Emiliani, 2008). O *kaizen* é um dos mais importantes processos numa organização *lean* (Belekoukias et al., 2014).

Segundo Bhasin & Burcher (2006), o *kaizen* consiste na busca contínua de melhorias na qualidade, design, custo e entrega dos produtos. A melhoria é conseguida através da identificação de desperdícios. Depois de identificado, todos os intervenientes no processo devem contribuir para a eliminação ou redução do desperdício.

De acordo com Coimbra (2008), existem 7 princípios para garantir o sucesso da atividade a melhorar, que são:

- *Gemba Kaizen*: É um evento de trabalho intensivo de melhoria com um número de pessoas, para implementar melhorias num espaço de tempo curto. Também é usado para aumentar envolver e promover uma participação ativa dos colaboradores da organização;
- Desenvolvimento de pessoas: Todos os colaboradores de uma organização devem ser envolvidos nas atividades de melhoria, desde a direção até aos operadores. Tal como é referido pelo autor: “Para cada tipo de melhoria existe um hábito a mudar. Para cada hábito a mudar existe um grupo de

“pessoas que vai ter de adotar novos hábitos abandonando os anteriores”, salientando a importância de toda a hierarquia da organização;

- Normas visuais: A maneira mais eficiente de definir uma determinada tarefa é através de normas. Se não estiver normalizada, irá estar associado variabilidade e *muda*, uma vez que, provavelmente, diferentes pessoas a executar a tarefa e de diferentes modos;
- Processo e resultados: Por vezes, é menosprezada a importância do método para atingir o resultado e acaba por dar-se mais atenção unicamente à definição do objetivo para atingir o resultado. Deve ser dada igual importância;
- Qualidade em primeiro: um dos pilares mais importantes numa organização e associado ao *kaizen*, a procura pelos zero defeitos. Autores como Crosby, Deming, Juran Ishikawa, entre outros, tiveram bastante influência na área da qualidade, e, tornaram-na numa das mais importantes temáticas associadas ao *kaizen*;
- Eliminação do *muda*: O *kaizen*, tal como o *lean*, procura a eliminação de desperdícios;
- Abordagem *Pull Flow*: Só ocorre produção quando é feito pedido por parte do cliente. Consequentemente, ocorre eliminação de *muda* pela redução da espera de materiais e acumulação de *stocks*.

4. ABORDAGEM SEGUNDO A METODOLOGIA DMAIC

4.1. Contextualização do caso de estudo

O presente caso de estudo foi acompanhado no departamento de produção e manutenção de ferramentas da empresa Gestamp Aveiro. Como foi referido, uma das funções deste departamento baseia-se na projeção de melhorias em torno do seu ciclo produtivo. Esta é uma responsabilidade que assume um papel fundamental na evolução do sucesso do negócio da entidade empresarial.

De maneira a assegurar a realização desta função, surgiu como necessidade a execução da seguinte tarefa: criar um procedimento lógico de atribuição de *layouts* de estacionamento de ferramentas de estampagem a frio. A necessidade de cumprimento desta tarefa surgiu motivada pelas seguintes causas:

- Reduzida disponibilidade de meios de transporte;
- Inexistência de um procedimento de atribuição de *layouts*.

Outrora, já tinham sido implementados métodos para a elaboração de *layouts*. No entanto, não mantiveram o seu sucesso, principalmente devido a três razões:

- Falta de perceção relativamente aos benefícios que se podem obter a partir de um *layout* corretamente atribuído, nomeadamente uma estimativa da redução de tempo desperdiçado a efetuar transportes;
- Desconsideração de potenciais causas que podem derivar em desperdício e que influenciam o desempenho atual do processo.
- Dificuldade em garantir a continuidade do processo de melhoria implementado.

Por outras palavras, havia até então dificuldade na compreensão da análise do processo e em garantir a continuidade do processo de melhoria. Paralelamente, durante as fases *Analyze* e *Control* da metodologia DMAIC, são encontradas soluções para as adversidades enunciadas anteriormente. Posto isto, concluiu-se que faria todo o sentido usar a metodologia DMAIC para a resolução organizada do problema, segundo a revisão bibliográfica que foi realizada.

4.2. Metodologia DMAIC

4.2.1. Fase Definir

A primeira fase da metodologia DMAIC consiste em identificar informações relativas à gestão do projeto. De acordo com a revisão de literatura realizada, para suportar esta fase deve ser elaborado um *Project Charter*, que não é mais do que um conjunto de informações relativas ao projeto. No apêndice A representa-se o *Project Charter* definido para o trabalho desenvolvido ao longo do estágio.

Na Tabela 2 apresenta-se a calendarização detalhada das fases da metodologia DMAIC.

Tabela 2. Calendarização do projeto.

Semana Fase	1-3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Definir	■												
Medir		■	■	■	■	■	■	■					
Analisar				■	■	■	■	■					
Melhorar									■	■	■	■	
Controlar												■	■

4.2.2. Fase Medir

A segunda fase da metodologia DMAIC tem como objetivo medir o desempenho do processo atual através de meios fiáveis, de maneira a estabelecer um termo de comparação para perceber o progresso das melhorias implementadas. Esta etapa assume um papel preponderante, uma vez que para a implementação de um procedimento seja efetivamente uma melhoria, é necessário que sejam apresentados resultados que demonstrem que realmente houve um progresso relativamente ao procedimento precedente.

Todas as informações e dados relevantes acerca do tema do projeto em estudo devem ser considerados, de maneira a garantir a presença de todo o conteúdo necessário para a execução de um projeto sólido e que guie para uma solução correta.

Na Tabela 3 apresenta-se uma lista das tarefas que vão ser realizadas durante a fase Medir e as respetivas ferramentas usadas para a recolha de dados.

Tabela 3. Tarefas a realizar durante a fase Medir.

Tarefas	Ferramentas
1. Tiragem de dados relativos ao planeamento de produção de todas as ferramentas presentes no parque P1250.	<ul style="list-style-type: none"> • Base de dados que contém a informação de projeto de todas as ferramentas da Gestamp Aveiro
2. Descrever o ciclo normal de uma ferramenta.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção visual; • Comunicação com membros da coordenação do setor de estampagem a frio e operadores.

4.2.2.1. Ciclo de uma ferramenta

De maneira a implementar ações que visem melhorar o ciclo produtivo é indispensável identificar as causas que derivam em problemas, e, perceber como é que cada causa está relacionada entre si, para que seja possível responder com precisão ao problema.

Primeiramente, é essencial perceber a rota que uma ferramenta segue quando é utilizada, segundo o planeamento de produção. Na Figura 10, está representado um esquema que traduz a sequência do trajeto que uma ferramenta de estampagem a frio normalmente segue quando entra em produção. O transporte de ferramentas presentes neste parque é sempre efetuado com recurso às pontes de transporte.

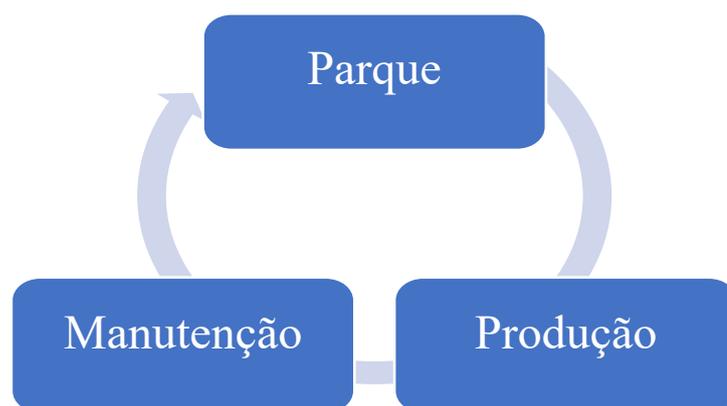


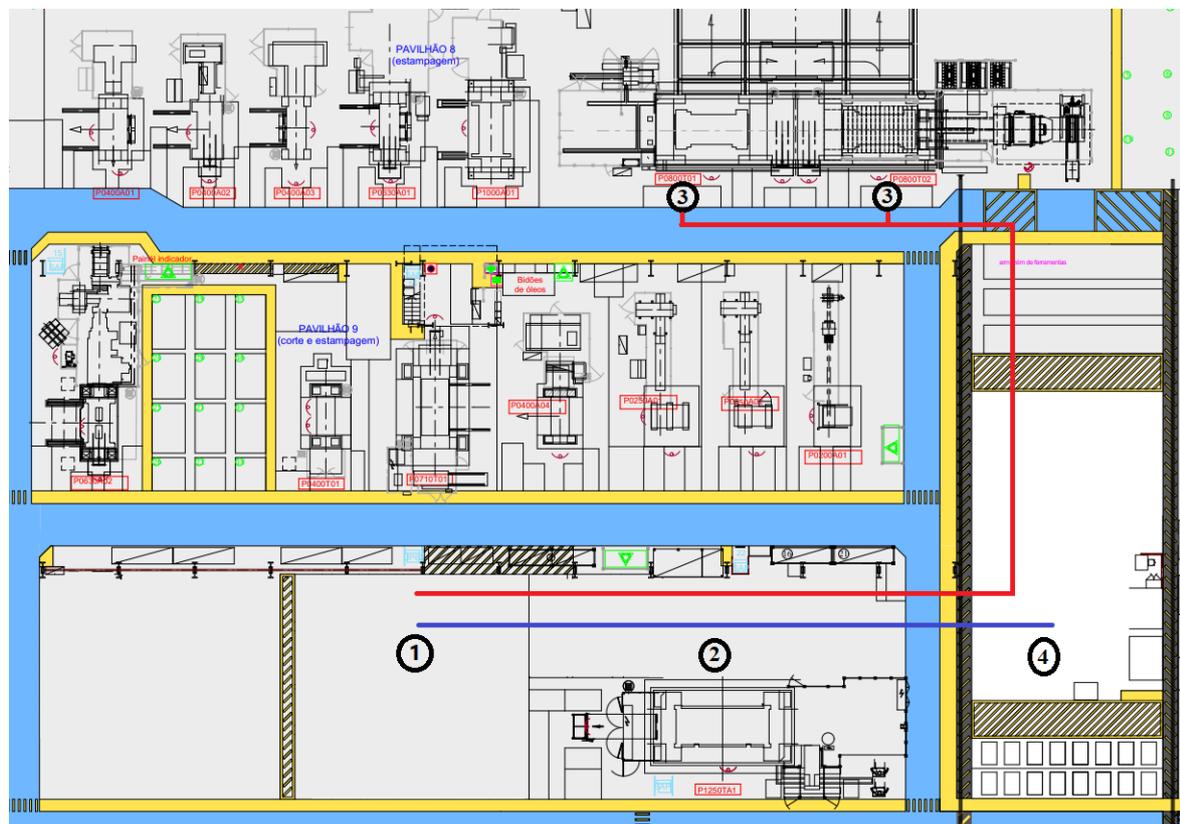
Figura 10. Sequência do trajeto de uma ferramenta durante o ciclo produtivo.

É obrigatório que as ferramentas sigam por uma revisão na zona de manutenção após saírem de produção. É seguida uma norma de manutenção e caso seja necessário algum tipo de manutenção específica, as ferramentas ficam nesta zona até estarem

Melhoria do procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

devidamente prontas para a próxima produção planeada. Posteriormente, seguem outra vez para o respetivo parque.

De maneira a compreender concretamente entre que zonas do chão de fábrica estas trocas ocorrem, são apresentados dois exemplos de trajeto efetuados pelas pontes de transporte no setor de estampagem a frio, um para uma ferramenta que produz na prensa P1250TA1 e outro para uma ferramenta que produz numa das prensas P0800T0, representado na Figura 11. Para simplificar a leitura da figura, o trajeto de cada uma das ferramentas encontra-se representado por cores diferentes. Na mesma figura está apresentada a respetiva legenda.



Legenda:

Designação	Local
1	Parque P1250TA1
2	Prensa P1250TA1
3	Prensas P800T
4	Zona de Manutenção

Ferramenta	Cor do circuito
1250	
800	

Figura 11. Trajetos efetuados por duas ferramentas que produzem na prensa P1250TA1 ou numa das prensas P0800T0.

O circuito de ida e volta de cada ferramenta é o mesmo. Resumindo, na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** encontra-se representada a sequência do trajeto de cada ferramenta, de acordo com a numeração representada na Figura 11.

Tabela 4. Sequência do trajeto de cada ferramenta.

Ferramenta	Cor do circuito	Sequência do trajeto
1250		1 → 2 → 4 → 1
800		1 → 3 → 4 → 1

4.2.2.2. *Layout* inicial do parque P1250

Agora que foi mostrada a sequência de trajeto de ferramentas presentes neste parque, segue-se uma apresentação do *layout* do parque, tal como foi encontrado inicialmente, representado no apêndice B. A partir desta seção, as ferramentas que produzem nas prensas P0800TO serão identificadas a cor-de-laranja e as ferramentas que produzem na prensa P1250TA1 serão identificadas a azul-claro.

A pedido da direção da empresa, as referências das ferramentas serão ocultadas por motivos associados à política de privacidade de informação da empresa. Por este motivo, as referências de todas as ferramentas abordadas ao longo deste projeto serão identificadas por ordem numérica crescente.

Tal como foi dito anteriormente, devem ser explicados os seguintes pontos:

- Por exemplo, a ferramenta representada na Figura 12 com a referência 1 possui 2 níveis. Ou seja, possui um equipamento no nível inferior, nível 1 (N1), e tem sobre este outro equipamento, no nível 2 (N2). No entanto, ambos produzem a mesma referência, estão inseridos num mesmo projeto, para o mesmo cliente. No entanto, produzem produtos diferentes. Por outras palavras, cada uma produz peças diferentes para um mesmo projeto de um cliente. Então, neste caso, a referência 1 apresenta um conjunto de duas ferramentas.

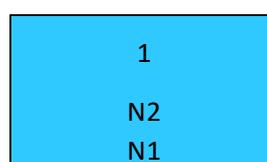


Figura 12. Exemplo de uma ferramenta de 2 níveis.

- As ferramentas que produzem apenas um produto único são de um só nível. Por exemplo, na Figura 13 está representada a ferramenta com a referência 7 no nível 1, e, superiormente, encontra-se outra ferramenta, neste caso com a referência 6 no nível 2. Ou seja, as duas ferramentas produzem peças diferentes provenientes de projetos de clientes diferentes. Apenas encontram-se sobrepostas por uma mera questão de aproveitamento de espaço.

6 N2
7 N1

Figura 13. Exemplo de duas ferramentas de 1 nível.

4.2.2.3. Recolha de dados relativos ao planeamento de produção

No apêndice C está representado um extrato de dados relativos ao planeamento de produção de cada ferramenta, entre as datas de implementação do *layout* novo, ou seja, a partir da semana 14 até à data final do projeto, obtidos através da base de dados da empresa.

O planeamento de produção representa o número de vezes que uma determinada ferramenta vai ser utilizada no respetivo equipamento de produção, e, conseqüentemente, também representa o número de vezes que irá fazer o ciclo normal de uma ferramenta durante o ciclo produtivo.

4.2.3. Fase Analisar

Durante a terceira fase da metodologia, o problema em questão é analisado profundamente de maneira a ser possível de maneira que seja possível chegar à raiz do problema. De acordo com a revisão bibliográfica efetuada, pretendem-se identificar as causas que estejam a resultar em desperdício do processo e eliminá-las.

4.2.3.1. Observações relativas ao processo atual

A primeira observação que pode ser retirada após análise imediata do apêndice B, relativo à configuração física das ferramentas no parque, é a existência de espaços não ocupados. A existência destes espaços livres são fruto de uma incorreta gestão de

parqueamento de ferramentas, e, conseqüentemente, resulta no não aproveitamento do espaço disponível.

Além disto, após comparação entre os dados do planeamento de produção, representados no apêndice C e, relacionando-os com o *layout* inicial deste parque, representado no apêndice B, pode ser retirada a seguinte conclusão: Não existe escolha de localização da ferramenta tendo por base o planeamento de produção. Ou seja, existem ferramentas que estão previstas produzirem um elevado número de vezes na prensa P1250TA1 e encontram-se localizadas em lugares mais distantes em relação à prensa do que ferramentas que vão produzir um menor número de vezes. Isto resulta em formas de desperdício, maioritariamente em movimentações desnecessárias realizadas. A organização das ferramentas deve ser realizada de acordo com a necessidade, e, neste caso, tal pressuposto não se verifica.

Por outro lado, é sabido que o número de vezes que uma ferramenta está prevista entrar em produção num determinado intervalo de tempo raramente corresponde exatamente ao que realmente ocorre. Isto acontece principalmente devido a circunstâncias externas que a empresa não consegue intervir em seu próprio benefício, e, na maior parte dos casos é por culpa do cliente. No entanto, o planeamento de produção é o único meio de que podemos usufruir para agir de acordo com a necessidade.

4.2.3.2. Chegar à raiz do problema

Apesar de já terem sido enunciadas algumas causas que evidenciam uma incorreta gestão de parqueamento de ferramentas, é feita agora uma avaliação geral de maneira a encontrar as causas que resultam na reduzida disponibilidade das pontes de transporte.

De acordo com o conteúdo descrito no capítulo referente à revisão bibliográfica, de modo a efetuar o uso eficaz do método 5W, deve ser reunido um grupo de pessoas que possuam um vasto conhecimento na área do tema em estudo. Posto isto, a escolha dos elementos do grupo baseou-se na seleção de colaboradores que habitualmente estão encarregues de fazer a atribuição de *layouts* de parques de ferramentas e que possuem um vasto conhecimento sobre o tema. O grupo formado foi constituído por dois membros do Departamento de Manutenção e Produção de Ferramentas, Eng. João Oliveira e Eng. Mariana Correia. Assim, foi possível construir o diagrama pela ferramenta 5W, representado na Figura 14.

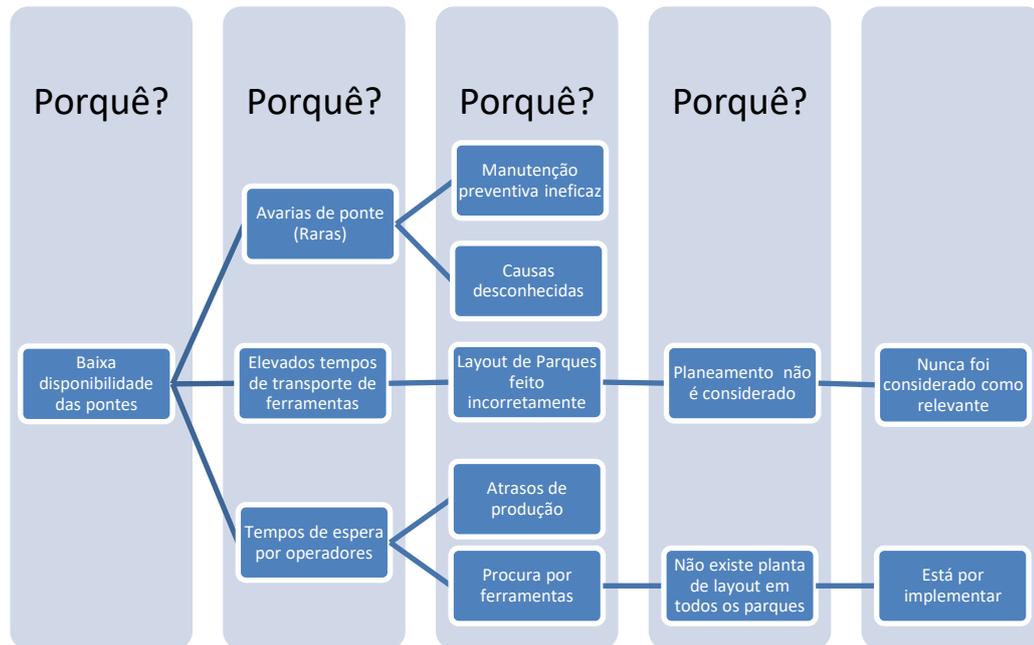


Figura 14. Aplicação da ferramenta 5W.

Após análise geral do problema, a causa principal que deriva neste problema é relativa ao planeamento não ser considerado na atribuição de *layouts* porque nunca foi assumido como relevante. Com base nas causas que foram encontradas, vão ser levantadas oportunidades de melhoria do processo na próxima etapa.

O objetivo desta etapa e da ferramenta 5W, além de ter servido para chegar à raiz do problema, serviu também para desafiar a equipa a pensar de forma geral e estruturada no problema atual. No geral, a procura pela causa de ocorrência dos problemas é demonstrada através do espírito crítico de cada um, ou seja, pela capacidade de observar um problema, analisar, refletir e questionar-se de forma lógica sobre um determinado assunto. Ao realizar este processo com vários elementos, obtém-se uma série de partilha de informações e ideias que derivam em soluções que poderiam não ser concebidas se fossem pensadas por uma pessoa só.

4.2.4. Fase Melhorar

Com base nos problemas que foram encontrados no capítulo anterior, vão ser levantadas oportunidades de melhoria do processo nesta etapa. O que se propõe para atingir o sucesso deste projeto, com base no objetivo pretendido, é:

- Realizar uma gestão de estacionamento de ferramentas de acordo com o planeamento esperado a curto prazo (3 a 6 meses);
- Simultaneamente, pretende-se fazer uma gestão pensada na eliminação da ocorrência de movimentações desnecessárias e minimizar o tempo usado durante o transporte de ferramentas a partir deste parque quando entram em produção.

Os movimentos desnecessários podem ser eliminados fazendo uma atribuição de *layout* de ferramentas com base no tempo demorado durante as etapas do ciclo de transporte, dependendo da prensa em que cada ferramenta produz. Para fazer uma otimização dos movimentos de transporte, deve ser feita uma medição de tempos a partir de cada lugar do parque. De seguida, é feita uma ordenação por ordem crescente dos tempos medidos e conjuga-se com o planeamento de produção por ordem decrescente. Assim, certificamo-nos que as ferramentas que estão esperadas produzir mais percorrem a distância mínima possível, desperdiçando o menor tempo possível e de acordo com o planeamento.

No entanto, vão ser assumidas as seguintes condições:

- Os espaços livres presentes na parte inferior do parque vão ser ocupados por ferramentas novas que fazem parte de um projeto novo de um cliente. Estas são ferramentas que vão produzir apenas nas prensas P0400A0 e que não apresentam planeamento a curto prazo;
- Devido a motivos geométricos e comodidade, o lugar H1 vai ser obrigatoriamente ocupado no nível 1 pela da base suplente da mesa da prensa P1250TA1;
- Para promover uma melhor organização do parque, as ferramentas que produzem nas prensas P0800T0 e P1250TA1 vão estar situadas em zonas distintas.

Resumindo, neste *layout* vamos incluir:

- Ferramentas que produzem na prensa P1250TA1, P0800T0 e P0400A0;
- Base suplente da mesa da prensa P1250TA1.

Melhoria do procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

Na Tabela 4 apresenta-se uma lista das tarefas que vão ser realizadas durante a fase Melhorar e os respetivos meios usados para a sua execução.

Tabela 4. Tarefas a realizar durante a fase Melhorar e respetivas ferramentas.

Tarefas	Ferramentas
Sequência de ações que englobam o transporte de ferramenta pela ponte	<ul style="list-style-type: none">• Inspeção visual;• Comunicação com membros da coordenação do setor de estampagem a frio e operadores.
Medição de tempo das ações realizadas pelo operador para realizar o transporte de ferramentas;	<ul style="list-style-type: none">• Cronómetro
Ponderação do lugar que cada ferramenta vai ocupar	<ul style="list-style-type: none">• Análise e Lógica

4.2.4.1. Ferramentas que produzem na prensa P1250TA1

De maneira a usufruir da totalidade da área do parque, vão ser incluídas 3 ferramentas vindas da Nave Sul. Estas vão seguir a numeração que anteriormente tinha sido enunciada, no apêndice C. O respetivo planeamento para cada uma destas 3 ferramentas está representado na Tabela 5.

Tabela 5. Ferramentas a incluir no parque P1250.

Referência da ferramenta	Planeamento de produção
38	2
39	2
40	0

Na Figura 15, representa-se a distribuição de lugares do parque separados pela distância de segurança em torno de cada um. Cada lugar está identificado por uma letra e número. A letra corresponde a cada coluna de lugares do parque e, em cada coluna, os lugares diferenciam-se por um número em cada linha. As letras seguem a ordem da direita para a esquerda e a numeração no sentido de cima para baixo.

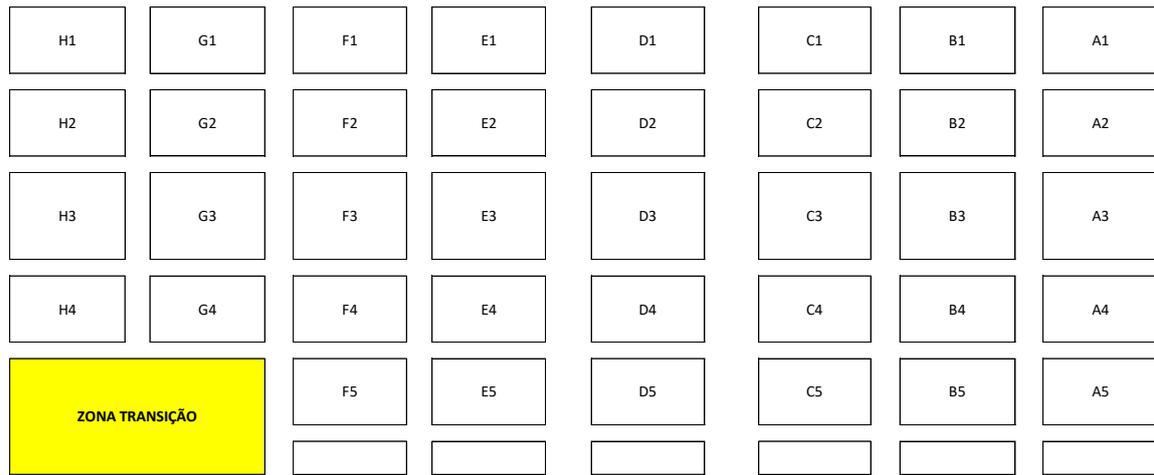


Figura 15. Lugares do parque P1250.

Apresentam-se então, no total, 26 ferramentas que produzem na prensa P1250TA1 para completar este parque. Uma vez que esta prensa está localizada imediatamente a seguir ao lado direito do parque, faz todo o sentido que estas ferramentas estejam presentes ao longo das colunas A a E do parque, totalizando 25 lugares. Como foi referido anteriormente, no lugar H1, será ocupado no nível 1 pela base suplente da mesa da prensa e no nível 2, pela ferramenta que falta, totalizando-se assim 26 lugares para estas ferramentas.

Na Figura 16 encontra-se a atribuição das ferramentas aos lugares do parque para as ferramentas que produzem na prensa P1250TA1.



Figura 16. Atribuição de lugar para as ferramentas que produzem na prensa P1250TA1.

Para determinar que lugar é que cada ferramenta vai ocupar, efetua-se em primeiro lugar a medição de tempo do conjunto de operações executadas pelos operadores para realizar o transporte de ferramenta através da ponte, em cada trajeto.

Apresentam-se então duas tabelas de medição de tempos. As tabelas diferenciam-se devido ao seguinte motivo:

- A medição de tempos respetiva à ação “Elevar corrente” será diferente para ferramentas que estejam na coluna A do parque comparativamente às restantes colunas, pela simples razão de que as ferramentas que estão presentes na 1ª coluna não precisam de ser elevadas a uma altura tão grande, uma vez que não têm nenhuma ferramenta no seu caminho até à prensa.

Resta salientar o seguinte:

- A ação “Movimento até à próxima zona” não apresenta valor propositadamente nos trajetos “Parque – Produção” e “Manutenção – Parque”, uma vez que este tempo está dependente do local em que a ferramenta está situada no parque. É nesta secção que vão ser manifestadas as melhorias do projeto, concretamente no que diz respeito à mudança de local em que as ferramentas estão localizadas. Posteriormente, o valor desta ação será a soma do tempo desde a zona de manutenção até à zona sobre o lugar A1 e desde este até ao lugar que for atribuído;
- O trajeto “Produção-Manutenção” apresenta praticamente sempre o mesmo tempo porque é feito sempre a partir da prensa P1250TA1 até à zona de manutenção.

As medições de tempo das ações para realizar o transporte de ferramentas que produzem na prensa P1250TA1 encontram-se representadas na Tabela 6.

Tabela 6. Medição de tempos das ações de transporte de ferramentas.

Ferramentas 1250 – Coluna A			
Lista de ações	Local de origem – Local de destino		
	Parque - Produção	Produção - Manutenção	Manutenção - Parque
	Tempo durante cada trajeto (s)		
Descer a corrente	34	34	34
Anexar os ganchos	30	30	30
Elevar corrente	30	27	30
Movimento até à próxima zona	-	55	-
Descer a corrente	34	34	34
Retirar os ganchos	30	30	30
Total (s)	158	210	158
Ferramentas 1250 – Restantes colunas do parque			
Lista de ações	Local de origem – Local de destino		
	Parque - Produção	Produção - Manutenção	Manutenção - Parque
	Tempo durante cada trajeto (s)		
Descer a corrente	34	34	34
Anexar os ganchos	30	30	30
Elevar corrente	55	27	55
Movimento até à próxima zona	-	55	-
Descer a corrente	50	34	34
Retirar os ganchos	30	30	30
Total (s)	199	210	183

Obtidos os tempos das ações, resta agora saber o tempo que demora entre cada lugar do parque. Esta etapa foi relativamente simples de ser realizada. Quando as ferramentas do parque estão a ser transportadas e estão elevadas em altura, seguem um circuito tal que passam sempre sobre o lugar A1, e, fazem unicamente movimentos horizontais ou verticais, de acordo com a vista de cima do parque.

Então, determinou-se que ao longo de uma coluna o tempo entre cada lugar são 4,5 segundos, e entre cada lugar de uma linha são 12 segundos, como está mencionado no excerto dos lugares do parque, representado na Figura 17. Desta forma, é fácil calcular o tempo demorado a partir do lugar de origem até ao lugar A1.

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

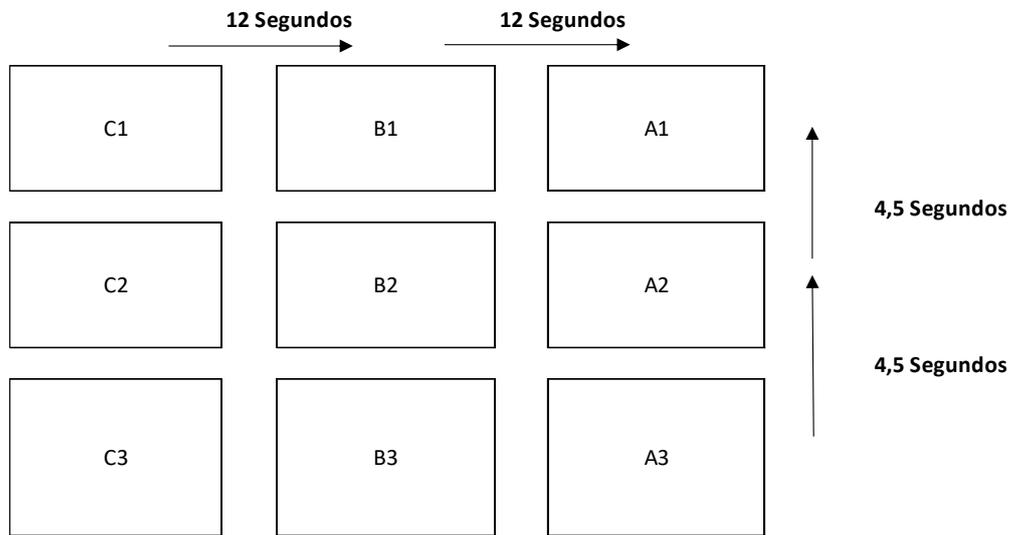


Figura 17. Tempo entre cada coluna e linha.

Posteriormente, mede-se o tempo desde o lugar A1 até à mesa. Mediu-se um tempo de 44 segundos, como está demonstrado na Figura 18. A partir deste momento, estão asseguradas as condições para a introdução da mesa na prensa e, assim, iniciar-se a produção.

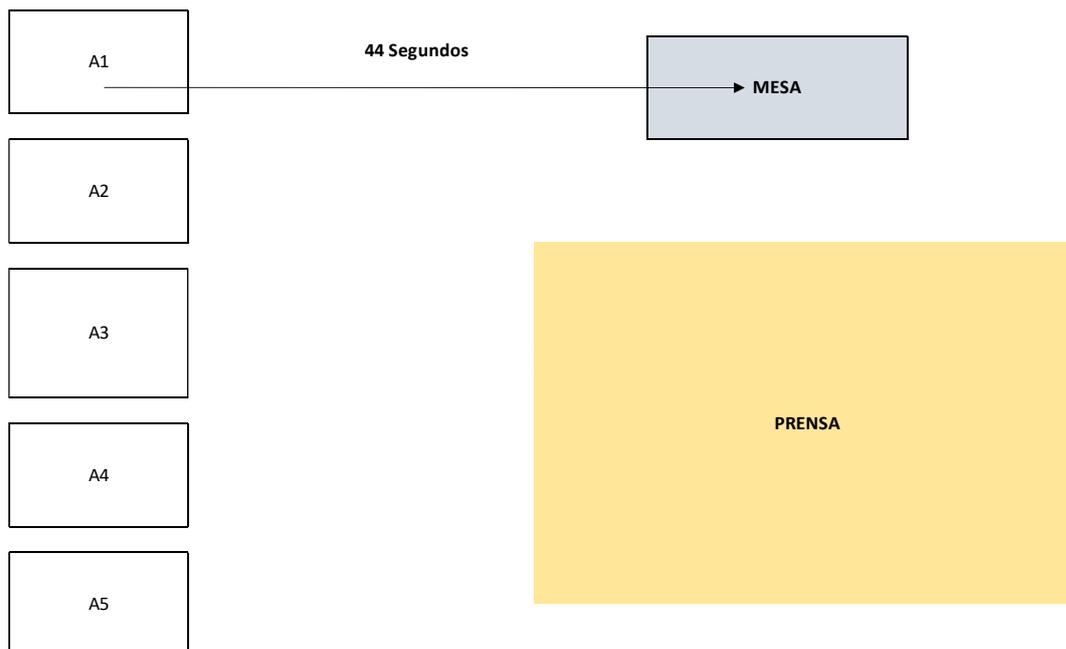


Figura 18. Tempo entre a mesa da prensa e o lugar A1.

Assim que a ferramenta sai de produção, prossegue como destino para a zona de manutenção. Como já foi enunciado na Tabela 6, desde o momento em que a ferramenta está elevada e segue até à zona de manutenção, resulta num intervalo de tempo medido de 55 segundos, como está representado na Figura 19.

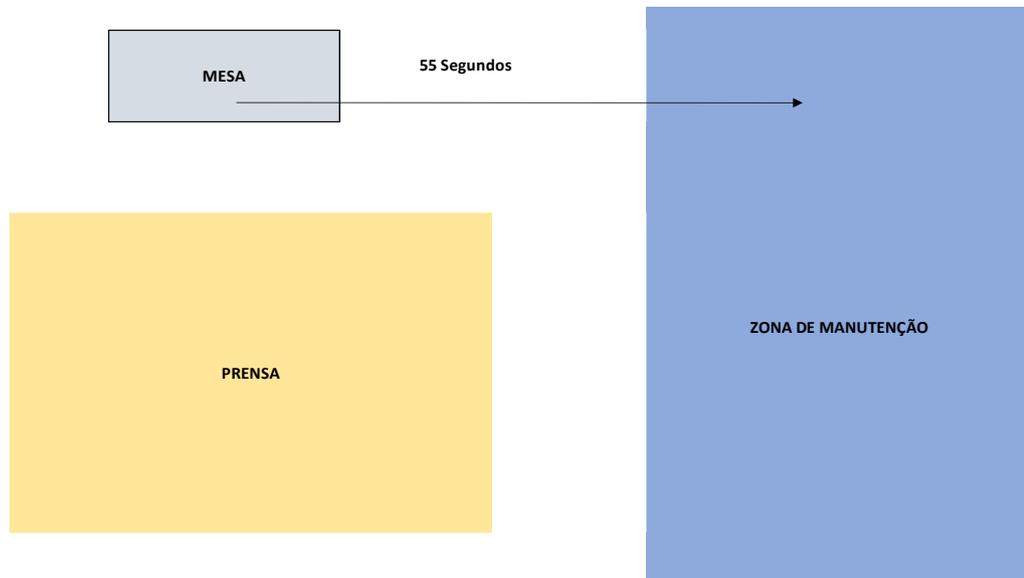


Figura 19. Tempo desde a mesa de produção até à zona de manutenção.

Após ser feita manutenção, a ferramenta tem como destino o respetivo lugar no parque. A partir do momento que a ferramenta está elevada na zona de manutenção, demora cerca de 99 segundos a chegar à zona sobre o lugar A1, como se pode observar na Figura 20.

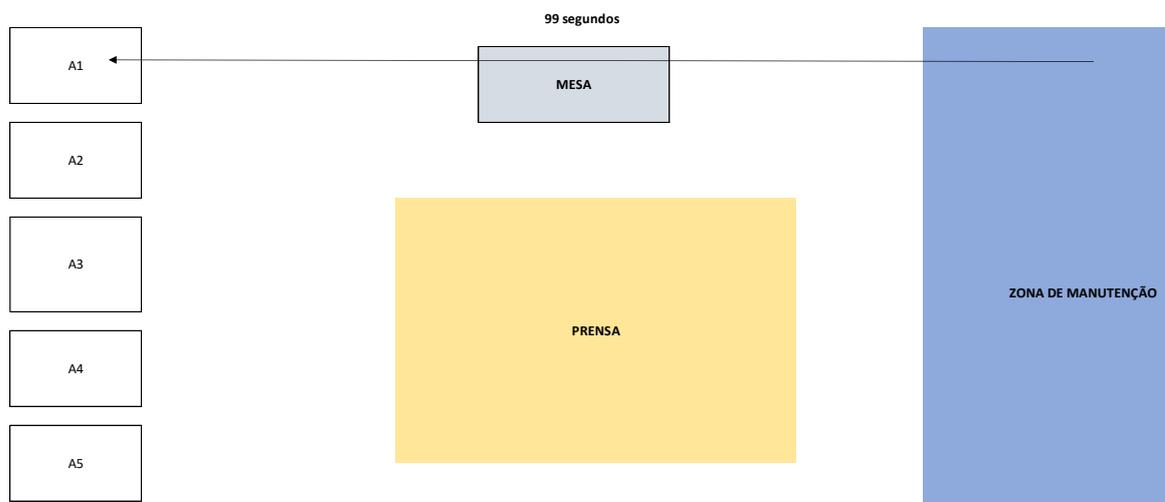


Figura 20. Tempo desde a zona de manutenção até ao lugar A1.

Agora que estão determinados todos os dados necessários, resta determinar o tempo que uma ferramenta demora a partir de cada lugar. Para isso, basta considerar os dados que foram mencionados na Tabela 6, Figura 17, Figura 18, Figura 19 e Figura 20. Na Tabela 7 encontram-se os tempos somados a partir de cada lugar.

Tabela 7. Medição de tempo a partir de cada lugar.

Lugar	Tempo desperdiçado durante cada trajeto			Tempo gasto por ciclo (s)
	Parque-Produção	Produção-Manutenção	Manutenção-Parque	
A1	202	210	257	669
A2	206,5	210	261,5	678
A3	211	210	266	687
A4	215,5	210	270,5	696
A5	220	210	275	705
B1	255	210	294	759
B2	259,5	210	298,5	768
B3	264	210	303	777
B4	268,5	210	307,5	786
B5	273	210	312	795
C1	267	210	306	783
C2	271,5	210	310,5	792
C3	276	210	315	801
C4	280,5	210	319,5	810
C5	285	210	324	819
D1	279	210	318	807
D2	283,5	210	322,5	816
D3	288	210	327	825
D4	292,5	210	331,5	834
D5	297	210	336	843
E1	291	210	330	831
E2	295,5	210	334,5	840
E3	300	210	339	849
E4	304,5	210	343,5	858
E5	309	210	348	867
H1	327	210	366	903

Agora basta organizar por ordem crescente o tempo total de cada lugar. Posteriormente, cruzando com os dados do planeamento por ordem decrescente, obtêm-se a uma configuração dos espaços otimizada, apresentada na Tabela 8.

Tabela 8. Atribuição de lugar a ferramentas que produzem na prensa P1250TA1.

Lugar	Tempo gasto por ciclo (s)	Planeamento de produção	Referência da ferramenta	Tempo total desperdiçado (s)
A1	669	59	16	39471
A2	678	58	20	39324
A3	687	58	28	39846
A4	696	53	35	36888
A5	705	50	14	35250
B1	759	31	2	23529
B2	768	31	3	23808
B3	777	28	24	21756
C1	783	16	19	12528
B4	786	12	15	9432
C2	792	12	37	9504
B5	795	10	12	7950
C3	801	8	1	6408
D1	807	8	36	6456
C4	810	7	26	5670
D2	816	5	25	4080
C5	819	5	32	4095
D3	825	4	18	3300
E1	831	3	13	2493
D4	834	2	5	1668
E2	840	2	30	1680
D5	843	2	38	1686
E3	849	0	39	0
E4	858	0	4	0
E5	867	0	9	0
H1	903	0	40	0
Total (s)				336822
Total (h)				93,5617
Total (d)				3,8984

Melhoria do procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

4.2.4.2. Ferramentas que produzem nas prensas P0800T0

A atribuição de lugar para ferramentas que efetuam produção nas prensas P0800T0 será feita do mesmo modo das ferramentas que produzem na prensa P1250TA1. No entanto, neste parque haverá saída de ferramentas e entrada de novas vindas do parque PFG, que é o parque que está mais perto das prensas P0800T0. Estas trocas são justificadas pelo planeamento. O objetivo será integrar as ferramentas que produzem nas prensas P0800T0 e que são esperadas produzir um menor número de vezes, nos lugares que restam neste parque.

Na Tabela 9, apresentam-se listadas as ferramentas que saíram do parque P1250 para o parque PFG e as ferramentas que saíram do parque PFG para o parque P1250, respetivamente.

Tabela 9. Trocas de ferramentas entre os parques PFG e P1250.

Saída para o parque PFG		Entrada para o parque P1250	
Referência da ferramenta	Planeamento de produção	Referência da ferramenta	Planeamento de produção
10	19	41	12
11	19	42	10
17	20	43	0
21	24	44	2
22	17	45	2
31	22	46	6
34	60	47	2

Na Tabela 10 apresenta-se uma lista das ferramentas que produzem nas prensas P0800T0 que vão ficar no parque P1250 e o respetivo planeamento de cada uma delas.

Tabela 10. Ferramentas que produzem nas prensas P0800T0 que vão ficar no parque P1250.

Referência da ferramenta	Planeamento de produção
6	14
7	4
8	2
23	10
27	3
29	9
33	14
41	12
42	10
43	0
44	0
45	2
46	6
47	2

Tal como foi feito anteriormente, apresentam-se agora nas Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13 as listas de ações para realizar o transporte de ferramentas que produzem nas prensas P0800T0 com origem no parque P1250. As tabelas diferem de acordo com o trajeto que for feito.

A lista de ações do primeiro trajeto, representada na Tabela 11, é mais extensa comparativamente às que foram apresentadas no subcapítulo anterior. Isto verifica-se porque é necessário usar 3 pontes: a ponte sobre o parque P1250, a ponte sobre a zona de manutenção e a ponte que cobre o corredor das prensas P0800T0.

Neste caso, existem duas prensas P0800T0 no setor de estampagem a frio, e apresentam-se lado a lado. No entanto, foi considerada unicamente a prensa que está mais distante, de maneira a assumir o cenário mais demorado possível.

Mais uma vez, a ação “Movimento até à zona de manutenção” não apresenta tempo pois está dependente do local em que a ferramenta está situada no parque. O valor desta ação será a soma do tempo desde a zona de manutenção até à zona sobre o lugar A1 e desde este até ao lugar que for atribuído.

Melhoria do procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

Tabela 11. Medição de ações de ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.

Parque - Produção	
Lista de ações	Tempo (s)
Descer a corrente	34
Anexar os ganchos	30
Elevar corrente	55
Movimento até à zona de manutenção	-
Descer a corrente	34
Retirar os ganchos	30
Saída da ponte do parque P1250	55
Entrada da ponte da zona de manutenção	80
Descer a corrente	18
Anexar os ganchos	30
Elevar corrente	30
Movimento até à zona de passagem	90
Descer a corrente	30
Retirar os ganchos	30
Saída da ponte da zona de manutenção	90
Entrada da ponte da prensa P0800T0	80
Descer a corrente	18
Anexar os ganchos	30
Elevar corrente	40
Movimento até à mesa da prensa	55
Descer a corrente	34
Retirar os ganchos	30
Total (s)	923

Logo após sair de produção, a ferramenta tem como destino a zona de manutenção. A lista de ações para este trajeto está representada na Tabela 12.

Tabela 12. Medição de ações de ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.

Produção - Manutenção	
Lista de ações	Tempo (s)
Descer a corrente	34
Anexar os ganchos	30
Elevar corrente	55
Movimento até à zona de passagem	90
Descer a corrente	30
Retirar os ganchos	30
Saída da ponte da prensa P0800T0	65
Entrada da ponte da zona de manutenção	55
Descer a corrente	18
Anexar os ganchos	30
Elevar corrente	30
Movimento até à zona de manutenção	90
Descer a corrente	34
Retirar os ganchos	30
Total (s)	621

Finalmente, após ter sido realizada a sua manutenção, a ferramenta está pronta para seguir para o respetivo lugar. A lista de ações é consideravelmente pequena, como se pode ver na Tabela 13, uma vez que só é necessária uma ponte para realizar este trajeto. Mais uma vez, a ação “Movimento até ao Parque” não apresenta tempo pois está dependente do local em que a ferramenta está situada no parque. O valor desta ação será a soma do tempo desde a zona de manutenção até à zona sobre o lugar A1 e desde este até ao lugar que for atribuído.

Tabela 13. Medição de ações de ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.

Manutenção-Parque	
Lista de ações	Tempo (s)
Descer a corrente	34
Anexar os ganchos	30
Elevar corrente	55
Movimento até ao Parque	-
Descer a corrente	30
Retirar os ganchos	30
Total (s)	179

Resta determinar o tempo que uma ferramenta demora a partir de cada lugar. Aqui vai ser usado o mesmo método que foi usado para determinar o lugar atribuído para as ferramentas que produzem na prensa P1250TA1. Resumidamente, de acordo com os seguintes pontos:

- ✓ Ao longo de uma coluna o tempo entre cada lugar era são 4,5 segundos, e entre cada lugar de uma linha são 12 segundos;
- ✓ a partir do momento que a ferramenta está elevada sobre o lugar A1, demora cerca de 99 segundos até chegar à zona de manutenção, ainda em elevação. O mesmo se verifica no percurso inverso.

Na Tabela 14 encontram-se os tempos somados a partir de cada lugar.

Tabela 14. Medição de tempo a partir de cada lugar.

Lugar	Tempo desperdiçado durante cada trajeto			Tempo gasto por ciclo (s)
	Parque-Produção	Produção-Manutenção	Manutenção-Parque	
F1	1082	621	338	2041
F2	1086,5	621	342,5	2050
F3	1091	621	347	5059
F4	1095,5	621	351,5	2068
F5	1100	621	356	2077
G1	1094	621	350	2065
G2	1098,5	621	354,5	2074
G3	1103	621	359	2083
G4	1107,5	621	363,5	2092
H2	1110,5	621	366,5	2098
H3	1115	621	371	2107
H4	1119,5	621	375,5	2116

Agora, cruzando os dados dos tempos por ordem crescente e os dados do planeamento por ordem decrescente, obtêm-se a uma configuração dos espaços otimizada, representada na Tabela 15. A organização será feita de acordo com a seguinte condição:

- ✓ Os grupos de ferramentas: 6 e 7, 42 e 43, representam grupos cuja cada ferramenta apenas tem 1 nível, pelo que a localização que lhes for atribuída será conjunta. As restantes ferramentas são de 2 níveis.

Tabela 15. Atribuição de lugar a ferramentas que produzem nas prensas P0800T0.

Lugar	Tempo gasto por ciclo (s)	Planeamento de produção	Referência da ferramenta	Tempo total desperdiçado (s)
F1	2041	14 4	6 7	28574 8164
F2	2050	14	33	28700
F3	2059	12	41	24708
G1	2065	10	23	20650
F4	2068	10 0	42 43	20680 0
G2	2074	9	29	18666
F5	2077	6	46	12462
G3	2083	3	27	6249
G4	2092	2	8	4184
H2	2098	2	45	4196
H3	2107	2	47	4214
H4	2116	0	44	0
Total (s)				181447
Total (h)				50,4
Total (d)				2,1

Nesta fase, o parque apresenta uma organização de ferramentas otimizada, pensada no planeamento de produção de cada ferramenta e ordenada com base nos tempos demorados a partir de cada lugar do parque, como está demonstrado no apêndice D.

Como foi descrito no início do projeto, de maneira a obter um maior aproveitamento do espaço deste parque nos lugares de menores dimensões por preencher, vão ser incluídas neste parque algumas ferramentas que produzem nas prensas P0400A0 e uma que produz na prensa P0800T0. São ferramentas vindas de um projeto novo de um cliente e que ainda não apresentam planeamento, e, por esta razão, vão ser organizadas de forma praticamente arbitrária. Concluindo, o *layout* final do parque está representado no apêndice E.

4.2.4.3. Fiabilidade de dados

As medições de tempo foram feitas com auxílio de um cronómetro e efetuadas num dia de produção normal.

Os tempos usados neste projeto foram fruto de uma análise, após a realização de 4 ensaios de medição, em dois turnos diferentes. A razão pela qual foram medidos em dois

turnos diferentes deve-se ao facto de que operadores diferentes podem efetuar o processo de diferentes maneiras e realizá-lo em intervalos de tempo diferentes.

Os tempos cronometrados em cada ação destes 4 ensaios, apresentaram valores bastante próximos uns dos outros. Optou-se por considerar sempre o maior intervalo de tempo. Os tempos desperdiçados para executar as ações que envolvem o transporte de ferramentas nunca vão ser exatamente iguais. No entanto, vão ser relativamente próximos dos utilizados.

4.2.5. Fase Controlar

A última fase da metodologia DMAIC é extremamente significativa para alcançar o sucesso do projeto, uma vez que nenhum processo é melhorado se não existir um meio de manter a solução implementada.

Dois dos princípios para garantir o sucesso da atividade de melhoria contínua são o desenvolvimento de pessoas e normas visuais. O primeiro exerce especial importância porque promove o envolvimento de toda a hierarquia da organização, desde os operadores até à direção. A implementação de uma melhoria implica a adoção de novos hábitos por parte de um determinado grupo de pessoas. O segundo define-se pela normalização de tarefas, de maneira que não ocorram formas de desperdício, porque diferentes pessoas podem exercer a mesma tarefa e de diferentes modos.

De maneira a exercer a prática destes princípios, propõe-se que se dê continuidade ao processo que atualmente é executado por meio de auditorias 5S, realizadas 3 vezes por dia, no início de cada turno.

As auditorias 5S têm como objetivo verificar se o espaço está conforme esperado no que diz respeito a organização do *layout* do parque, limpeza e segurança. O modo de realizar é muito simples. Primeiro, caso cada condição se verificar, assinala-se “OK”. Caso não se verifique, assinala-se “NOK”, que significa *not ok*. De seguida, na tabela imediatamente abaixo, preenche-se com a numeração correspondente à condição que não se verificou, é anotada a ação de melhoria, a data de quando foi notificada e com assinatura pelo responsável.

No entanto, o documento que atualmente serve como suporte para realizar as auditorias será sujeito a alterações, de maneira a implementar melhorias no que toca a certos pontos, tais como:

1. Realização de um documento estruturado, organizado e de rápida compreensão: Associar cores a ferramentas de acordo com a prensa em que produzem, adição de legenda de acordo com a cor, tal como foi demonstrado no apêndice E, que representa o layout final implementado na fase Melhorar;
2. Fomentar o envolvimento de todos os colaboradores que intervêm com este posto de trabalho e incentivar a que estes exponham a sua opinião quanto a propostas de melhoria: Adição de uma tabela de proposta de melhoria para as ferramentas e com assinatura do responsável pela proposta;
3. Servir como apoio: O operador que realize o transporte de ferramenta consegue facilmente saber onde está localizada a ferramenta.
4. Exposição deste documento num local que seja visível e de fácil acesso a qualquer colaborador: Aplicação deste documento plastificado num suporte com marcadores metálicos com apagador, junto ao parque para promover o exercício do ponto enunciado no ponto 2 e 3.

Por fim, é apresentado meio que serve como suporte para estas auditorias é um documento, que está representado no apêndice F.

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

5. EVOLUÇÃO DO PROCESSO

5.1. Análise de produção

Após a realização do projeto segundo a metodologia DMAIC, será feita neste capítulo uma comparação entre os dados do planeamento de produção relativamente à produção real ocorrida no intervalo de tempo considerado, apresentado no apêndice G.

Como seria de esperar, algumas ferramentas entraram em produção mais vezes que o planeado, como também se verificou o contrário.

5.1.1. Comparação de resultados

Tendo em conta a produção planeada e a produção ocorrida, o tempo desperdiçado em transporte durante o ciclo produtivo das ferramentas presentes no parque P1250 com o *layout* implementado foi relativamente próximo, tal como se pode observar na Tabela 16.

Tabela 16. Tempo desperdiçado no transporte durante o ciclo produtivo de acordo com a produção planeada e a real.

	Produção planeada	Produção real
Tempo gasto (h)	144	146,92
Tempo gasto (d)	6	6,12

A Tabela 17 mostra o tempo gasto para transportar ferramentas do parque P1250 durante o ciclo produtivo de acordo com o *layout* anterior e o atual, com os dados dos valores de entrada de ferramentas em produção realmente ocorridos.

Tabela 17. Tempo desperdiçado no transporte durante o ciclo produtivo de acordo com o *layout* anterior e o atual.

	<i>Layout</i> anterior	<i>Layout</i> atual
Tempo gasto (h)	252,6	146,92
Tempo gasto (d)	10,52	6,12

Notifica-se que houve uma redução de 105,68 horas em relação ao tempo que seria esperado desperdiçar caso se mantivesse o layout *anterior*, o que equivale a uma redução de 41,84% do tempo necessário para efetuar o transporte de ferramentas deste parque.

Apesar disto, ocorreram saídas de ferramentas que estavam no parque P1250 que produzem nas prensas P0800T0. Seja então considerado o tempo desperdiçado nas etapas de transporte durante o ciclo produtivo destas ferramentas que foram para o parque PFG. O procedimento de medição dos tempos será igual ao aplicado durante a fase Medir da metodologia DMAIC. Apresenta-se na Tabela 18 o tempo desperdiçado por todas estas ferramentas durante as etapas de transporte, de acordo com os valores de produção realmente ocorridos.

Tabela 18. Consideração das ferramentas que foram movidas para o parque PFG que produzem nas prensas P0800T0.

Referência da ferramenta	Produção real ocorrida	Tempo (s)	Tempo total desperdiçado (s)
34	60	1142	68520
21	24	1156	27744
22	17	1156	19652
31	22	1172	25784
17	20	1186	23720
11	19	1200	22800
10	19	1200	22800
Total (s)			211020
Total (h)			58,6
Total (d)			2,44

Na Tabela 19 é feita uma comparação com o tempo que seria desperdiçado durante o ciclo produtivo caso se mantivesse o *layout* anterior.

Tabela 19. Comparação do tempo do ciclo produtivo das ferramentas.

Tempo gasto no transporte durante o ciclo produtivo de ferramentas de acordo com o <i>layout</i> anterior	252,6 (h)
Tempo gasto no transporte durante o ciclo produtivo de ferramentas de acordo com o novo Layout + Tempo gasto no transporte durante o ciclo produtivo de ferramentas que foram para o parque PFG	146,92+58,6=205,52 (h)

Ou seja, mesmo que seja incluído o tempo desperdiçado durante o ciclo produtivo de ferramentas que foram mudadas para o parque PFG existe uma diferença de 47,08 horas, o que equivale a uma redução de 18,63% do tempo que seria desperdiçado caso se tivesse mantido o *layout* anterior.

O objetivo principal deste projeto, implícito no *Project Charter*, era apresentar uma redução de cerca de 15% do tempo necessário para efetuar o transporte de ferramentas presentes neste parque durante o seu ciclo produtivo comparativamente ao *layout* anterior. Após análise de resultados do procedimento implementado, obteve-se uma redução de 41,84% de acordo com a produção ocorrida, satisfazendo e até superando o objetivo traçado.

5.1.1.2. Melhorias obtidas

Resumidamente, através da aplicação deste procedimento foram obtidas alterações a nível do processo, nomeadamente:

- ✓ Criação de um modelo de gestão de estacionamento de ferramentas pensado na necessidade de produção e medição de tempos;
- ✓ Redução do tempo desperdiçado em transporte de ferramentas deste parque em 41,84%;
- ✓ Aumento de disponibilidade das pontes de transporte e dos operadores de manutenção;
- ✓ Caso sejam consideradas as ferramentas trocadas entre parques, a redução mantém-se superior ao objetivo estabelecido;

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

- ✓ Redução de movimentos desnecessários;
- ✓ Inclusão de ferramentas vindas do pavilhão *Gonvarri* e outras pertencentes a um novo projeto, fazendo assim o aproveitamento completo do espaço;
- ✓ Melhoria de auditorias 5S.

6. CONCLUSÃO

A aplicação do procedimento segundo a metodologia DMAIC, ao longo do caso de estudo, resultou na redução considerável do tempo necessário durante o ciclo produtivo para efetuar o transporte de ferramentas de estampagem a frio presentes no parque P1250 da empresa Gestamp Aveiro. A sua implementação refletiu-se no aumento de disponibilidade do meio de transporte em causa e dos operadores de manutenção.

Por meio dos resultados obtidos, este caso de estudo é uma prova de que aliar a necessidade de produção e o estudo de tempos de fluxos de transporte é essencial para as entidades fabris inseridas neste ramo otimizarem processos. Por outro lado, também pode ser objeto de estudo para fábricas inseridas noutra ramo industrial, por exemplo, em indústrias cujo processo produtivo também implique fluxos repetitivos e diários de transporte de equipamentos. No fundo, este é um problema relativo a gestão de *layouts* e armazenamento de equipamentos indispensáveis ao ciclo de produção.

Concluindo, como proposta de trabalhos futuros, seria interessante automatizar o procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas de acordo com o modelo desenvolvido ao longo deste caso de estudo, tornando o procedimento de atribuição de estacionamento de ferramentas num processo rápido e de fácil execução. Adicionalmente, o procedimento deverá ser aplicado para as restantes zonas de estacionamento da Gestamp Aveiro, considerando o planeamento de produção a curto/médio prazo, ou seja, entre 3 e 6 meses, e, devem ser analisados os ganhos obtidos através da sua implementação.

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>.
- Antony, J. (2011). Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(2), 185–190. <https://doi.org/10.1108/17410401111101494>.
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346–5366. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>.
- Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Murugaiah, U. (2015). The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 419–435. <https://doi.org/10.1108/JQME-09-2013-0062>.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56–72. <https://doi.org/10.1108/17410380610639506>.
- Carravilla, M. A. (1998). “Layouts Balanceamento de Linhas”. Acedido em 27 de maio de 2022, em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/574/2/41077.pdf>.
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: An industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4), 1069–1086. <https://doi.org/10.1080/00207540802484911>.
- Chugani, N., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A., Rocha-Lona, L., & Upadhyay, A. (2017). Investigating the green impact of Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: A systematic literature review. In *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 7–32. Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2015-0043>.
- Coimbra, E. (2008). “Os sete Princípios Kaizen”. Acedido em 25 de junho de 2022, em: www.kaizen.pt.
- de Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035>.
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>.
- George, M. L., York, N., San, C., Lisbon, F., Madrid, L., City, M., Delhi, M. N., & Juan, S. (2003). *Lean Six Sigma for Service How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*. <https://doi.org/10.1036/0071436359>.
- Gonzalez, R. V. D., & Martins, M. F. (2016). Capability for continuous improvement: Analysis of companies from automotive and capital goods industries. *TQM Journal*, 28(2), 250–274. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2014-0059>.
- Jirasukprasert, P., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., & Lim, M. K. (2015). A six sigma and dmaic application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing

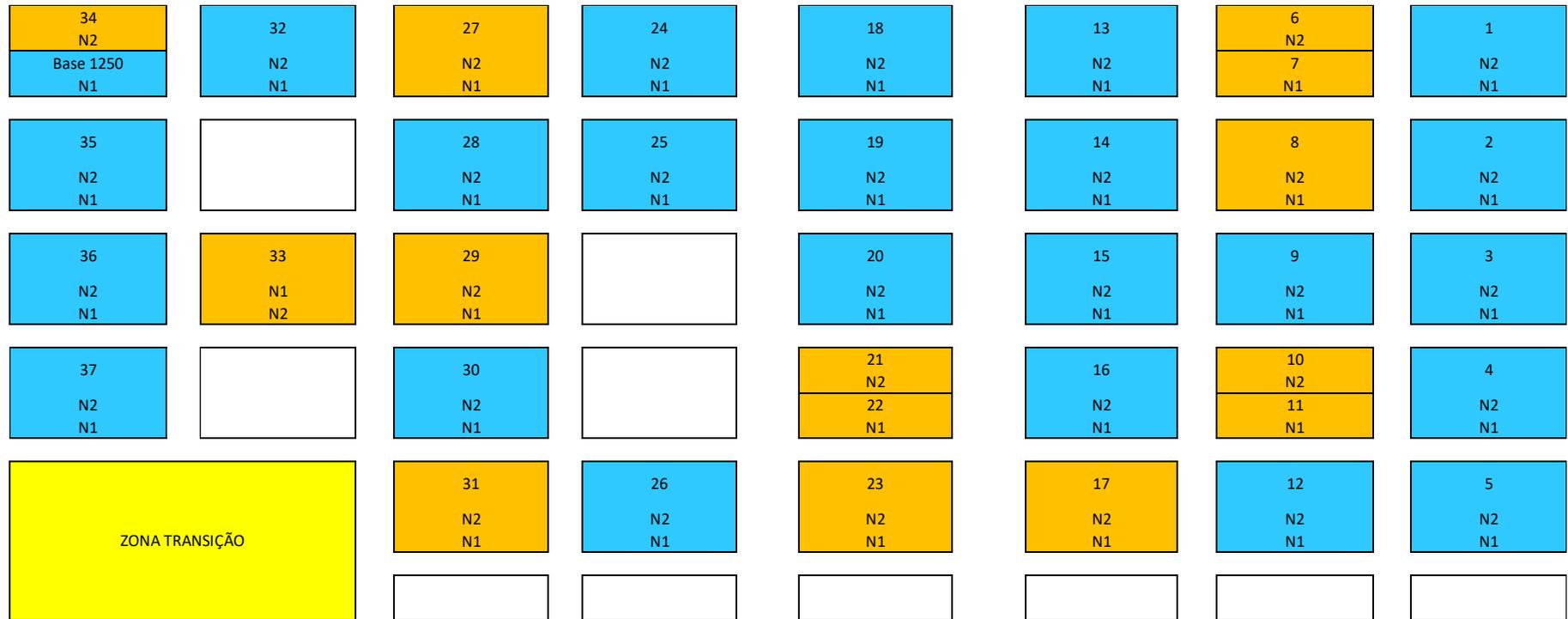
- process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 2–22.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2013-0020>.
- Laureani, A., & Antony, J. (2018). Leadership—a critical success factor for the effective implementation of Lean Six Sigma. *Total Quality Management and Business Excellence*, 29(5–6), 502–523. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1211480>.
- Mann, D. (2005). *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. Productivity Press.
- CLT. (2018). “Os oito desperdícios-clt valuebased services Lda”. Acedido a 11 de maio de 2022, em: www.cltservices.net.
- Pinto, J. P. (2006). *Gestão de operações na indústria e nos serviços*. Lidel, Ed. Lisboa.
- Pojasek, R. B. (2000). Asking “Why?” five times. In *Environmental Quality Management*, 10(1), 79-84.
- Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2010). *The Six Sigma handbook: a complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels*. 3ªEd. McGraw-Hill Companies.
- Sari, A. D., Suryoputro, M. R., & Rahmillah, F. I. (2017). A study of 6S workplace improvement in Ergonomic Laboratory. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 277(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/277/1/012016>.
- Singh, M., & Rathi, R. (2019). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 622–664. Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2018-0018>.
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>.
- Wilson, L. (2015). “How to Implement Lean Manufacturing”. 2ªEd. McGrawHill Education Europe.

APÊNDICE A

1. Informação do Projeto	
Título do Projeto:	“Procedimento de gestão de estacionamento de ferramentas”
Data de início	14/02/2022
Data de conclusão	14/07/2022
Entidade	Gestamp Aveiro
2. Equipa	
Nome	Função
Afonso Dias	Líder de equipa
João Oliveira	Coordenador de Manutenção de Ferramentas
Mariana Correia	Coordenadora de Manutenção de Ferramentas
3. Âmbito do Projeto	
<p>Este projeto foi objeto de estudo sobre o tema de gestão de estacionamento de ferramentas. No âmbito deste processo são consideradas as ferramentas de estampagem a frio presentes num dos parques deste setor, as prensas P0800T0 e P1250TA1 e pretende-se otimizar o tempo desperdiçado durante o transporte.</p>	
4. Descrição do Problema	
<p>Na <i>Gestamp Aveiro</i>, existe uma clara noção por parte da coordenação de produção e manutenção de ferramentas, de que a disponibilidade das pontes de transporte é bastante reduzida. Isto advém principalmente da não atribuição de layouts com base na necessidade. Disto resultam tempos de espera por este meio de transporte, paragens inesperadas e eventuais atrasos de início de produção. Assim, foi pedida a implementação de um procedimento de atribuição de <i>layouts</i> do parque P1250, pensada na necessidade e na otimização de movimentos realizados pela ponte.</p>	
5. Objetivos	
<p>Obter uma redução de cerca de 15% do tempo necessário para o transporte de ferramentas a partir deste parque durante o processo produtivo; criação de um procedimento simples de atribuição de <i>layouts</i> que possa servir como exemplo para o futuro.</p>	
6. Benefícios esperados	
<p>Aumento da disponibilidade das pontes e dos operadores de manutenção; menos paragens imprevistas; redução de movimentos desnecessários; realização de uma correta gestão de estacionamento.</p>	
7. Limites do Projeto	
<p>A implementação do procedimento de estacionamento aplica-se para o parque P1250, onde estão presentes ferramentas que produzem nas prensas P1250TA1 e P0800T0.</p>	
8. Custo estimado do projeto	
<p>Incalculável.</p>	
9. Recursos necessários	
<p>As mudanças de layouts vão ser feitas por 1 operário num dia que não houver produção.</p>	
10. Riscos associados ao projeto	
<p>Objetivo demasiado otimista; Imprevisibilidade relativa ao planeamento de produção.</p>	

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

APÊNDICE B



Legenda:

- Ferramentas 800
- Ferramentas 1250

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

APÊNDICE C

Referência da ferramenta	Planeamento de produção
1	8
2	31
3	31
4	0
5	2
6	14
7	4
8	2
9	0
10	19
11	19
12	10
13	3
14	50
15	12
16	59
17	20
18	4
19	16
20	58
21	24
22	17
23	10
24	28
25	5
26	7
27	3
28	58
29	9
30	2
31	22
32	5
33	14
34	60
35	53
36	8
37	12

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

APÊNDICE D

40 N2 Base 1250 N1	23 N2 N1	6 N2 7 N1	13 N2 N1	36 N2 N1	19 N2 N1	2 N2 N1	16 N2 N1
45 N2 N1	29 N2 N1	33 N2 N1	30 N2 N1	25 N2 N1	37 N2 N1	3 N2 N1	20 N2 N1
47 N2 N1	27 N2 N1	41 N2 N1	39 N2 N1	18 N2 N1	1 N2 N1	24 N2 N1	28 N2 N1
44 N2 N1	8 N2 N1	42 N2 43 N1	4 N2 N1	5 22 N1	26 N2 N1	15 N2 N1	35 N2 N1
ZONA TRANSIÇÃO		46 N2 N1	9 N2 N1	38 N2 N1	32 N2 N1	12 N2 N1	14 N2 N1

Legenda:

Ferramentas 800

Ferramentas 1250

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

APÊNDICE E

40 N2 Base 1250 N1	23 N2 N1	6 N2 7 N1	13 N2 N1	36 N2 N1	19 N2 N1	2 N2 N1	16 N2 N1
45 N2 N1	29 N2 N1	33 N2 N1	30 N2 N1	25 N2 N1	37 N2 N1	3 N2 N1	20 N2 N1
47 N2 N1	27 N2 N1	41 N2 N1	39 N2 N1	18 N2 N1	1 N2 N1	24 N2 N1	28 N2 N1
44 N2 N1	8 N2 N1	42 N2 43 N1	4 N2 N1	5 22 N1	26 N2 N1	15 N2 N1	35 N2 N1
ZONA TRANSIÇÃO		46 N2 N1	9 N2 N1	38 N2 N1	32 N2 N1	12 N2 N1	14 N2 N1
		48 N2 49 N1	50 N2 51 N1	52 N2 53 N1	54 N2 55 N1	56 N2 57 N1	58 N2 59 N1

Legenda:

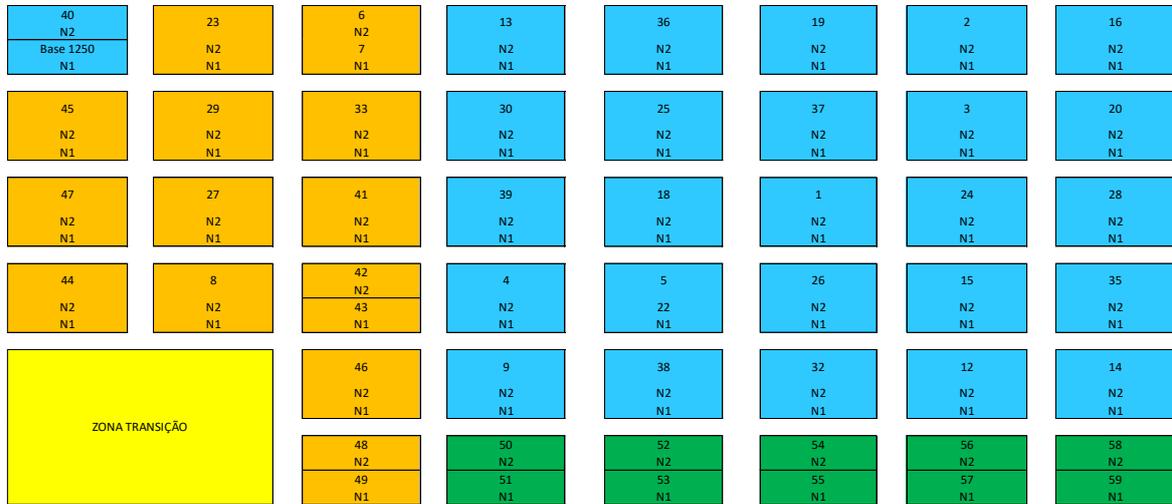
 Ferramentas 800

 Ferramentas 1250

 Ferramentas 400

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

APÊNDICE F



Legenda: ■ Ferramentas 800 ■ Ferramentas 1250 ■ Ferramentas 400

	VERIFICAR	OK	NOK	OBSERVAÇÕES
1	Verificar se o estacionamento está de acordo com o layout			
2	Ferramentas no respetivo local e nível associado			
3	Zonas de transição livres - caso contrario identificar o motivo			
4	Inexistência de resíduos no local (paletes, panos, barrotes, tacos...)			

NOK	AÇÃO	DATA	RESPONSÁVEL

FERRAMENTA	PROPOSTA DE MELHORIA	RESPONSÁVEL

Verificado por:

DMF

DP



Data: __/__/__

Responsável

Nota: As Auditorias de Observação ocorrem no início de cada Turno.

TA 05:45h

TB 14:00h

TC 22:15h

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel

APÊNDICE G

	Referência da ferramenta	Planeamento de produção	Produção real
Ferramentas 1250	16	59	62
	20	58	52
	28	58	52
	35	53	50
	14	50	45
	2	31	30
	3	31	30
	24	28	27
	19	16	14
	15	12	12
	37	12	12
	12	10	10
	1	8	7
	36	8	7
	26	7	6
	25	5	5
	32	5	4
	18	4	4
	13	3	3
	5	2	2
	30	2	2
	38	2	2
	39	0	2
	4	0	2
9	0	1	
40	0	0	
Ferramentas 800	6	14	16
	7	4	4
	33	14	13
	41	12	12
	23	10	12
	42	10	12
	43	0	0
	29	9	11
	46	6	8
	27	3	5
	8	2	4
	45	2	4
	47	2	4
44	0	0	

Melhoria do procedimento de gestão de parqueamento de ferramentas dedicadas ao fabrico de componentes metálicos pelo processo de estampagem a frio numa fábrica inserida no ramo de indústria automóvel
