

Melhoria da eficiência de um setor de trabalho de soldadura manual

Carlos Armando Sampaio Martins

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Barros Basto; Prof. José Marafona

Orientador na empresa: Ricardo Nogueira



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Junho de 2017

DEDICATÓRIA

*Por todo o amor
à minha mãe, ao meu irmão
e ao meu falecido pai*

Resumo

O presente trabalho consistiu na procura da melhoria da eficiência num setor com postos de trabalho de soldadura manual (TIG – *tungsten inert gas*) e de acabamentos, numa empresa metalomecânica. A metodologia que serviu para a base do estudo desenvolvido visa a eliminação de desperdícios e o aumento da eficiência dos processos produtivos e das operações a este associadas, de uma maneira sistemática, contínua e económica.

Numa fase inicial do trabalho fez-se um levantamento de informações relativas à estrutura e organização da empresa, aos seus processos produtivos e aos produtos que são concretizados. Após se obter o *know how* necessário dos processos produtivos que caracterizam a empresa, com recurso à temática da engenharia de métodos, da medição de trabalho e do pensamento *Lean* procedeu-se à identificação dos problemas que traziam ineficiências.

Após uma exaustiva observação do trabalho, passou-se para a elaboração e definição das tarefas que constituem o trabalho de um soldador. Os tempos de realização de cada uma destas tarefas foram medidos durante um estudo de métodos e tempos. Os dados resultantes do estudo foram analisados de forma crítica de maneira a quantificar-se o desperdício gerado no setor e verificar a existência de oportunidades de melhoria claras.

Estando as oportunidades de melhoria devidamente verificadas, procedeu-se para a elaboração de soluções. As soluções propostas tiveram como base ferramentas *Lean*, das quais a utilização dos 5S e da gestão visual tiveram grande peso. Os princípios que regem o *Toyota Production System* também foram relevantes para a elaboração de propostas mais complexas e com investimentos mais avultados.

Como principais soluções implementadas estão a reestruturação do sistema de armazenagem de produtos intermédios e a procura de criação de disciplina nos colaboradores com recurso à implantação de 5S e da gestão visual nos locais de trabalho.

Outras propostas como a redefinição de layouts e reestruturação do sistema informático está a ser avaliada e estas perspetivam a obtenção de melhorias e, conseqüentemente, da eficiência, ao aumentar-se a produtividade individual (de cada colaborador) e do geral (dos setores).

Improvement of efficiency in a manual welding workplace

Abstract

The present work consisted in the search for the improvement of efficiency in a work place of manual welding (TIG - tungsten inert gas) and finishing works, in a metal - mechanical company. The methodology that served as the basis of the study developed is aimed at the elimination of waste and the increase of the efficiency of the productive processes and the associated operations, in a systematic, continuous and economic way.

In an initial phase of the work, a survey of information was made regarding the structure and organization of the company, its production processes and the products that are produced. The necessary expertise and knowledge of the production processes, that characterize the company, were obtained. By using the thematic of methods engineering, measurement of work and Lean thinking, the identification of the problems that brought inefficiencies was proceeded.

After an exhaustive observation of the work, the elaboration and definition of the tasks that constitute the work of a welder were proceeded. The times of execution of each of these tasks were measured during a study of methods and times. The resulting data from the study was analyzed critically in order to quantify the waste generated in the work place, and to verify the existence of clear improvement opportunities.

With the opportunities for improvement duly verified, the elaboration of solutions was proceeded. The proposed solutions were based on Lean tools, of which the use of 5S and visual management had great weight. The principles governing the Toyota Production System were also relevant for the elaboration of more complex proposals affected to larger investments.

The main solutions implemented are the restructuring of the storage system of work-in-process items and the search for the imbedding of discipline in the employees, by using 5S implementation and visual management in the workplace.

Other proposals such as the redefinition of layouts and the restructuring of the computer system are being evaluated, and these are aimed at obtaining improvements and, consequently, efficiency, by increasing the individual productivity (of each employee) and the general productivity (of the different workplaces in the plant).

Agradecimentos

Aos professores e orientadores do projeto, José Barros Basto e José Duarte Marafona, expresso os meus sinceros agradecimentos por todo o apoio, por toda a compreensão e pela transmissão de conhecimentos na orientação deste projeto.

A todos os meus professores expresso o meu agradecimento por nestes últimos dois anos terem contribuído para o meu desenvolvimento e me terem dado a possibilidade de adquirir novos conhecimentos.

Ao Grupo Quantal um agradecimento profundo por me terem permitido experienciar o mundo profissional do trabalho e me terem proporcionado este projeto.

Ao engenheiro Ricardo expresso o meu sincero agradecimento pela incorporação numa empresa de grande interesse e nos seus projetos de investimento.

Aos engenheiros Francisco Santos, Sérgio Borges, André Azevedo e ao líder de setor de soldadura Joaquim Ferreira, pela disponibilidade, compreensão apresentada e ensinamentos em todas as fases do projeto.

A todos os colaboradores com quem tive a oportunidade de trabalhar, pela sua simpatia, disponibilidade e compreensão.

A todos os meus amigos e colegas que direta, ou indiretamente, contribuíram para a realização do projeto.

À minha mãe e ao meu irmão pelo incrível apoio, amor e compreensão.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	O grupo Quantal.....	1
1.2	O Projeto e os seus objetivos.....	2
1.3	Método seguido no projeto.....	2
1.4	Estrutura da dissertação	2
2	Revisão bibliográfica	4
2.1	Engenharia de métodos	4
2.2	Medição do trabalho.....	5
2.2.1	Estudo de tempos.....	6
2.2.2	Amostragem do trabalho	7
2.2.3	Síntese	8
2.2.4	Sistemas de tempo predeterminados (PTS - <i>Predetermined time systems</i>)	8
2.3	<i>Toyota Production System - TPS</i>	9
2.3.1	<i>Kaizen</i>	10
2.3.2	Ciclo PDCA	10
2.3.3	5S – <i>Housekeeping</i>	11
2.3.4	<i>Muda, mura e muri</i>	13
2.3.5	Gestão Visual	14
3	Apresentação do problema	16
3.1	Apresentação dos setores envolvidos na cadeia produtiva.....	16
3.2	Setor de Soldadura TIG e Acabamento	18
3.2.1	Fluxo dos produtos que chegam ao setor de estudo.....	18
3.2.2	Área de trabalho e capacidade do setor	20
3.3	Identificação de oportunidades de melhoria no setor Soldadura TIG e Acabamento.....	20
3.3.1	Oportunidades de melhorias identificadas pelo estudo de métodos e tempos.....	21
3.4	Outros problemas detetados	30
3.4.1	Postos de acabamento.....	30
3.4.2	Setor de Soldadura MIG/MAG	31
3.4.3	Sistema informático da Empresa.....	31
3.4.4	Alimentação de chapa às máquinas de corte laser	31
4	Propostas de melhoria e pontos de ação.....	32
4.1	5S aplicado ao Setor de Soldadura TIG e Acabamento.....	32
4.1.1	5S nos postos de Soldadura	32
4.1.2	5S nos postos de Acabamento.....	37
4.2	Armazenamento de WIP <i>itens</i>	38
4.3	Motivação e disciplina	41
4.4	Outras propostas.....	42
4.4.1	Localização de peças na produção e reformulação do sistema informático.....	43
4.4.2	Armazenamento de WIP <i>itens</i> no setor de Soldadura MIG/MAG	44
4.4.3	Centralização dos setores de soldadura	44
4.5	Discussão de resultados	45
5	Conclusões e perspetivas de trabalhos futuros	48
	Referências	50
ANEXO A:	Ficha de Identificação do Produto da empresa Quantal	51
ANEXO B:	Folha de medição com cronómetro	52
ANEXO C:	Folha de registo para análise das medições	53
ANEXO D:	Análise efetuada ao registo de tempos – Peso dos tipos de elementos no tempo total registado	54

ANEXO E: Análise efetuada ao registo de tempos – Peso dos elementos em cada tipo de elemento.....	55
ANEXO F: Análise de <i>Pareto</i> para detetar clientes com maior peso.....	58
ANEXO G: Desenho do carro da Quantal destinado a movimentar material projetado pelo Engenheiro Francisco	60
ANEXO H: Estudo realizado para determinar número médio de paletes com material alocadas no chão e alocadas nas estantes.....	61
ANEXO I: Descrição do funcionamento do programa WIP_IN_RACKS	62
ANEXO J: Exemplo dos gráficos de desempenho expostos no local de trabalho	67
ANEXO K: Layouts projetados para a proposta de centralização dos setores de soldadura ..	70
ANEXO L: Análises de eficiência ao setor.	72

Índice de Figuras

Figura 1 - Fases da aplicação do ciclo PDCA (Silva, Medeiros, e Vieira 2017).	11
Figura 2 - Layout da Produção do Pavilhão 1.	17
Figura 3 - Layout da cave do Pavilhão 1.	19
Figura 4 - Pesos dos tipos de elementos no tempo total de observação registado.	24
Figura 5 - Peso dos elementos na categoria Operação.	25
Figura 6 - Peso dos elementos na categoria Preparação.	25
Figura 7 - Peso dos elementos na categoria Movimentação.	26
Figura 8 - Situação real da alocação de paletes de produtos no setor Soldadura TIG e Acabamento.	27
Figura 9 - Situação atual da alocação de ferramentas de trabalho (topo esquerdo). Localização atual dos gabarits de soldadura (topo direito). Localização dos gabarits de soldadura com maior detalhe (centro inferior)	28
Figura 10 - Peso dos elementos na categoria Transporte.	29
Figura 11 - Peso dos elementos na categoria Espera.	29
Figura 12 - Estantes de consumíveis nos postos de acabamento.	30
Figura 13 - Alguns itens eliminados após a primeira etapa dos 5S.	32
Figura 14 - Carro de ferramentas inutilizado e sujo (esquerda). Carro de ferramentas reabilitado com divisórias com identificação (direita). Um dos resultados a aplicação da 2ª etapa dos 5S.	33
Figura 15 - Análise de Pareto para determinar clientes com mais ordens de fabrico produzidas. (período: início de Janeiro de 2016 a Dezembro de 2016).	34
Figura 16 - Análise de Pareto para determinar clientes com mais peças produzidas. (período: início de Janeiro de 2016 a Dezembro de 2016)	35
Figura 17 - Análise de Pareto para determinar clientes com mais ordens de fabrico produzidas em 2017 (período: início de Janeiro ao final de Março).	35
Figura 18 - Análise de Pareto para determinar clientes com mais peças produzidas. (período: início de Janeiro ao final de Março)	36
Figura 19 - Gabarits de soldadura separados em caixas, por cliente. 2ª fase dos 5S.	36
Figura 20 - Aplicação da primeira e segunda etapas dos 5S nos consumíveis de acabamento.	37
Figura 21 - Solução realizada para obter espaço nas estantes.	38
Figura 22 - Imagem do userform do programa WIP_IN_RACKS.	39
Figura 23 - Aplicação de gestão visual às estantes. Estantes sem identificação (esquerda). Estantes com identificação (direita).	40
Figura 24 - Chão do setor sem marcação de zonas para receção e expedição de paletes (topo esquerdo). Chão do setor com marcações para paletes (topo direito). Colaborador a colocar o material nas marcações (inferior centro).	41
Figura 25 - Exibição nos postos de trabalho da eficiência de referências com maior relevância no setor.	42

Figura 26 - Evolução da eficiência do Setor durante período de realização do projeto.47

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tipos de tarefas/elementos e as suas descrições. (PRONACI 2003)	5
Tabela 2 - Etapas de um estudo de tempos. (PRONACI 2003)	6
Tabela 3 - Ferramentas e equipamento de um soldador.	20
Tabela 4 - Tarefas no posto de soldadura e a sua descrição.	22
Tabela 5 - Tipos de elementos e os seus elementos constituintes.	23
Tabela 6 - Codificação de um alvéolo de uma estante.	39
Tabela 7 - Análise de eficiências no setor de estudo.	46

1 Introdução

A presente dissertação realizada em ambiente empresarial na empresa Quantal teve como principal objetivo a procura da melhoria da eficiência num dos setores da empresa, mais especificamente no setor de Soldadura TIG e Acabamento, passando por um estudo de métodos e tempos e mais tarde pela aplicação de ferramentas *Lean*, assim como a educação dos colaboradores envolvidos na filosofia *Kaizen*.

O presente capítulo pretende descrever a empresa onde o estudo foi executado, a sua história e o seu enquadramento no panorama industrial atual.

Também será descrita a necessidade da realização do projeto, assim como a metodologia que foi seguida.

1.1 O grupo Quantal

A Quantal é uma empresa fundada em 1995, situada em Vila do Conde e que pertence ao Quantal Group, um grupo de quatro empresas das quais fazem parte a Quantal, a Formstampa, a Espam e a Growstamp. Ocupa uma posição de liderança nas exportações e o seu foco é virado para a produção de produtos metálicos complexos e desafiantes, tanto na área automóvel como não automóvel. Os seus valores são:

- Focalização e satisfação do cliente;
- Reconhecimento do talento, criatividade e profissionalismo;
- Flexibilidade, eficiência e excelência;
- Inovação em tecnologia, materiais, produtos e serviços;
- Respeito e preocupação com o meio envolvente;
- Cultura, entusiasmo e confiança empresarial.

O maior e fundamental objetivo da empresa, citando o seu CEO, é “superar a expectativa dos nossos clientes” e isso passa por uma estratégia de envolvimento de todos os seus colaboradores, mostrando o quanto valioso e imprescindíveis eles são para a empresa nos seus processos produtivos. A procura da excelência e da alta qualidade em todos os projectos que são aceites é uma filosofia que se segue, assim como, compreendendo e antecipando necessidades dos clientes, reforçando a sua relação ao nível da fidelidade e lealdade, e mantendo a preocupação na inovação e na qualidade.

A empresa, que surgiu aproximadamente há 22 anos, começou por um pequeno espaço e tornou-se pioneira na aplicação da tecnologia de corte de laser na indústria metalúrgica. Começou apenas por produzir produtos *custom made*, ou se se preferir, pela construção de protótipos. Com um espírito de inovação sempre presente, em 1997 a empresa passou de uma ocupação de 450m² para 900m². O seu sucesso continuou e no espaço de 4 anos, a empresa aumenta a sua área para um total de 1850m², um crescimento de 450m² em 1999 e novamente em 2001.

Em 2001 a empresa adquire uma outra empresa, Formstampa, especializada em construção, portas de segurança e acabamentos. Atualmente é líder no mercado nacional, focando-se também no mercado africano, no que concerne a exportações.

A empresa Espam é adquirida em 2007, e a sua especialidade remete para estampagem metálica, com 85% da sua produção em série direcionada para o setor automóvel. Com este crescimento acentuado a Quantal começa a ganhar um espaço no mercado internacional e inicia as suas exportações para a Suíça.

Em 2011 a Growstampa, junta-se à Quantal, é dedicada à produção de equipamentos agrícolas e industriais. E assim surge a Quantal Group como estratégia de marketing.

1.2 O Projeto e os seus objetivos

No projeto realizado, foi observado e analisado o setor de trabalho Soldadura TIG (*tungsten inert gas*) e Acabamento e tudo que a ele está ligado, evidenciando a implementação do pensamento *Lean* nos colaboradores, no seu método de trabalho e nas dificuldades que estes encontram no seu dia-a-dia de trabalho e como devem lidar com elas.

O processo produtivo deste setor de trabalho engloba dois processos, a soldadura e o acabamento, e em grande parte dos produtos tratados esta é a ordem pela qual ocorrem.

Foi analisado ao detalhe o método de trabalho através de um estudo de métodos e tempos, numa primeira fase. Os objetivos eram simples, detetar desperdícios, procurar melhorias, educar os colaboradores a seguir uma nova filosofia de trabalho e, claro, melhorar a eficiência.

A procura de melhores soluções para os atuais processos produtivos nem sempre implica investimentos, e esta maneira de pensar foi preponderante durante todo o projeto. Procurou-se sempre melhorar ao menor custo possível. Para que estes passos sejam dados com firmeza, é também necessário envolver os colaboradores, ao educá-los e sensibilizá-los na cultura *Kaizen*.

1.3 Método seguido no projeto

A metodologia de abordagem ao projeto passou em primeiro lugar pela recolha de informação e conhecimentos que pudessem potenciar uma rápida e eficiente confrontação com o tema que foi proposto.

Da recolha de conhecimentos efetuada, a aplicação do pensamento *Lean* e das técnicas associadas formaram toda a base de análise e interpretação do trabalho realizado. Deve-se realçar que a observação e análise visual permite a fácil aquisição do conhecimento do método de trabalho dos colaboradores envolvidos no estudo. Foi decisiva tanto na fase inicial, como no decorrer de todo o trabalho.

Na fase final do projeto irá procurar-se a implementação de soluções económicas e eficazes que respondam aos problemas detetados.

1.4 Estrutura da dissertação

O presente documento engloba um total de 5 capítulos que descrevem as metodologias e tomadas de decisão sobre os assuntos estudados.

O primeiro capítulo apresenta a empresa onde o projeto foi realizado, os seus valores e a sua história desde o momento em que surgiu.

O segundo capítulo retrata o conhecimento que foi adquirido e que guiou o projeto, tais como conceitos chave e metodologias abordadas.

No terceiro capítulo retratam-se os diferentes setores que fazem parte da empresa e como estes influenciam o fluxo produtivo dos artigos que são trabalhados no setor de Soldadura TIG e Acabamento. É também descrito com algum detalhe o setor de estudo do projeto e posteriormente a identificação de oportunidades de melhoria do setor.

O quarto capítulo descreve com detalhe os pontos de ação e as propostas de melhoria a eles associadas. As propostas de melhorias implementadas estão também avaliadas neste capítulo.

Finalmente, o quinto capítulo apresenta as conclusões e considerações finais do projeto, assim como propostas de trabalhos futuros.

2 Revisão bibliográfica

Neste capítulo serão apresentados os conceitos que influenciaram e guiaram as tomadas de decisão durante a realização do projeto. Assuntos como a engenharia de métodos, medição do trabalho e ferramentas *Lean* serão descritos neste capítulo.

No que diz respeito a técnicas de medição de trabalho, serão apresentados os conceitos de estudo de tempos, amostragem de trabalho, síntese e sistemas de tempo predeterminados.

De igual modo serão também apresentadas ferramentas *Lean* como a filosofia *Kaizen*, o ciclo PDCA, 5S e a gestão visual.

A cultura *Lean* e as ferramentas/técnicas a ela associadas foram decisivas para as análises elaboradas para oportunidades de melhoria, assim como para a conceituação das propostas de melhoria.

2.1 Engenharia de métodos

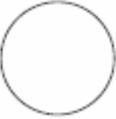
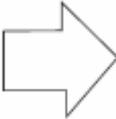
A engenharia de métodos inclui projetar, criar e selecionar os melhores métodos de produção, processos, ferramentas, equipamentos e habilidades para produzir um produto com base nas especificações que foram desenvolvidas pela secção de engenharia do produto. Quando o melhor método interage com as melhores habilidades disponíveis, existe uma relação trabalhador-máquina eficiente. Uma vez que o método é estabelecido, um tempo padrão para o produto deve ser determinado (Freivalds e Niebel 2009).

A engenharia de métodos visa ainda a constante melhoria do processo ao racionalizar o trabalho através da análise dos métodos já existentes, de modo a criar um novo método para o desenvolvimento de determinada tarefa (Meyers, Fred e Stewart, James 2002).

O procedimento geral é composto pela definição do problema; separar o trabalho em operações; analisar cada operação para determinar os processos produtivos mais económicos para a quantidade envolvida, com o devido respeito pela segurança do operador e interesse no trabalho; aplicar valores de tempo adequados; e garantir que o método prescrito seja implementado (Freivalds e Niebel 2009).

Estando o trabalho dividido em operações, estas devem igualmente ser separadas em tarefas, que mais tarde servirão como base para a elaboração e apresentação de dados. Para uma eficiente apresentação dos dados é normal recorrer-se a ferramentas como análises de *Pareto*, diagramas de peixe, *gant charts*, fluxogramas, entre outros. As tarefas seguem normalmente a seguinte terminologia:

Tabela 1 - Tipos de tarefas/elementos e as suas descrições. (PRONACI 2003)

Símbolo	Tipo	Descrição
	Operação	Existe quando um objecto é modificado intencionalmente numa ou mais das suas características. A operação é normalmente realizada num posto de trabalho.
	Transporte	Ocorre quando um objecto é deslocado de um lugar para outro, exceto quando o movimento faz parte uma operação ou inspeção
	Inspeção	Ocorre quando um objecto é examinado para identificação ou comparado com um padrão de quantidade ou qualidade.
	Espera	Ocorre quando a execução da próxima operação planeada não é efetuada.
	Armazenagem	Ocorre quando um objecto é mantido sob controlo, e a sua movimentação requer autorização.

2.2 Medição do trabalho

Os objetivos definidos por grande parte das mais modernas empresas estão a alcançar uma magnitude em que a avaliação contínua do desempenho do trabalho é considerada necessária para alcançar um nível esperado de eficiência (Baines 1995).

A medição do trabalho consiste em determinar quanto tempo é necessário para se completar um trabalho. A gestão de recursos humanos exige que os gestores saibam quanto trabalho os funcionários podem fazer durante um período específico de tempo. Caso contrário, estes não podem planear horários de produção e, conseqüentemente, os seus resultados. Sem se possuir uma boa ideia de quanto tempo se demora a fazer um trabalho, uma empresa não saberá se pode atender às expectativas do cliente e cumprir os prazos de entrega. A medição do trabalho é necessária para estabelecer os padrões de produção em que as taxas de incentivo se baseiam. Essas taxas salariais determinam o custo de um produto ou serviço (Freivalds e Niebel 2009).

O objetivo de um programa de medição é alcançar uma cobertura completa do trabalho a ser medido, com um grau de detalhe proporcional aos objetivos do programa de medição e alcançá-los de forma económica. Para que tal se consiga, um programa completo de medição de uma gama de trabalho geralmente envolve a utilização de uma série de técnicas, cada uma selecionada para cobrir uma parte apropriada do trabalho. A maioria destas técnicas baseiam-se na experiência e na prática em ambientes de produção (Meyers, Fred e Stewart, James 2002).

Antes da medição começar, o trabalho a ser medido é analisado e dividido em partes convenientes que são adequadas para a técnica de medição escolhida. Estas podem ser atividades, elementos, tarefas ou mesmo movimentos humanos básicos (Baines 1995).

2.2.1 Estudo de tempos

A primeira ferramenta estudada foi o estudo do tempo. Frederick W. Taylor, pai do estudo de tempos, considera que é essencialmente a observação direta do trabalho com um padrão de tempo para o trabalho que está a ser realizado, ao converter o tempo observado através da avaliação de desempenho do trabalhador que o realiza, com o devido tempo de fadiga e atrasos pessoais (Niebel 1962). É a mais antiga das técnicas de medição do trabalho e é a mais flexível, sendo aplicável a qualquer tipo de trabalho realizado em qualquer ambiente. (Baines 1995)

O procedimento geral para o estudo do tempo é que o observador observe o trabalho e realize uma análise do conteúdo do trabalho dividindo-o em "elementos" relativamente curtos. Antes deve se familiarizar com o tipo de trabalho a ser realizado.

Os elementos são seleccionados por conveniência de observação e medição. Devem ter pontos finais claramente definidos (ou pontos de interrupção) e a sua duração dependerá do tipo de trabalho a ser medido. Para um ciclo curto, os elementos de trabalho repetitivos normalmente serão de menos de meio minuto de duração, enquanto que para um trabalho de ciclo mais longo, a duração pode ser significativamente mais longa (Baines 1995).

A aplicação desta técnica é normalmente conduzida com recurso a alguma forma de dispositivo de temporização (que pode ser um cronómetro ou um dispositivo de gravação eletrónico) que normalmente regista tempos em centésima de minuto (1 centésima de minuto = 0,01 minutos), embora outras unidades possam ser usadas. Ao mesmo tempo que se grava o tempo de um elemento, ao registar o tempo no ponto de interrupção, o observador deve fazer uma avaliação do desempenho do trabalhador usando uma escala de avaliação de desempenho (Meyers, Fred e Stewart, James 2002).

Este processo continua para uma série de ciclos do trabalho de modo que os tempos dos elementos, quando calculados, retornam uma média do número de ciclos observados.

Resumidamente, o processo do estudo de tempos pode ser definido pelas etapas descritas na tabela 2.

Tabela 2 - Etapas de um estudo de tempos (PRONACI 2003).

Motivo	Descrição
Seleccionar	Consiste em escolher e preparar o assunto que se vai analisar, recolher toda a informação necessária e subdividir em tarefas para termos uma análise o mais rica possível.
Medir	Como se deve fazer, que meios existem e que considerações se devem ter quando se utilizam.
Avaliar a precisão	Definir o número suficiente de medições que permitam ter confiança para afirmar que o tempo de uma determinada operação é "X".
Definir o padrão	Introduzir os coeficientes necessários para que o tempo possa ser considerado como padrão.

2.2.2 Amostragem do trabalho

A segunda técnica estudada e apresentada é a amostragem de trabalho. É uma técnica utilizada para investigar as proporções do tempo total dedicado às diversas atividades que constituem um trabalho ou uma situação de trabalho. Os resultados da amostragem de trabalho são efetivos para determinar a utilização de máquinas e pessoal, subsídios aplicáveis ao trabalho e padrões de produção.

Embora a mesma informação possa ser obtida por procedimentos de estudo de tempo, a amostragem de trabalho frequentemente fornece a mesma informação mais rapidamente e com um custo consideravelmente menor (Freivalds e Niebel 2009).

A precisão dos dados determinados pela amostragem do trabalho depende do número de observações e do período durante o qual as observações aleatórias são tomadas. A menos que o tamanho da amostra seja suficientemente alto e o período de amostragem represente condições típicas, resultados imprecisos podem ocorrer (Freivalds e Niebel 2009).

Segundo Freivalds e Niebel (2009), o método de amostragem do trabalho tem várias vantagens em relação ao procedimento convencional de estudo do tempo:

1. Não requer observação contínua por um analista durante um longo período de tempo.
2. O tempo de clerical é diminuído.
3. O horário total de trabalho gasto pelo analista geralmente é muito menor.
4. O operador não é submetido a observações de cronómetro de longo período.
5. As operações da tripulação podem ser prontamente estudadas por um único analista.

Para Freivalds e Niebel (2009), os passos na amostragem de trabalho são resumidos da seguinte forma:

- Definir as atividades de trabalho. As atividades que devem ser observadas, devem ser exaustivas para que, sempre que uma observação seja feita, uma atividade seja claramente indicada.
- Determinar o número de observações na amostra de trabalho. O objetivo da amostra de trabalho é calcular a proporção de tempo em que um trabalhador está a realizar uma atividade de trabalho específica. O grau de precisão da amostra de trabalho depende do número de observações ou do tamanho da amostra. Quanto maior o tamanho da amostra, mais precisa será a estimativa da proporção. A precisão da proporção, p , geralmente é expressa em termos de um grau de erro permitido, e (por exemplo, 3 ou 4 por cento), com um grau de confiança de, por exemplo, 95 a 98 por cento. Usando esses parâmetros e assumindo que a amostra é aproximadamente normalmente distribuída, o tamanho da amostra pode ser determinado utilizando a seguinte equação:

$$n = \left(\frac{z}{e}\right)^2 * p * (1 - p) \quad (1)$$

Onde:

- n = o tamanho da amostra (número de observações da amostra);
- z = número de desvios padrão da média para o nível de confiança desejado;
- e = o grau de erro permitido na estimativa da amostra;

p = proporção do tempo gasto em uma atividade de trabalho estimada antes do cálculo da amostra de trabalho;

- Determinar o comprimento do período de amostragem. O comprimento do estudo de amostragem de trabalho deve ser suficiente para registrar o número de observações para a atividade de trabalho determinada no segundo ponto. O cronograma de observações deve ser aleatório. A maneira mais direta de obter aleatoriedade é unir o horário de observação a uma tabela ou programa de computador de números aleatórios
- Conduzir o estudo de amostragem de trabalho e registre as observações. No passo final, as observações são computadas e a proporção, p , é calculada dividindo o número de observações de atividade pelo número total de observações.
- Recalcular periodicamente o número de observações. À medida que a amostra de trabalho é conduzida, pode-se descobrir que a proporção real é diferente da que foi originalmente estimada. Portanto, é útil periodicamente recalcular o tamanho da amostra, n , com base em valores preliminares de p para ver se mais, ou menos, observações são necessárias do que a primeira determinada.

2.2.3 Síntese

A síntese não é propriamente uma técnica de medição, uma vez que é usada para derivar tempos para trabalhos e atividades. No método de síntese, o trabalho completo é dividido em elementos (partes). Então, o tempo necessário para fazer cada elemento do trabalho é descoberto e sintetizado (total). Isso dá o tempo total para realizar um trabalho completo. Nesta técnica, o tempo necessário para fazer cada elemento do trabalho é descoberto a partir de estudos de tempos previamente efetuados. Então, esta técnica dá importância aos estudos de trabalhos similares e também usa dados padrão (Baines 1995).

Os dados padrão são o tempo normal para fazer tarefas repetitivas. Os dados padrão são facilmente disponíveis para tarefas de rotina, como aparafusar, fazer furos, entre outros. Portanto, não há necessidade de calcular estes tempos repetidamente e normalmente recorre-se a dados padrão uma vez que o tempo padrão já está disponível para a maioria dos elementos de um trabalho (Meyers, Fred e Stewart, James 2002; Baines 1995).

A técnica de síntese também considera o nível de desempenho que basicamente refere-se à velocidade do desempenho, que pode ser, normal, rápido ou muito rápido. Os benefícios ou vantagens adjacentes ao método de síntese são:

- Fornecer informações confiáveis sobre o tempo padrão para fazer trabalhos diferentes. Isto ocorre porque é baseado em muitos estudos de tempos passados;
- É económico porque não há necessidade de realizar novos estudos de tempo.

2.2.4 Sistemas de tempo predeterminados (PTS - Predetermined time systems)

Desde a época de Frederick W. Taylor, entendeu-se que seria conveniente atribuir tempos padrão aos elementos básicos do trabalho. Estes tempos são referidos como tempos de movimentos básicos, tempos de síntese ou tempos predeterminados. São designados para movimentos fundamentais e grupos de movimentos que não podem ser avaliados com precisão, quando utilizados procedimentos comuns de estudo do tempo, como o recurso a cronómetro. São também o resultado de se estudar uma amostra de operações diversificadas com um dispositivo de temporização, como uma câmara de filmar, capaz de medir elementos muito curtos.

Os valores de tempo são sintéticos por serem frequentemente o resultado de combinações lógicas de movimentos fundamentais. Estes valores são básicos uma vez que o refinamento adicional é difícil e impraticável e são predeterminados porque são utilizados para

prever tempos padrão para novos trabalhos resultantes de mudanças de métodos (Freivalds e Niebel 2009).

Os sistemas PTS são construídos a partir de um grande número de estudos, que incluem avaliação de desempenho, retirados de um grande número de trabalhos que são analisados em detalhe e categorizados.

Um observador que mede um trabalho por PTS simplesmente observa o trabalho e analisa-o em seus movimentos básicos constituintes. Os parâmetros que afetam cada um são gravados e a categoria apropriada do movimento é obtida juntamente com o valor do tempo associado. Não há necessidade de o observador realizar avaliação de desempenho, uma vez que os tempos são para um trabalhador qualificado.

Os sistemas PTS originais foram todos obtidos a partir de sistemas detalhados e de baixo nível. Contudo, muitos já foram desenvolvidos em sistemas de nível superior, combinando movimentos básicos em blocos de dados de ordem superior, oferecendo uma aplicação mais rápida, mas com uma análise menos detalhada. Um dos sistemas mais comuns na Europa é o MTM (métodos de medição de tempos), que consiste numa família de técnicas em diferentes níveis adequados para diferentes tipos de trabalho (Baines 1995; Freivalds e Niebel 2009).

2.3 Toyota Production System - TPS

A filosofia/pensamento *Lean* e o TPS estão normalmente ligados a objetivos como a eliminação de desperdícios/resíduos, erradicar defeitos e a redução de lead times, e, embora estes objetivos sejam bastante ambiciosos, necessitam de princípios acionáveis para garantir ganhos de desempenho. Pois, sem eles, o TPS quando implementado num ambiente de produção ocidental é difícil de sustentar (Jayaram, Das, e Nicolae 2010). Muitas das vezes a tentativa da sua implementação não permite obter resultados desejados por razões como divergências culturais, e assim o seu sucesso não pode ser atingido por uma série de práticas. Em vez disso, é como essas práticas são implementadas dentro do contexto maior das regras do TPS que se mantêm em empresas que praticam TPS (Liker 2004).

Jayaram, Das, e Nicolae (2010) confirmaram que as regras do TPS estão positivamente ligadas à performance de produção. As regras do TPS assentam em dois princípios organizacionais: o design estrutural do trabalho e uma abordagem sistemática para a resolução de problemas. Estes princípios orientam o design, as operações e a melhoria de cada atividade, conexão e caminho para cada produto e serviço (Spear e Bowen 1999). As regras ligadas ao design do trabalho permitem facilmente identificar problemas, ao se utilizar claras e precisas instruções é assegurado que em qualquer atividade os produtos são enviados para os “clientes”, criando-se assim uma relação cliente-fornecedor entre cada trabalhador. Ou seja, quando um trabalhador de um posto necessita de uma parte, não existe qualquer confusão sobre quem a vai fornecer, como o pedido será feito ou como a parte será entregue. Este sistema ao contrário dos sistemas de produção ocidentais, é em tudo semelhante aos procedimentos de utilização de *kanbans*, e exige que produtos e serviços não fluam para o próximo trabalhador, ou processo, que estejam disponíveis, mas para um trabalhador, ou processo, específico.

O segundo princípio, implica que a especificidade e claras linhas de prestação de contas ajudam na identificação rápida de problemas e na análise de causas raiz. Uma vez percebidos, os problemas são resolvidos com recurso a procedimentos cuidadosamente e minuciosamente planeados.

O TPS também ensina explicitamente os trabalhadores a melhorar, ou seja, a abordagem de ensino e aprendizagem permite aos trabalhadores descobrir as regras como consequência do processo de resolução de problemas. Para fazer mudanças efetivas, os trabalhadores devem

saber como mudar e quem é responsável por fazer as mudanças. A regra de resolução de problemas requer aplicação diária e sistemática do método: análise detalhada e constante do status-quo, geração de hipóteses, experimentação e aprendizagem a partir da solução implementada (Jayaram, Das, e Nicolae 2010).

As regras de TPS estão subjacentes à melhoria de produtos e processos, com ênfase ativa e contínua em um ciclo de busca de economia de projeto e operação iterativa e sistemática para o conjunto ideal de condições operacionais (Liker 2004).

2.3.1 Kaizen

A palavra Kaizen é derivada de duas palavras japonesas "Kai", que significa mudança e "zen" o que significa para melhor (Palmer 2001). É uma filosofia japonesa que promove pequenas melhorias feitas como resultado do esforço contínuo. Estas pequenas melhorias envolvem a participação de todos na organização desde a alta gerência até aos funcionários de nível inferior. A melhoria a longo prazo é alcançada ao se fazer com que os funcionários trabalhem gradualmente para padrões de trabalho mais elevados.

Esta filosofia de trabalho foi eficazmente implementada pela indústria japonesa após a Segunda Guerra Mundial e foi iniciada como uma resposta ao problema enfrentado pela indústria japonesa após a Segunda Guerra Mundial, como recursos limitados e dificuldades para obter matérias-primas. As empresas japonesas sentiram a necessidade de analisar como melhorar os seus processos produtivos, minimizando desperdícios e otimizando a eficiência dos processos (Imai 1988).

A filosofia Kaizen foi liderada pela Toyota Motor Company no seu esforço para se tornar líder global do ramo automóvel e que tentou enfatizar as mudanças incrementais, as soluções de baixo custo, a atribuição de responsabilidades aos funcionários e o desenvolvimento de uma organização que mantenha uma cultura de melhoria contínua com ênfase na melhoria do processo e não no resultado (Imai 1988).

Para Imai (1988), existem 3 pilares para a implementação bem-sucedida da filosofia *Kaizen*, que são o *housekeeping* (“casa em ordem”), eliminação de desperdícios e a normalização (*standardization*).

2.3.2 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA difundiu-se em meados de 1950 graças ao estatístico e professor norte americano William Edwards Deming (1900-1963), tido por muitos como o pai do controlo de qualidade nos processos produtivos. Há quem também atribua a criação ao engenheiro Walter Shewart (1891-1967), conterrâneo de Deming.

Independentemente da autoria, o fato é que tanto um quanto o outro pretendiam acelerar e aperfeiçoar os processos de uma empresa por meio da identificação de problemas, de causas e de soluções. E o ciclo PDCA foi o seu resultado.

Todo o processo é constituído por atividades que devem ser planeadas e praticadas continuamente com o intuito de se melhorar o resultado.

O ciclo PDCA foi utilizado pela primeira vez como uma ferramenta para controlar a qualidade dos produtos, mas, foi rapidamente reconhecido como um método para desenvolver melhorias nos processos organizacionais (Silva, Medeiros, e Vieira 2017). Atualmente, o ciclo é caracterizado pelo seu foco na melhoria contínua, ou seja, uma busca contínua pelos melhores métodos para melhorar produtos e processos.

O ciclo PDCA é, portanto, muito mais do que uma ferramenta simples. É uma filosofia de melhoria contínua introduzida na cultura da organização. Esta metodologia induz variação gradual, liderando assim a evolução de uma empresa (Botín e Vergara 2015).

De acordo com Silva, Medeiros, e Vieira (2017) as fases do PDCA podem ser entendidas da seguinte forma:

- Plan (Planear): nesta fase, as oportunidades de melhoria são identificadas e priorizadas; A situação atual do processo é investigada através de dados consistentes; as causas do problema são determinadas; E possíveis ações para atenuar os problemas são definidas;
- Do (Fazer): O objetivo deste passo é implementar voluntariamente o plano de ação; selecionar e documentar dados; anotar os eventos inesperados, as lições aprendidas e o conhecimento adquirido;
- Check (Verificar): neste ponto, os resultados das ações são analisados. A nova situação é comparada à antiga, verificando se houve melhorias e se os objetivos foram cumpridos. Para isso, são utilizadas várias ferramentas de suporte gráfico;
- Act/Adjust (agir, corrigir, padronizar): nesta fase, a equipa envolvida desenvolve métodos que irão padronizar a melhoria (se o resultado for atingido); repetir o teste para recolher novos dados e reavaliar a intervenção (se os dados recolhidos forem insuficientes ou as circunstâncias mudarem); ou abandonar o projeto e recomeçar o projeto a partir do estágio 1 (se as ações realizadas não geraram melhorias efetivas).

Para que todas as fases sejam efetivamente realizadas, pode ser necessário usar outras ferramentas de qualidade. Essas ferramentas ajudam principalmente a analisar o problema e definir as ações a serem implementadas.

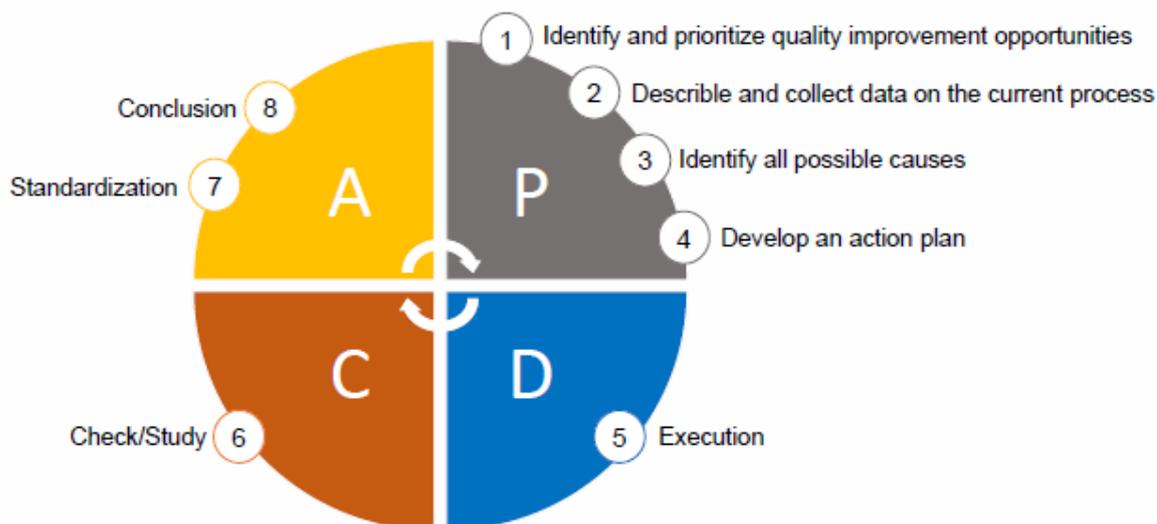


Figura 1 - Fases da aplicação do ciclo PDCA (Silva, Medeiros, e Vieira 2017).

2.3.3 5S – Housekeeping

Um dos pilares do *Kaizen*, a metodologia 5S teve origem no interior das indústrias, foi, portanto, uma metodologia desenvolvida e aplicada no chão de fábrica. O objetivo era assegurar a qualidade dos processos e, conseqüentemente, a competitividade dos produtos japoneses, que procuravam espaço no mercado internacional (Imai 1996).

A metodologia 5S deixou de ser uma ferramenta de gestão utilizada apenas no meio industrial e passou a ser uma filosofia aplicada ao ambiente de trabalho em empresas. Uma

filosofia cuja aplicação garante a disciplina e segurança dos processos, com o objetivo de se gerar melhor qualidade e maior produtividade.

A metodologia 5S pode aperfeiçoar o ambiente de trabalho de qualquer empresa, tornando-a mais produtiva, organizada e funcional. É a metodologia ideal para empresas que procuram a qualidade total dos seus processos e serviços.

Segundo Imai (1996) os princípios que regem os 5S são conhecidos como:

- *Seiri* (Classificar): utilizar os recursos com equilíbrio e bom senso. Nesta etapa deve-se efetuar um levantamento de todos os materiais e equipamentos que se encontram no local que está a ser analisado. Seguidamente, deve-se separar e descartar tudo o que não é utilizado e apenas está a ocupar espaço. O mesmo vale para papéis e documentos, sejam eles eletrônicos ou impressos.
- *Seiton* (Organizar): a importância de se ter todas as coisas disponíveis de maneira que possam ser facilmente e imediatamente acedidas e utilizadas. Para isto é importante estabelecer padrões e utilizar algumas ferramentas bem simples como painéis, etiquetas, estantes, para deixar tudo o mais organizado possível. Todos os itens relevantes devem estar próximos do local de trabalho e cada objeto deve ter o seu local específico. Ao aplicar o princípio do *Seiton* espera-se reduzir tempos de procura de ferramentas e consumíveis pela facilidade em adquirir a sua localização.
- *Seiso* (limpeza): define a importância de eliminar resíduos ou mesmo objetos estranhos ou desnecessários ao ambiente. O terceiro S cria a consciência de que a limpeza é responsabilidade de todos, e não só de quem está afeto a este tipo de trabalho. Assim, cada colaborador é responsável por manter limpo o seu posto de trabalho assim como organizar todos os seus itens necessários á realização do trabalho, zelando também pela boa utilização e pela manutenção dos espaços comuns. Este S também diz respeito à aparência pessoal, afirmando que cada colaborador deve-se apresentar adequadamente.
- *Seiketsu* (padronizar/normalizar): a importância de tornar o cotidiano sistematizado com base nos novos valores e padrões impostos por *Seiri*, *Seiton* e *Seiso*. A padronização pode ser obtida através de gestão visual ao tornar anormalidades visíveis e facilmente identificáveis. Ao estabelecer padrões facilita-se a movimentação de trabalhadores para diferentes áreas assim como se cria um processo de como manter-se o padrão com funções e responsabilidades bem definidas.
- *Shitsuke* (Autodisciplina): O último dos cinco S é definido pelo cumprimento e compromisso pessoal para com os princípios anteriores. A ideia de se criar autodisciplina é fazer do novo padrão um hábito, um estilo de vida, uma filosofia se se quiser. Para isso, é importante investir em melhoria contínua e estimular os novos valores para que eles passem a fazer parte da cultura da empresa.

A metodologia dos 5S é por si só autoexplicativa, o significado de cada princípio permite que se entenda perfeitamente os seus objetivos para se elaborar um plano de ações que contribuam para mudança da rotina no chão de fábrica.

Após a etapa de implantação da metodologia é importante realizar avaliações periódicas, para acompanhar se cada um dos 5S continua a ser aplicado dentro da empresa. Deve-se estabelecer mecanismos de avaliação que permitam que cada funcionário faça uma pequena reflexão sobre os seus hábitos, de forma a se manter a nova cultura e o novo padrão sempre presentes no dia a dia da empresa.

2.3.4 Muda, mura e muri

A Toyota desenvolveu seu sistema de produção em torno da eliminação dos três inimigos do *Lean*: muda (resíduos/desperdícios), muri (sobrecarga) e mura (desigualdade) (Imai 1996; Womack e Jones 2003).

O termo muda na linguagem japonesa significa qualquer atividade que gere desperdício, que não adicione valor ou que não seja produtiva. Ele reflete a necessidade de reduzir os desperdícios com o objetivo de aumentar a produtividade. Muda é o obstáculo direto do fluxo. Existem 7 tipos distintos de muda, e todos levam a tempos de espera, e, portanto, mais tempo dedicado a processos não produtivos ou que não acrescentam valor. Mas eliminar toda a muda não é suficiente, normalmente, existe uma razão pela qual a muda está presente e essa razão muitas vezes tem a ver com os outros dois inimigos: muri e mura. Isto significa que os três inimigos de *Lean* estão inter-relacionados e, portanto, devem ser levados em conta simultaneamente.

Ohno (1988) desenvolveu uma lista com os setes tipos de desperdícios do ponto de vista do pensamento *Lean*, do TPS. Eles servem como um guia para que uma empresa detete a muda e desenvolva ações de forma a combatê-los. São eles:

1 – Defeitos: A forma mais simples de desperdício é a produção de produtos que não atendem às especificações do cliente. É fácil perceber como os japoneses se preocupam com produtos defeituosos quando analisamos que os produtos defeituosos são medidos em partes por milhão e geralmente este índice é em torno de 1% nas fábricas com o sistema *Lean*. É claro que este resultado muito se deve ao desenvolvimento do controlo de qualidade e garantia da qualidade, concentrando os esforços em fazer cumprir o processo correto em vez de se controlar os resultados.

2 – Excesso de produção ou Superprodução: O ponto chave do JIT (*Just-in-Time*) é produzir somente a quantidade certa de produtos na altura certa. Em termos práticos a produção de produtos sem procura cria stocks intermediários, que aumentam os custos de armazenamento e manuseio destes produtos, sem contar que os produtos podem ser produzidos e não serem vendidos. O sucesso do JIT foi somente possível devido à reorganização do trabalho e redução drástica dos tempos de *set-up* (uma forma eficiente de reduzir desperdícios).

3 – Espera: O tempo, quando não utilizado de forma eficiente, é um desperdício. Em qualquer momento custos são gerados para manter os salários dos operadores, a iluminação e energia elétrica que alimenta os equipamentos. Portanto, é importante utilizar cada minuto de cada dia de forma produtiva e eficaz. Caso contrário, desperdícios serão gerados.

4 – Transporte: O tempo necessário para movimentar produtos está diretamente relacionado a custos. Para além da energia necessária, há o custo do inventário na movimentação dos produtos quando partem de uma área, ou setor, para outra. Deve-se também dar importância que quanto maior o tempo de transporte, maior será o *Lead Time*. É, portanto, necessário saber gerir bem todos os transportes para clientes internos e externos.

5 – Movimentação: O tempo gasto para que as pessoas se movimentem no layout da produção é considerado um grande desperdício. Como já foi dito anteriormente no capítulo 2, tudo que é necessário para que um funcionário realize adequadamente o seu trabalho deve estar visível e imediatamente ao seu alcance.

6 – Processamento inapropriado: trabalhar mais do que é necessário pode ser a forma mais óbvia de desperdício. Qualquer operação que tenha de ser realizada para que o produto em questão esteja conforme as necessidades e exigências do cliente deve ser devidamente planeada e estudada de maneira a reduzir-se retrabalho ou operações que se tornem redundantes.

7 – Inventário: O inventário esconde vários problemas como problemas na entrega, falta de previsibilidade de vendas ou falta de confiança nos equipamentos produtivos, que acabam por criar inventários intermediários, falta de sincronização entre as pessoas envolvidas no processo produtivo e custos com armazenamento (transporte, controlo e necessidade de espaço).

Womack e Jones (2003) identificaram um oitavo tipo desperdício, pelo qual caracterizaram de potencial (também apelidado por criatividade) humano não explorado. Significa que as pessoas que trabalham num negócio conhecem todos os tipos de informações que poderiam melhorar o negócio, mas, no entanto, não comunicam para que isso aconteça. Para melhorar a produtividade e o desempenho do tempo de entrega (sem os problemas habituais), deve-se procurar utilizar todo o poder intelectual disponível de maneira a eliminar-se o tempo e a complexidade desnecessários dos processos.

Muri significa sobrecarga, esta pode resultar da *mura*, e da remoção de *muda* do processo. Quando os operadores ou máquinas são utilizados acima da sua total eficiência para terminar determinada tarefa, estes estão sobrecarregados. Para melhorar a utilização de máquinas e equipamentos e garantir que funcionem adequadamente, políticas de manutenção preventiva e autónoma podem, e devem ser implementadas. Para evitar colaboradores sobrecarregados, a segurança deve ser o objetivo de todos os projetos de melhoria do processo (Liker 2004).

O termo *mura* significa desigualdade no sistema de produção que pode estar relacionado ao colaborador ou aos equipamentos. A carga de trabalho amplamente variável é um desperdício, pois tem um impacto direto na produtividade dos funcionários. Para facilitar, os trabalhos podem ser divididos em tarefas normais de rotina. A tarefa deve ser realizada com base no tempo estabelecido pela procura do cliente. Isso informará sobre os trabalhos que precisam ser realizados por dia para garantir a sua conclusão dentro dos prazos exigidos. O desempenho do trabalho sem um planeamento adequado leva à sobrecarga, o que é considerado uma atividade sem valor acrescentado (Liker 2004).

Em termos gerais, um processo agrega valor através da produção de produtos ou prestação de serviços sendo ambos pagos pelo cliente. Os desperdícios ocorrem quando o processo consome mais recursos do que é necessário para atender às necessidades do cliente. Por isso, é preciso criar atitudes e ferramentas que colaborem na identificação destes desperdícios/resíduos (Liker 2004).

2.3.5 Gestão Visual

A gestão visual é um conceito que faz parte do pensamento/filosofia *Lean* e permite que os princípios que regem esta filosofia ganhem vida com maior facilidade. A gestão visual é um local de trabalho cujo ambiente é auto-ordenativo, autoexplicativo, autorregulável e auto-aprimorável (Galsworth 2005).

Quando tudo no local de trabalho é bem visível e este encontra-se limpo torna-se muito mais fácil para alguém observar diretamente o trabalho e saber o que está a acontecer. Deve-se ser capaz de entender se há stock excessivo na área ou se o trabalho está a ser realizado sobre condições normais, ou anormais. Quando a gestão visual é eficiente, torna-se fácil ver e entender o fluxo de trabalho e como este progride. Durante a observação direta num local de trabalho, deverá ser visível o stock ou retrabalho adicional que poderá ocorrer, ou o trabalho parado devido a algum problema. Quando o desperdício pode ser visto e identificado de forma rápida e fácil, pode ser corrigido antes que cause grandes problemas (Imai 1996).

A gestão visual no local de trabalho fornece também os únicos medidores de desempenho, isto é, a exibição de padrões de trabalho permite que se determine se o trabalho está a ser executado de acordo o que é esperado (Imai 1996).

A gestão visual pode, então, ser utilizada de muitas e diferentes formas, como entender a capacidade de uma equipa de projeto, conhecer o progresso de um grande projeto, em que situação se encontram os equipamentos, entre outros. Quando se percebe o que está a acontecer sem ter que se “cavar” e fazer perguntas, os colaboradores tornam-se mais motivados e disciplinados. Para além disso ganham *know how* e, portanto, podem-se envolver na resolução de problemas mais facilmente.

3 Apresentação do problema

No presente capítulo serão descritos os diferentes setores que fazem parte da empresa e os diferentes processos que neles são realizados de maneira a que o leitor tenha noção da complexidade da cadeia produtiva das mais de 12000 referências diferentes de produtos que são realizados na empresa.

Pode-se dizer que o setor de trabalho estudado é, juntamente com mais dois, o que recebe peças que mais transformações sofrem durante o processo produtivo, isto é, peças que passam por mais setores de trabalho que outras. Trata-se então de um setor que pertence às mais complexas cadeias produtivas da empresa.

Para a identificação de oportunidades de melhoria recorreu-se a técnicas referentes ao estudo de métodos e tempos. Estas técnicas quando aplicadas servirão para tentar quantificar os desperdícios gerados no processo produtivo.

Ao longo do projeto foi também possível detetar possíveis melhorias noutros setores que, embora não fossem o principal objetivo do projeto, foram propostas e, algumas até implementadas, de maneira a melhorar o fluxo dos produtos que normalmente acabavam neste setor.

3.1 Apresentação dos setores envolvidos na cadeia produtiva

Os processos produtivos que se realizam na empresa, como já foi referido anteriormente, são efetuados nos diferentes setores da empresa, os quais, juntamente com a codificação interna, estão seguidamente enumerados:

- Corte Laser 2D e 3D – CL2D e CL3D;
- Quinagem - QUI;
- Ferramentaria - FER;
- Maquinação - MAQ;
- Estampagem - EST;
- Soldadura Robot - SR;
- Soldadura MIG/MAG - SMM;
- Soldadura por Resistência - SRES;
- Soldadura TIG e Acabamento – STIG;
- Montagem - MONT;
- Embalamento - EMB.

Como a matéria-prima mais utilizada na empresa é a chapa metálica, pode-se dizer que maioria dos processos nascem no setor CD2D. Este setor é composto por 4 máquinas de corte laser e caracteriza-se por cortar chapa na horizontal, maioritariamente de aço, de diferentes espessuras e diferentes dimensões *standards*. Após efetuado o corte resultam peças que podem, ou não, pertencer todas à mesma referência, assim como podemos encontrar numa operação de corte numa chapa, várias referências diferentes. Após este processo as peças são separadas em paletes por setor destino, pelos diferentes colaboradores que estão afetos a cada máquina.

O setor de Quinagem é composto por 6 quinadoras nas quais, através de deformação plástica das peças, dobram-se chapas que foram previamente cortadas. Este setor permite tratar chapa com um limite máximo de 4 metros de comprimento.

O setor de Estampagem é composto por várias prensas hidráulicas e dedica-se em grande parte ao ramo automóvel. Consiste em obter complexas formas geométricas através da deformação plástica impressa por uma ferramenta de estampagem, que estampa uma determinada forma previamente cortada.

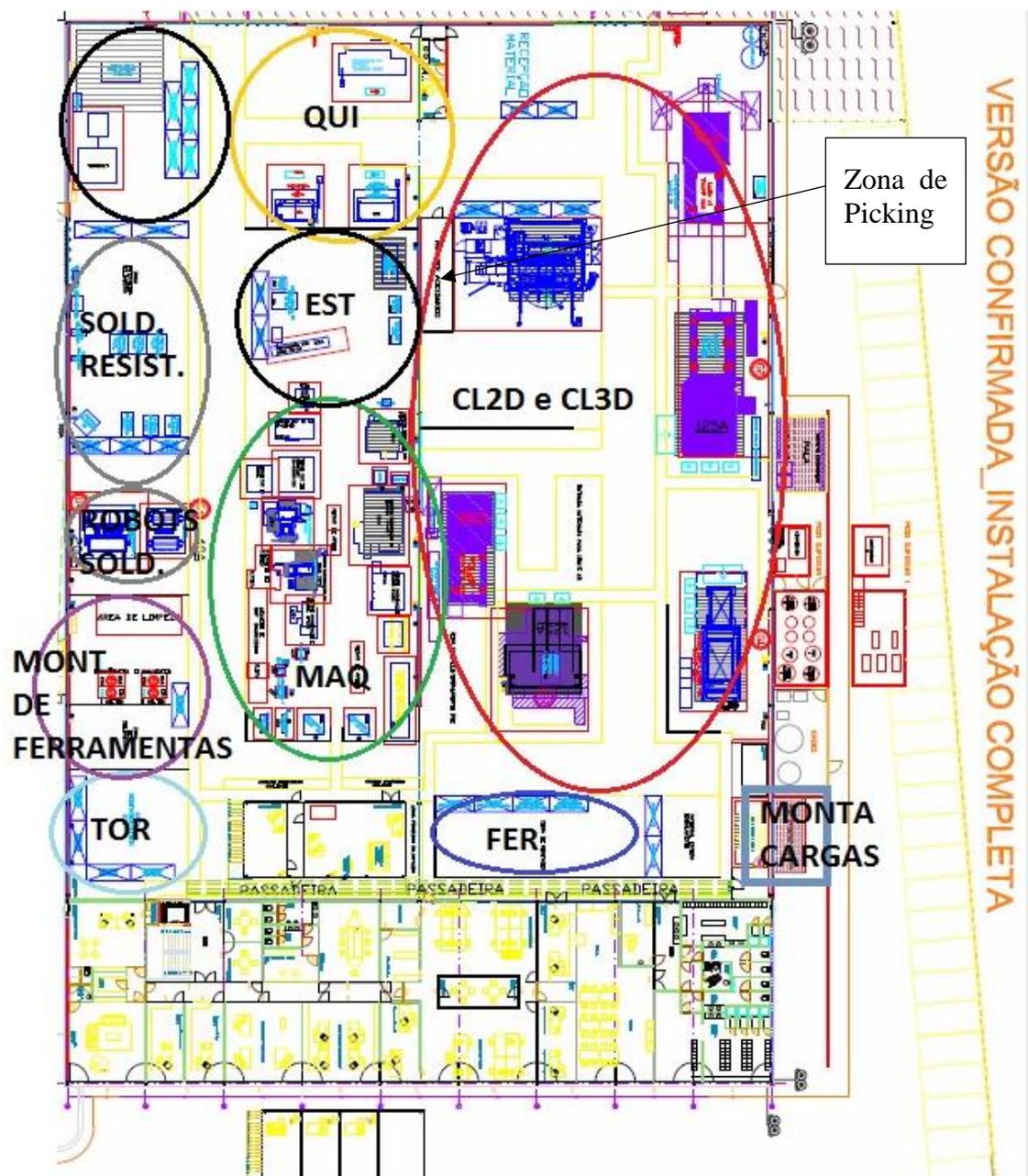


Figura 2 - Layout da Produção do Pavilhão 1.

O setor de Maquinação é composto por diversos centros CNC (comando numérico computadorizado) que se encarregam da maquinação e torneamento de blocos cilíndricos de aço. Estes blocos são previamente cortados num serrote e são outro tipo de matéria-prima para além de chapa. Este setor dedica-se maioritariamente à produção de ferramentas de estampagem, que são desenvolvidas internamente pelo departamento de engenharia da Quantal.

O setor Ferramentaria é dedicado às operações de roscar, furar, mandrilar e escarear peças ou ferramentas de estampagem. É composto por vários diversos tornos, roscadores, furadoras e fresadoras.

A operação de soldadura, quer TIG (*tungsten inert gas*) quer MIG/MAG (*metal inert gas / metal active gas*), consiste em soldar produtos, ou se se preferir subprodutos, que pertencem a uma referência de um produto pai, ao qual se pode dar o nome de conjunto mecânico. O que difere um setor do outro é o material tratado. O setor de Soldadura MIG MAG

é dedicado á solda de peças de aço carbono enquanto que o setor TIG dedica-se a aços inoxidáveis, maioritariamente, e também alumínio.

Tanto a Soldadura por Resistência como a Soldadura Robot dedicam-se em grande parte ao ramo automóvel, devido a cadências mais altas e repetibilidade de produtos que a este estão associados. Caracterizam-se por processos mais simples, automáticos e repetitivos.

O processo de acabamento consiste em garantir que o conjunto tratado apresente o melhor acabamento possível, recorrendo a um trabalho manual de polimento com recurso a ferramentas (rebarbadoras e vibradoras) e de grande exigência, pois, normalmente, o cliente exige uma superfície perfeita sem qualquer defeito visível (exterior do conjunto) e não visível (interior do conjunto).

O processo final dá-se no setor de Embalamento onde os diferentes produtos são embalados (das mais diversas formas, dependendo da exigência do cliente) e armazenados e/ou expedidos.

3.2 Setor de Soldadura TIG e Acabamento

De maneira a que se possa compreender as dificuldades encontradas do setor de estudo em cumprir os tempos de produção previstos foi necessário *a priori* conhecer o sistema produtivo da empresa. O objetivo foi compreender a relação cliente-fornecedor (internos à empresa), analisá-la e detetar possíveis oportunidades de melhoria para melhorar o fluxo de produtos intermédios (WIP – *work in process - itens*).

Após a perfeita compreensão do funcionamento desta relação, foi possível encontrar algumas dificuldades que prejudicam a produtividade do setor de estudo e ao longo do projeto tentou-se sempre que possível combater estas dificuldades.

3.2.1. Fluxo dos produtos que chegam ao setor de estudo

Para que se entendam perfeitamente as dificuldades encontradas durante o projeto, seguidamente serão evidenciadas as etapas na cadeia produtiva dos produtos que são trabalhados na STIG.

Como já foi referido anteriormente, o processo produtivo inicia-se no setor de CL2D onde chapa de metal é cortada. Embora o setor seja composto por um total de 4 máquinas de corte laser, apenas uma delas está afeta ao corte de aço inoxidável e de alumínio. Isto porque a máquina em questão, está afeta também ao corte de chapas de espessuras inferiores a 5 mm, características dos produtos em aço inoxidável que são tratados em STIG.

Após a chapa ser cortada o colaborador que está afeto à máquina encarrega-se de separar as diferentes referências cortadas por palete, em que cada paleta tem um setor destino. Portanto, as peças são separadas tendo em conta o próximo processo produtivo que está definido na ficha de identificação de cada produto. Um exemplo desta ficha poder consultada no anexo A.

Existem atualmente dois colaboradores que se encarregam de transportar material entre os diferentes setores, com recurso a empilhadores ou a porta-paletes. Um está afeto ao turno da manhã e outro ao turno da tarde, em que os turnos funcionam das 6:00 as 14:00 e das 14:00 às 22:00, respetivamente.

Grande parte dos produtos cortados seguem para os setores de Quinagem e Ferramentaria e terminam o seu transporte em frente ao monta-cargas, onde são colocados e enviados para a cave da empresa onde está localizado o STIG, assim como o setor de Embalamento, a zona de expedição e a zona de subcontratação.

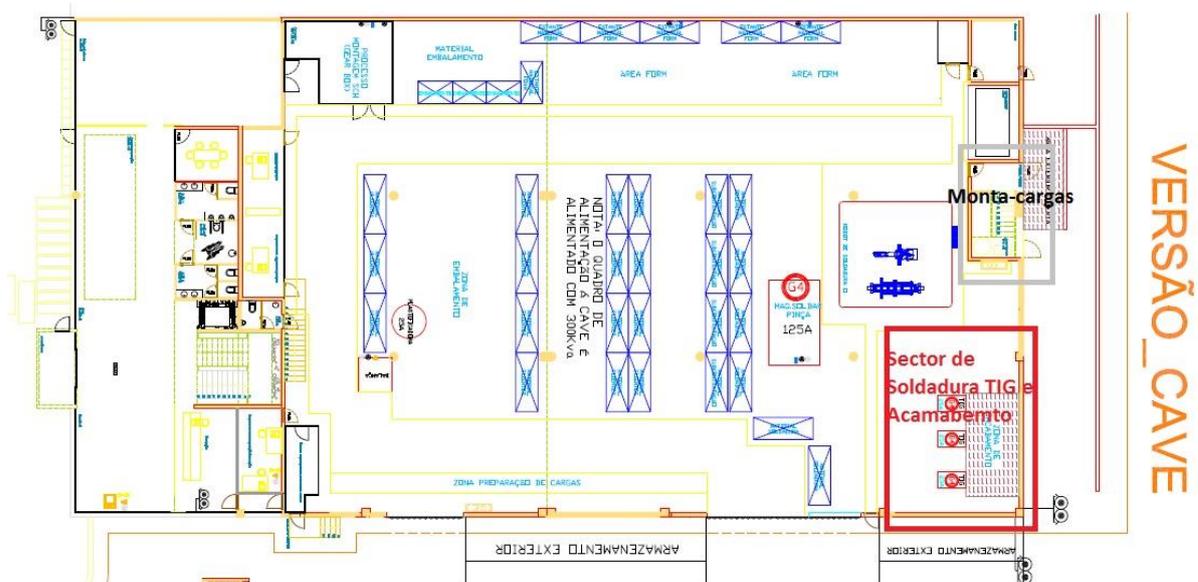


Figura 3 - Layout da cave do Pavilhão 1.

Após descerem do monta-cargas o colaborador encarregue da logística interna (transporte de produtos intermédios) com recurso a porta-paletes, leva a palete que contém artigos a serem trabalhadas no STIG, deixando-os no chão sem qualquer critério existente.

O líder de setor, normalmente, trata da preparação de material para que os soldadores possam trabalhar as referências e formar o conjunto mecânico. Também os colaboradores soldadores tratam da preparação de material quando o líder não o pode fazer. Para todos os turnos, o líder afixa uma folha com as ordens de fabrico a serem tratadas por cada soldador. Esta informação é possível obter-se igualmente no sistema informático. O objetivo da afixação desta informação é o simples escalonamento do tempo de trabalho de um soldador, para que este de uma maneira intuitiva saiba rapidamente os trabalhos que terá de realizar sem necessitar de consultar esta informação no sistema informático.

O método para preparar o material consiste em procurar nas diferentes paletes que se encontram no chão as referências de produtos (e a ordem de fabrico correspondente a cada uma delas) que estão agendadas/planeadas a serem executadas e que pertencem a um conjunto mecânico. Esta informação está no sistema informático e também se encontra na ficha de identificação do produto, a qual acompanha o produto durante todo o seu processo produtivo. As peças, à medida que vão sendo recolhidas, vão sendo colocadas numa paleta vazia até que o conjunto esteja formado e um soldador possa assim iniciar o trabalho.

O colaborador soldador após terminar o seu trabalho coloca o conjunto na paleta e leva-o para o seguinte setor, que por norma é o de Acabamento, salvo raríssimas exceções. Como já foi referido os postos de acabamento estão praticamente ligados aos postos de soldadura, o que os separa é a parede da cabine onde os postos de acabamento se encontram. Os conjuntos, ou peças, depois de estarem com o acabamento em conformidade são levados pelo colaborador que acabou a última fase do trabalho numa paleta, para o setor de Embalamento, ou para perto do monta-cargas, caso o conjunto tenha ainda que sofrer alguma transformação num dos diferentes setores.

3.2.2. Área de trabalho e capacidade do setor

O setor de estudo, relativamente à operação de soldadura, é composto por 3 mesas de trabalho para soldar, 3 equipamentos para soldar a TIG, permitindo que estejam, normalmente, 3 soldadores a trabalhar em simultâneo, durante os dois turnos. Estes turnos têm o mesmo período de duração que os turnos já mencionados no capítulo 3.2.1, e iniciam e terminam às mesmas horas. Conforme as necessidades da empresa é possível alocar soldadores afetos a outros setores (como Soldadura MIG/MAG - SMM) com recurso a uma mesa de trabalho que se encontra no setor e a uma máquina de soldar TIG que está contida num carro móvel, para facilitar o seu transporte entre setores de trabalho.

Após observação visual e recurso a entrevista aos soldadores foi possível descobrir que outras ferramentas são necessárias para a execução do trabalho, para além do equipamento para soldar. Essas ferramentas estão presentes na tabela 3. Cada soldador necessita destas ferramentas para uma boa execução do seu trabalho, no entanto, nem todos têm o mesmo método ou disciplina no que diz respeito á sua utilização.

Tabela 3 - Ferramentas e equipamento de um soldador.

Ferramentas essenciais	Martelo Nylon; Martelo Ferro; Alicate universal; Alicate pinças de pressão; Tocha; Grampos; Fita métrica; Paquímetro; Esquadro Metal; Régua com batente; Lima; Talhadeira.
Equipamento de segurança	luvas (par); Máscara de soldar; Viseira; Touca; Tampões ouvidos (par).

A cabine de acabamento é composta por 3 mesas de trabalho de tamanho não uniforme, podendo alocar até 3 colaboradores neste posto. Normalmente, estão afetos dois colaboradores a esta operação que trabalham em horário normal, o que corresponde ao período de trabalho entre as 8.30 h e as 17.30 h.

Foi aplicado o mesmo método de observação nos postos de acabamento e foram recolhidas as ferramentas e consumíveis gastos neste centro de trabalho. As ferramentas correspondem a vibradoras e rebarbadoras, e os consumíveis são, na sua maioria, lixas de diferentes grãos.

Neste centro de trabalho a utilização de lixas para polir a superfície é a atividade mais frequente, no entanto outras atividades como passivar, escovar e secar também ocorrem com frequência.

3.3 Identificação de oportunidades de melhoria no setor Soldadura TIG e Acabamento

Para que fosse possível quantificar, ou pelo menos, tentar quantificar os desperdícios encontrados no setor em análise, fez-se um estudo de métodos e tempos transversal ao setor. Isto é, em vez de se focar num determinado artigo e seguir todas as etapas de trabalho realizadas por cada colaborador/máquina, ou, por outras palavras, acompanhar o tempo de ciclo de um determinado artigo, como diz a literatura no capítulo 2, focou-se no trabalho dos colaboradores.

Para além das análises efetuadas na Soldadura TIG, foram detetados outros problemas que, de certo modo, também afetam o setor de estudo. Sempre que possível, estes problemas foram corrigidos e propostas de melhoria foram elaboradas para tal.

3.3.1 Oportunidades de melhorias identificadas pelo estudo de métodos e tempos

Com base na recolha de informação feita sobre técnicas de medição do trabalho, tentou-se criar uma técnica que se adaptasse ao paradigma deste setor. Os diferentes métodos de análise referidos na literatura não vão de encontro à realidade de trabalho encontrada, isto porque o trabalho realizado não contempla um conjunto de referências fixas de produtos que se trabalhem dia após dia, mas sim referências que normalmente diferem entre si no dia-a-dia de trabalho. Para que se tenha uma noção desta variabilidade, durante a realização do projeto foram trabalhadas mais de 2500 referências de produtos diferentes, das quais 378 foram introduzidas durante o período de realização do projeto.

Portanto, numa fase inicial foram observadas as diferentes atividades que um colaborador soldador e um colaborador que dá acabamento normalmente executam. Depois de observadas, as diferentes atividades foram agrupadas em tarefas/elementos, de maneira a que aquando da realização do estudo de métodos e tempos os elementos estivessem normalizados. Com esta abordagem pretendeu-se assim retirar complexidade ao estudo.

Estando os elementos normalizados, estes foram igualmente agrupados em tipo de elementos/categorias, dos quais se seguiu a tradicional divisão exposta na tabela 1.

Seguidamente, apresenta-se na tabela 4 a descrição de cada um dos elementos de maneira a que se compreenda perfeitamente as atividades que um elemento pode conter.

Tabela 4 - Tarefas no posto de soldadura e a sua descrição.

#ID Tarefa	Tarefa/Elemento	Descrição e Notas
1	Abrir OF	Implica que o colaborador inicie a operação de soldadura numa ordem de fabrico no sistema.
2	Regressar ao PT	Pode ser por ter ido buscar o desenho, ferramenta, peça a trabalhar, etc. Operação de movimentação. O tempo deste elemento pode ser incluído no elemento 4.
3	Planear trabalho	Contempla observação, interpretação e análise por parte do soldador antes de iniciar a operação de soldar. Ex: juntar peças a serem soldadas com recurso a ferramentas, avaliar melhor maneira para soldar, avaliar que ferramentas e consumíveis serão necessários para a realização do trabalho, se o tungsténio necessita de ser limado ou substituído, etc.
4	Deslocar-se à ferramenta/consumível necessária/o	Pode ser qualquer ferramenta ou consumível necessária para realização do trabalho. Martelo, grampos de fixação, material de adição, etc.
5	Deslocar-se ao material a trabalhar	Tempo gasto a procurar o material deve ser aqui incluído.
6	Inspecionar Tocha	Verificar se o tungsténio está em condições para a realização do trabalho, verificar se a máquina de soldar está ligada.
7	Limar/substituir tungsténio	Tempo gasto na limagem ou substituição do tungsténio do aparelho TIG.
8	Vestir/tirar equipamento	Tempo gasto para calçar luvas, vestir a viseira, vestir a máscara, etc. E tempo gasto para retirar.
9	Fixar/libertar a peça a trabalhar	Utilização de grampos ou outro tipo de ferramenta que permita fixar as peças a serem soldadas na mesa de trabalho. Ou utilização de grampos para juntar as peças para facilitar a operação de soldadura.
10	Inspecionar Peça/s a serem trabalhada	Verificar se a solda foi bem executada, se a peça tem empenos, se necessita de rebarbagem, outras. Caso a peça não esteja em conformidade para ser trabalhada deve-se incluir o tempo de espera para decidir o que fazer à peça.
11	Trabalhar peça/s	Operação de soldadura, rebarbagem, limagem e desempenar na peça.
12	Colocar peça trabalhada na palete de executados	Transportar a peça para a paleta que depois será enviada para outro setor.
13	Fechar OF	Tempo gasto na deslocação ao PC e registar no sistema o fim da operação sobre o artigo.
14	Levar palete de executados para o próximo CT ou zona de OUT	Tempo gasto no transporte da paleta com peças trabalhadas para outro setor
15	Limpar PT	Tempo que um soldador demora a limpar o posto de trabalho depois de finalizar a operação da ordem de fabrico correspondente. Tempo gasto nas deslocações aos consumíveis necessários deve ser incluído.
16	Esperar por ferramenta/máquina	Pode ser porque a ferramenta/máquina necessária estava a ser utilizada.
17	Paragem Involuntária	Quando o colaborador que está a realizar um trabalho é interrompido por algo ou alguém que não esteja previsto. Por exemplo, pode ser interrompido por algum colega que queira uma opinião para melhor realização do trabalho, ou pode ser uma interrupção por que a luz falhou, ou porque o equipamento TIG falhou, etc.

Outras atividades poderão existir como foi dito previamente, os elementos que aqui estão descritos são a base do que constitui o trabalho de um soldador.

Estes diferentes elementos foram agrupados em tipos de elementos/categorias, da forma que a seguir se apresenta na tabela 5.

Tabela 5 - Tipos de elementos e os seus elementos constituintes.

Operação	Preparação	Movimentação	Transporte	Inspeção	Espera
Abrir OF	Planear trabalho	Regressar ao PT	Colocar peça trabalhada na paleta de executados	Inspeccionar Peça/s a serem trabalhada	Esperar por ferramenta/máquina
Trabalhar peça/s	Inspeccionar Tocha	Deslocar-se à ferramenta/consumível necessária/o	Levar paleta de executados para o próximo CT ou zona de OUT		Paragem Involuntária
Fechar OF	Limar/substituir tungsténio	Deslocar-se ao material a trabalhar			
	Vestir/tirar equipamento				
	Fixar/libertar a peça a trabalhar				
	Limpar PT				

O registo de cada medição foi realizado numa folha de tempos (ANEXO B) criada para este estudo no momento da observação e, mais tarde, a informação contida nas folhas de tempos foram passadas para formato digital, neste caso para um *template* criado (para o estudo) em Microsoft Excel, para que depois os dados pudessem ser devidamente tratados (ANEXO C).

No total foram realizadas 18 medições, ao posto de soldadura, no entanto só entraram para a análise 16 destas medições uma vez que as duas primeiras, devido a alguma falta de experiência em registar tempos, alguns continham erros e não seguiram o modelo das restantes medições realizadas.

Cada medição foi realizada em períodos diferentes do dia de trabalho com recurso a cronómetro, de maneira a que se pudesse obter medições de todos os soldadores que trabalham neste posto. O período de medição foi, em média, de aproximadamente 45 minutos, e a escolha deste período foi devida ao facto de, após as observações iniciais feitas, considerar-se suficiente para medir pelo menos uma vez os elementos descritos em cima. No total foram registadas aproximadamente 12 horas, 13 minutos e 25 segundos de observação.

Foram também realizadas medições aos colaboradores que dão acabamento às peças depois destas serem soldadas, seguindo o método descrito anteriormente que foi aplicado aos soldadores. No entanto, após 5 medições chegou-se rapidamente à conclusão que a *muda* neste

posto era bastante reduzida pelo facto de neste posto trabalharem apenas dois colaboradores e os tempos de espera serem praticamente nulos.

Após a análise de dados estar concluída verificou-se que a maior parte do tempo é gasta em elementos pertencentes ao tipo de elemento de Operação, como seria de esperar. Seguidamente segue-se o tipo de elemento Preparação que tem um peso de 24%, cerca de 2 horas e 52 minutos. Praticamente teve o mesmo peso que o somatório dos restantes tipos de elementos. Somando os pesos da Movimentação, Transporte, Inspeção e Espera obtém-se um peso total de 28%, o que corresponde a um total de 3 horas e 6 minutos.

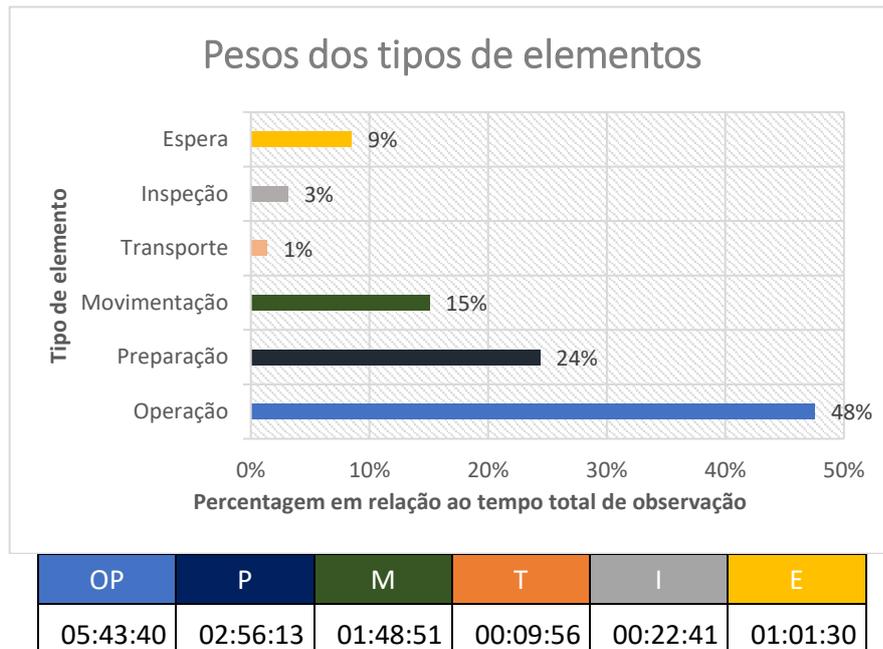


Figura 4 - Pesos dos tipos de elementos no tempo total de observação registado.

A baixa percentagem dos elementos correspondentes ao Transporte deve-se em parte pelo facto de ter sido uma atividade que não foi muitas vezes executada aquando das medições que foram realizadas, assim como pelo facto de um destes elementos implicar o transporte de uma peça numa distância, muita das vezes, não superior a 2 metros.

Com recurso a esta análise e à observação diária constante do trabalho que se realiza neste setor, foi possível rapidamente identificar desperdícios e sempre que possível corrigi-los com recurso a ferramentas *Lean* que não envolveram grande investimento.

Primeiro, será sensato demonstrar, para cada um destes tipos de elementos, o peso que cada elemento tem. Isto é, cada atividade descrita anteriormente na tabela 5 foi mais, ou menos, preponderante em cada tipo de elemento.

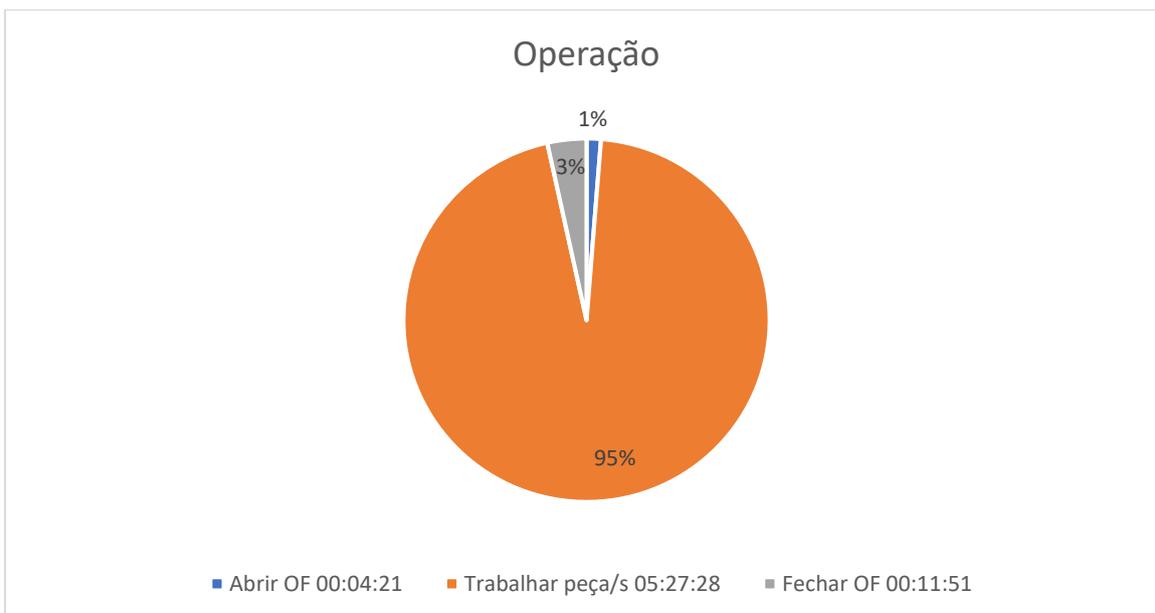


Figura 5 - Peso dos elementos na categoria Operação.

O elemento “Trabalhar a peça” é claramente o elemento mais forte na “Operação”, o que faz todo o sentido pois abrir, ou fechar, uma ordem de fabrico no sistema informático é uma operação relativamente simples e que não dura mais que, aproximadamente, 30 segundos.

Para além disso, este elemento engloba as atividades que se requer que um soldador efetue durante o seu período de trabalho.

No que diz respeito ao tipo de elemento/categoria “Preparação”, são as atividades do elemento “Planear Trabalho” que ocupam grande parte do tempo como é visível na figura 6.

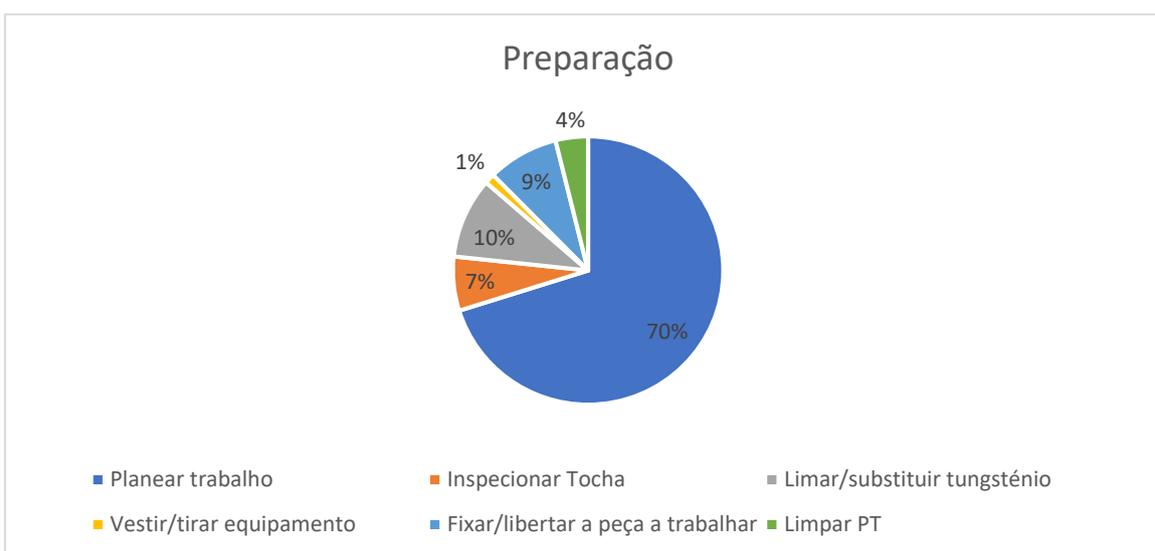


Figura 6 - Peso dos elementos na categoria Preparação.

Isto deve-se ao facto de que os artigos trabalhados neste posto, como já foi dito anteriormente, variarem constantemente, e muitas das vezes se tratarem de novos artigos, o que dificulta a criação de normas no método de trabalho. Como tal, é bastante razoável que um soldador tenha de interpretar o desenho de conjunto, avaliar como iniciará o seu trabalho, isto

é, sabendo as condições impostas pelo cliente, definir que peças solda primeiro, como as deve posicionar para facilitar o trabalho e que ferramentas irá utilizar durante todo o processo.

Os restantes elementos desta categoria implicam tarefas que são extremamente necessárias à boa realização do trabalho, assim como à preservação da segurança durante todo o processo e por isso aqui as oportunidades de melhoria foram reduzidas.

Foi possível observar que alguns soldadores se dirigiam às limadoras demasiadas vezes para retirar depósitos que se agarravam ao tungsténio aquando da operação de soldadura. Isto acontecia porque o soldador gastava apenas uma vara de tungsténio, e como consequência o elemento “Inspeccionar tocha” ganhava mais peso pois o soldador tinha de verificar frequentemente se o tungsténio estava demasiado curto ou demasiado sujo para trabalhar determinado artigo. Por outro lado, outros soldadores optavam pelo método de utilizar várias varas de tungsténio, fazendo apenas uma operação de limagem sobre todas as varas e, posteriormente durante a realização do trabalho trocava-las frequentemente, evitando ter de inspeccionar a tocha e ter de continuamente dirigir-se à limadora. Este método foi mais tarde sugerido a todos os soldadores.

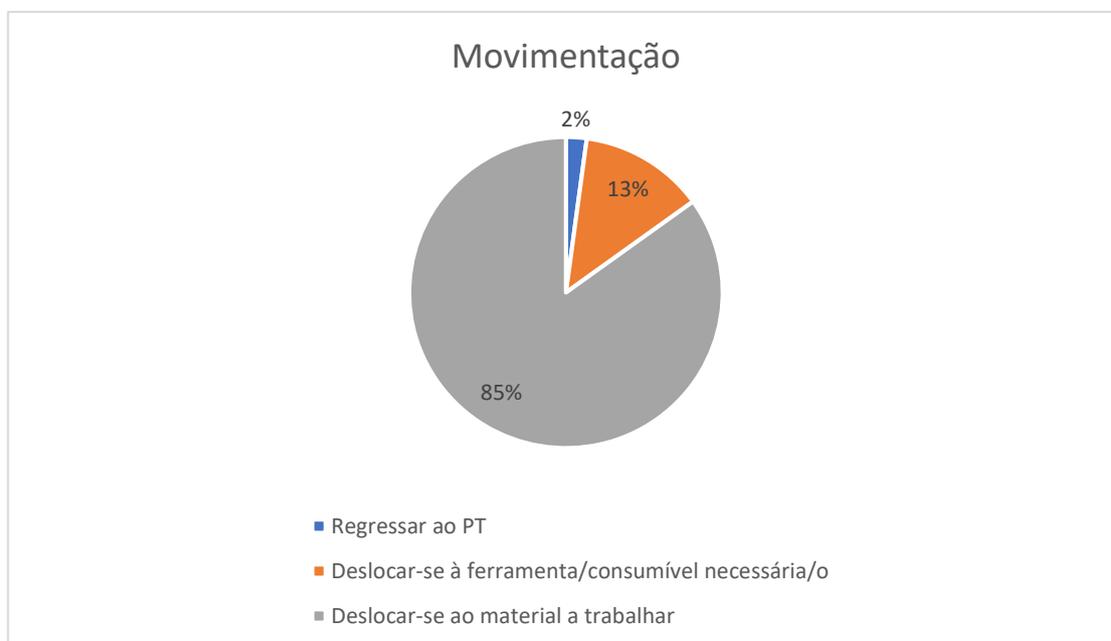


Figura 7 - Peso dos elementos na categoria Movimentação.

Para os elementos constituintes da categoria de Movimentação foi possível observar que o elemento que representa grande parte da atividade é a deslocação ao material (peças/artigos) que tem de ser preparado, ou se se preferir, reunido, para se efetuar a operação de soldadura. Obviamente que a operação de soldadura implica a junção de, pelo menos, duas peças e se uma delas não estiver presente a partir do momento em que o colaborador inicia uma ordem de fabrico, este fica impossibilitado de realizar o seu trabalho. Portanto, este elemento, engloba o tempo de procura das peças que o soldador necessita reunir para realizar a ordem de fabrico que o líder de setor definiu no plano de trabalho, daí o seu peso ser de 85%.

Pelo facto de as medições efetuadas não terem durações longas, e pelas horas a que foram realizadas, não é possível demonstrar os tempos gastos para reunir o material, com algumas exceções que podem ser revistas nos registos efetuados. Alguns registos demonstram mais de 30 minutos para preparação de material e inclusive alguns demonstram que o colaborador após ter procurado as peças necessárias a trabalhar, efetivamente não as encontrou na totalidade e teve mesmo de suspender a ordem de fabrico por impossibilidade de realizar o

trabalho. No entanto, com recurso à constante observação e a questionários ao líder de setor e aos diferentes colaboradores envolvidos neste projeto chegou-se à conclusão que grande parte da *muda* gerada se devia à procura de material.

A clara falta de organização no setor dificultava a localização dos artigos necessários para agrupar um conjunto que teria de ser soldado. A figura 8 demonstra claramente a falta de ordem e organização do setor, assim como o fraco aproveitamento dos recursos para armazenagem, nomeadamente as estantes. Os artigos que se encontram nas estantes não estavam registados, o que igualmente dificulta a sua localização.



Figura 8 - Situação real da alocação de paletes de produtos no setor Soldadura TIG e Acabamento.

As paletes com artigos destinados a serem soldados neste setor são colocadas sem ordem alguma no chão, o que impossibilita o acesso a outros artigos que estejam nas estantes, tornando estas redundantes para o processo de armazenagem de artigos. Como é descrito no capítulo 3, estas mesmas paletes que chegam ao setor, percorrem diferentes setores, e as peças que circulam nas paletes passam por diferentes colaboradores, aumentando assim a probabilidade de ocorrência de erro humano e se realizar uma errada separação das peças. O fluxo fica assim prejudicado pois é necessário lançar uma nova ordem de fabrico no sistema para repor os artigos em falta. Operações que estejam a decorrer sobre outros artigos têm de ser interrompidas para que os artigos em falta sejam trabalhados e posteriormente expedidos.

O elemento “Deslocar-se à ferramenta/consumível necessário” contém um peso significativo e isto deve-se à falta de organização das ferramentas no setor.

Os itens que constituem a lista da tabela 3 não se encontram num local pré-definido, pois é possível encontrar diferentes itens misturados na mesma localização como se observa na figura 9. Alguns colaboradores, no entanto, têm a sua própria mala de trabalho e preferem guardar algumas ferramentas na sua posse. Estas malas ficam guardadas em armários que se encontram no setor.



Figura 9 - Situação atual da alocação de ferramentas de trabalho (topo esquerdo). Localização atual dos gabarits de soldadura (topo direito). Localização dos *gabarits* de soldadura com maior detalhe (centro inferior)

Para além destas ferramentas, a utilização de *gabarits* não é estranha aos soldadores. Os *gabarits* são projetados para facilitar e acelerar o trabalho dos artigos que são mais vezes trabalhados. Estes *gabarits* encontravam-se sobre quatro paletes que estavam nas estantes e cujo o acesso era bastante complicado e esforçoso, como se constata na figura 9. O tempo que um soldador perdia cada vez que se deslocava aos *gabarits* e procurava pelo necessário para trabalhar determinado artigo foi também contabilizado no elemento “deslocar-se à ferramenta/consumível necessário”. A falta de normas era, portanto, bastante evidente.

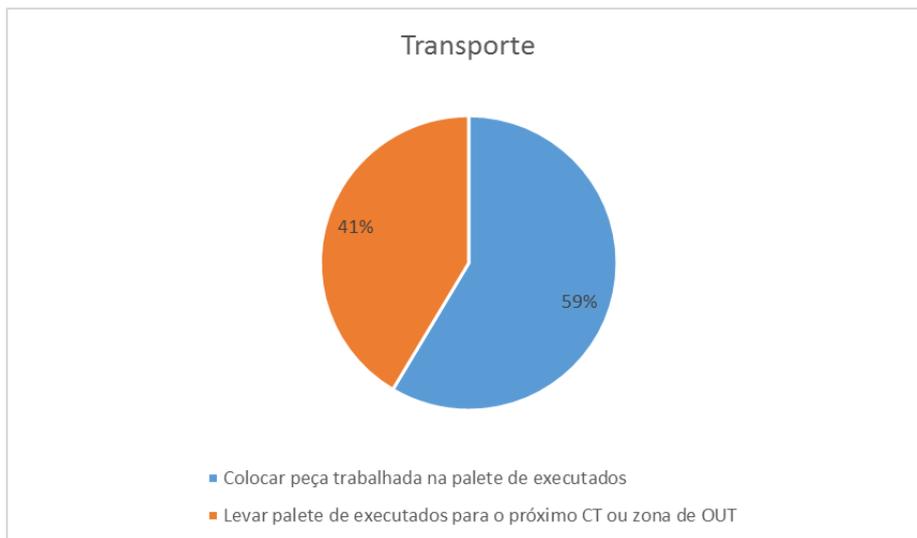


Figura 10 - Peso dos elementos na categoria Transporte.

O tipo de elementos “Transporte”, que ocupou uma percentagem bastante reduzida (cerca de 1%) das medições efetuadas, deveu-se em grande parte ao facto de o transporte de uma paleta com artigos já soldados ser bastante curto. Isto porque, quase todos os artigos, depois de soldados passam imediatamente para o posto de acabamento, que é incorporado no setor e apenas é separado fisicamente dos postos de trabalho dos soldadores. Esta operação, assim como a operação de colocar um artigo trabalhado na paleta de executados, são operações que se executam muito rapidamente.

Para finalizar a análise do estudo, os períodos de espera não foram muito preocupantes na análise feita e percebeu-se que o grande peso do elemento “paragem involuntária” se deve, mais uma vez, ao facto de muitas das peças trabalhadas serem novas, o que leva a que os colaboradores interrompam o trabalho de outros colegas de maneira a obter algum auxílio e outra perspetiva de como executar o processo de soldadura. Embora as paragens involuntárias representem a maioria do peso nesta categoria, elas favorecem o trabalho em equipa o que provoca a melhor relação entre os colaboradores e uma aprendizagem contínua.

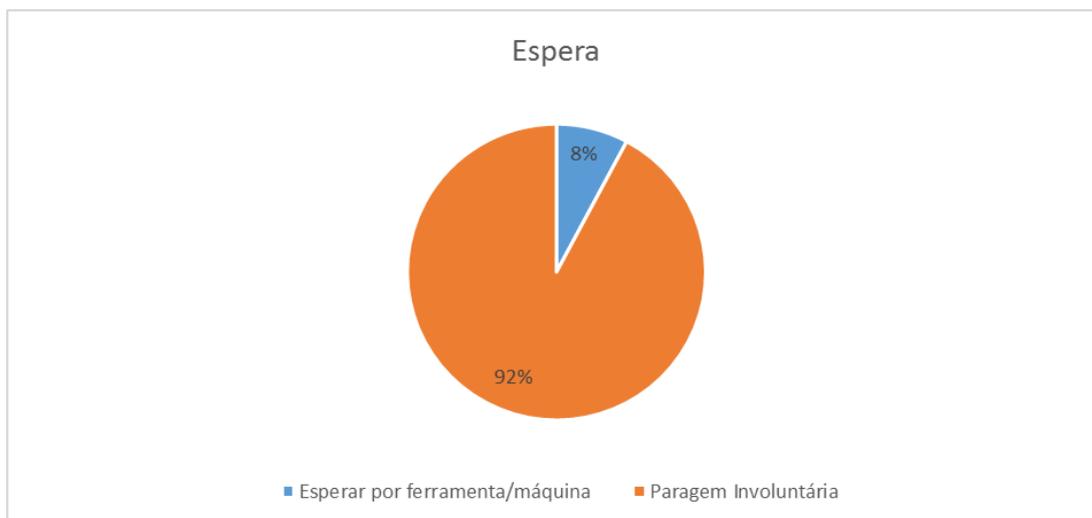


Figura 11 - Peso dos elementos na categoria Espera.

O tipo de elemento Inspeção e o único elemento a ele associado provocam de certa forma *muda* no processo. Esta tarefa é executada praticamente sempre que se trabalhava um novo produto, ou se o produto trabalhado requeria uma solda mais cuidada e os soldadores têm de confirmar se esta, à medida que é feita, não causa empenos na peça, nem danifica o material. Naturalmente estas atividades atrasam os tempos produtivos, mas são praticamente inevitáveis.

3.4 Outros problemas detetados

Seguidamente serão apresentados outros problemas que foram detetados fora do contexto do setor de que foi objeto de estudo. No entanto, as dificuldades encontradas influenciam o fluxo dos produtos que chegam ao setor. Existem ineficiências que são provocadas bem no início do processo produtivo e que devem ser eliminadas o quanto antes.

3.4.1 Postos de acabamento

No posto de acabamento também foi possível detetar algumas falhas de gestão, nomeadamente, dos seguintes pontos:

- Consumíveis;
- Ferramentas/máquinas;
- Espaço.

Quanto aos consumíveis, cada colaborador, com recurso a ferramentas elétricas manuais, gasta lixas de diferentes grãos quando dá acabamento às peças. O grão da lixa varia com o artigo que se está a trabalhar, no entanto, existe uma família, se se quiser chamar, de consumíveis que são gastos com maior frequência. Esta informação foi obtida com recurso a entrevistas aos colaboradores e a períodos de observação do trabalho dos mesmos.

Estas lixas de alta rotação estavam armazenadas juntamente com lixas que se utilizam ocasionalmente e que ocupam bastante espaço nos armários onde se encontram, não se justificando assim a permanência da sua quantidade excessiva. A má ocupação destes espaços leva à colocação de consumíveis de alta rotação em sítios não determinados, o que gera *muda* na procura destes e desordem no posto de trabalho, pois muitos destes itens são colocados nas mesas de trabalho.



Figura 12 - Estantes de consumíveis nos postos de acabamento.

A gestão de ferramentas também é algo problemático, pois não existe qualquer registo de quem as possui. As ferramentas de trabalho mais utilizadas são a vibradora, ferramentas elétricas e com um custo razoável. Outro ponto de má gestão era a frequência com que colaboradores de outros setores, nomeadamente de Soldadura MAG, se dirigiam ao setor de análise e levavam estas mesmas ferramentas para os seus postos de trabalho e não notificavam ninguém, o que por vezes causava *muda* neste setor pois as ferramentas necessárias para a realização do trabalho não se encontravam no posto e o colaborador tinha de se dirigir ao líder de setor, ou a outro setor, para ir buscar a ferramenta que havia sido tirada.

A gestão do espaço também não era a melhor visto haverem no posto recursos que não eram utilizados com frequência e outros que estavam inoperáveis. Esta má gestão prejudica a movimentação de paletes para este posto, que eram colocadas mediante o espaço disponível.

3.4.2 Setor de Soldadura MIG/MAG

Juntamente com o líder do setor e com o responsável pela produção, estudou-se se as análises feitas ao setor de Soldadura TIG, se identificavam com oportunidades de melhoria que existiam no setor de Soldadura MIG/MAG. Este setor, ao par do setor Soldadura TIG, também contém problemas bastantes similares, nomeadamente a localização de produtos intermédios. Neste setor também existia uma gestão ineficiente dos recursos de armazenagem, e o processo de reunião dos artigos necessários para serem soldados também era muito moroso e *muda* era gerada com facilidade.

3.4.3 Sistema informático da Empresa

Durante o período de execução do projeto surgiu a possibilidade de reformular o sistema informático, pois a empresa teve a necessidade de acrescentar e registar informação que pelo sistema que está em vigor não é possível.

A empresa subcontratou uma empresa especializada na criação de sistemas informáticos para que esta reformulasse o sistema informático, mediante as novas rotinas que a empresa pretendia adicionar.

Entre vários pontos estudados por outros colaboradores envolvidos no projeto, um deles prendeu-se com a necessidade de incluir informação sobre a localização de WIP em tempo real, que até à data não era possível e acrescenta *muda* ao processo produtivo.

3.4.4 Alimentação de chapa às máquinas de corte laser

Grande parte da *muda* gerada na produção começa efetivamente no seu primeiro processo, o corte de chapa. Isto deve-se ao facto de se recorrer constantemente a empilhadores para trazer, e levar, paletes do armazém de matérias-primas. O facto de só haver 2 pontes disponíveis para 4 máquinas que trabalham a 3 turnos por vezes provoca filas de espera, uma vez que a velocidade destas pontes é bastante baixa.

Surgiu então a oportunidade de inserção num projeto de automação de alimentação de chapa às máquinas de corte laser. A empresa subcontratou outra empresa para realizar o projeto, no entanto, o trabalho conceptual foi elaborado internamente. No projeto esteve envolvido o autor, o engenheiro Francisco Santos e o diretor de projetos Ricardo Nogueira.

4 Propostas de melhoria e pontos de ação

Após identificadas as oportunidades de melhoria através do estudo de métodos e tempos e da observação visual foram elaboradas propostas de melhoria, algumas das quais foram implementadas durante a realização do projeto, enquanto outras apenas ficaram pelo nível conceptual.

Seguidamente irão ser descritos os pontos de ação, nos quais as ferramentas *Lean* foram utilizadas e serviram quase sempre de base para a correção dos problemas. Destas ferramentas destacam-se a utilização dos princípios dos 5S, da gestão visual e do sistema *just-in-time*.

4.1 5S aplicado ao Setor de Soldadura TIG e Acabamento

Nos próximos pontos será descrita a metodologia que foi aplicada aos postos de soldadura e nos postos de acabamento. Serão também descritas as alterações efetuadas e os seus objetivos no contexto do projeto.

4.1.1 5S nos postos de Soldadura

Como primeira medida para combater a desorganização descrita no capítulo 3 recorreu-se à ferramenta *Lean 5S*. A aplicação do *Seiri*, a primeira etapa dos 5S, consistiu em classificar e separar tudo o que se encontrava no setor que já não era utilizado ou cuja a sua utilização não era superior a uma vez num período de 30 dias. Com o auxílio dos soldadores foi possível retirar bastantes resíduos do espaço de trabalho. A experiencia dos colaboradores foi bastante importante pois estes detinham um maior conhecimento do que já não era relevante para auxiliar o trabalho dos mesmos.



Figura 13 - Alguns itens eliminados após a primeira etapa dos 5S.

Os resíduos foram separados em duas categorias, o que se considera lixo e outras ferramentas e consumíveis que, por terem um valor considerável não foram imediatamente descartadas sendo que mais tarde a avaliação da sua importância ficou a cargo do líder de setor.

Após a eliminação dos resíduos, procedeu-se para identificação de todas as ferramentas que eram essenciais para que um soldador pudesse realizar qualquer trabalho. Esta lista está descrita no capítulo 3.

Uma vez identificadas todas as ferramentas que se encontravam nos postos de trabalho, foi necessário aloca-las para que todos os soldadores soubessem rapidamente onde as encontrar. Um dos recursos que aquando da etapa de *Seiri* foi considerado como inútil, mais tarde revelou-se bastante importante para alocação das ferramentas. Este recurso era um carro móvel destinado exclusivamente para guardar ferramentas, mas que apenas estava a ocupar espaço e não tinha qualquer utilização. Este encontrava-se com bastante sujidade mas era claro que poderia proporcionar uma mais valia, o facto de este se poder mover e ter uma capacidade mais que suficiente para guardar as ferramentas essenciais era o que se pretendia.

Rapidamente se recuperou este recurso que após uma lavagem intensiva passou a guardar todas as ferramentas necessárias. Para que rapidamente se identificassem as gavetas onde as ferramentas se encontravam foram colocadas etiquetas nas mesmas, seguindo-se os princípios da gestão visual. O objetivo aqui foi claro e cumprido, eliminar movimentações desnecessárias e *muda* na procura das ferramentas.



Figura 14 - Carro de ferramentas inutilizado e sujo (esquerda). Carro de ferramentas rehabilitado com divisórias com identificação (direita). Um dos resultados a aplicação da 2ª etapa dos 5S.

Estando as ferramentas essenciais devidamente alocadas passou-se para a separação dos *gabarits* de soldadura, outro problema encontrado durante o estudo de métodos e tempos e que está igualmente descrito no capítulo 3.

Procedeu-se então, em primeiro lugar, para a sua separação. Os *gabarits* encontram-se com marcações e praticamente todos têm uma referência gravada. Esta referência é similar à referência do artigo que será trabalhado no *gabarit*, com a exceção de que a referência do

gabarit tem mais um caracter (uma letra). Portanto, separaram-se todos os *gabarits* por referências e, conseqüentemente, por clientes, já que os primeiros 4 números da codificação da referência remetem à identificação do respetivo cliente. Os *gabarits* que não continham identificação foram guardados numa paleta para mais tarde o líder de setor avaliar a sua importância e identifica-los.

Uma vez estes estando separados, foram, sempre que possível, colocados em caixas de plástico. Estas caixas por sua vez foram colocadas sobre uma paleta e esta foi inserida na estante mais distante dos postos de trabalho por o simples motivo de esta estante não estar afeta ao armazenamento de produtos intermédios. Os *gabarits* de maior dimensão foram colocados numa paleta com talas de madeira, por não haver melhores recursos disponíveis onde estes poderiam ser armazenados.

Recorrendo mais uma vez aos princípios da gestão visual, foi colada uma etiqueta em cada caixa com as abreviaturas de cada cliente que são atualmente utilizadas. As abreviaturas de cada cliente contêm 3 letras que ajudam facilmente a identificar de que cliente se está a tratar. De maneira a reduzir o tempo de identificação do *gabarit* necessário foi também colocada na etiqueta a codificação interna de cada um dos clientes, já que alguns colaboradores estão ambientados a olhar para esta codificação e associar ao cliente em questão.

A disposição das caixas com os *gabarits* na paleta foi determinada baseada numa análise de *Pareto* em que os parâmetros da análise foram o número de ordens de fabrico lançadas por cada cliente e as quantidades de artigos produzidos em cada ordem de fabrico. Estes dados foram obtidos no sistema informático da empresa, e remetem para todo o ano de 2016 e de janeiro a abril de 2017. A conjugação destes parâmetros permitiu identificar quais os clientes mais relevantes e por consequência quais *gabarits* eram normalmente mais utilizados. De maneira a se obter uma confirmação dos dados analisados, recorreu-se novamente a questionários aos soldadores e ao líder de setor que pela sua experiência confirmaram a relevância desta análise.

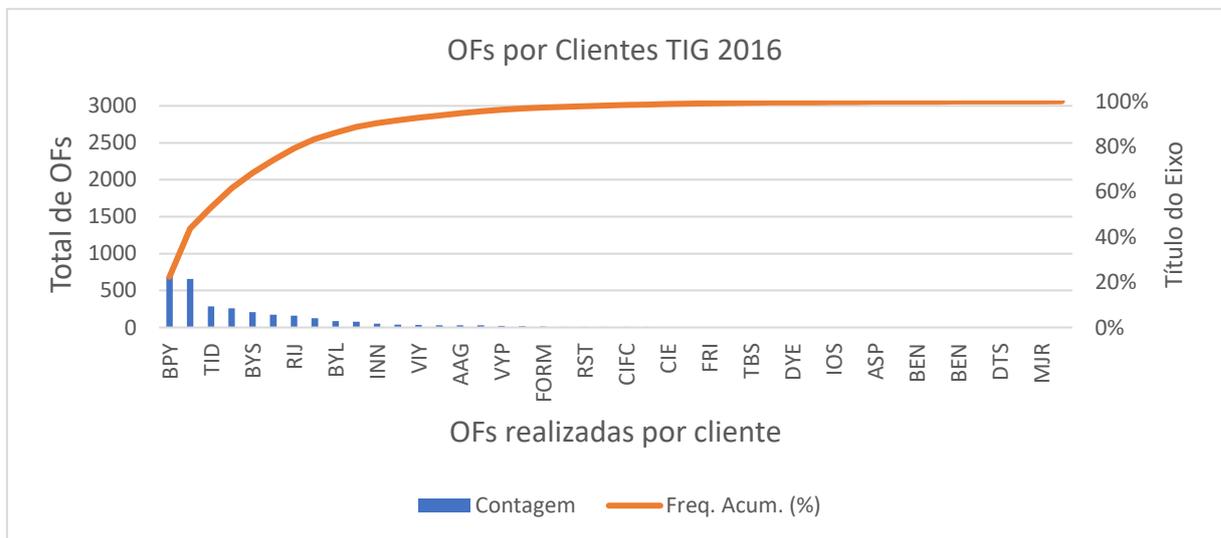


Figura 15 - Análise de *Pareto* para determinar clientes com mais ordens de fabrico produzidas. (período: início de Janeiro de 2016 a Dezembro de 2016)

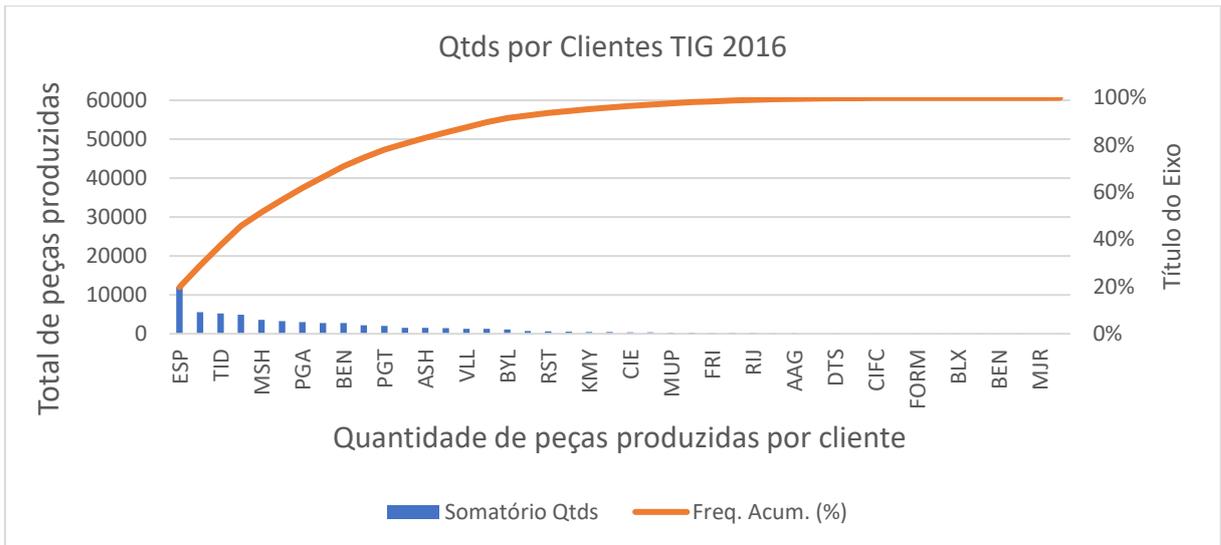


Figura 16 - Análise de Pareto para determinar clientes com mais peças produzidas. (período: início de Janeiro de 2016 a Dezembro de 2016)

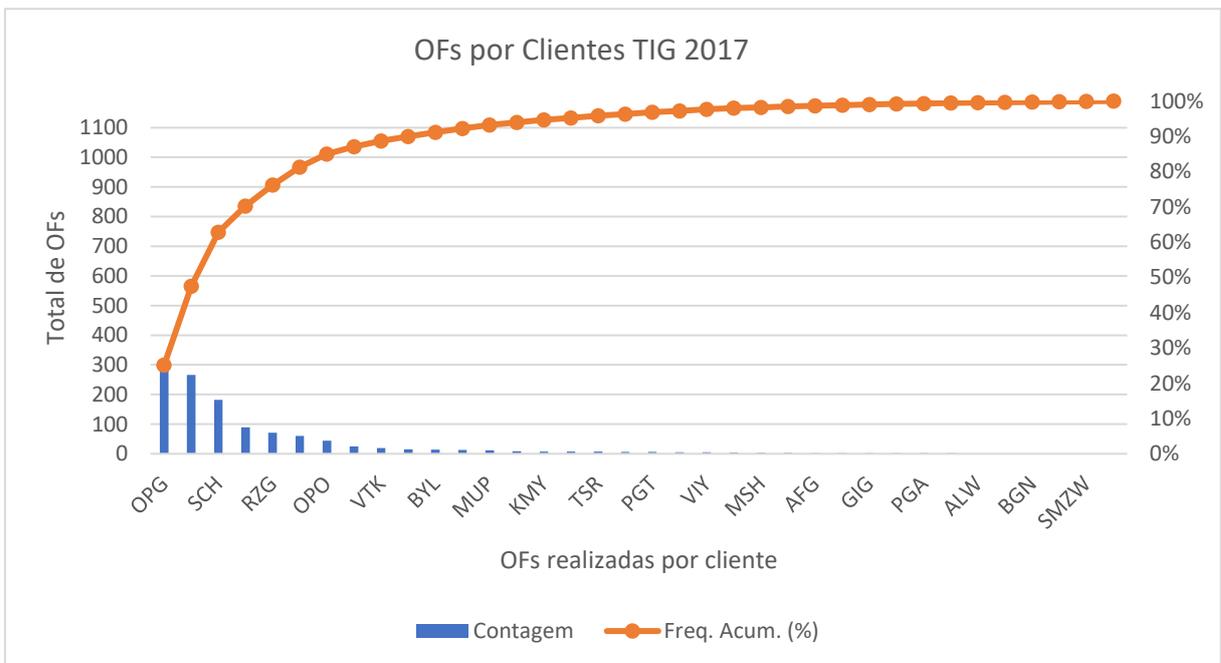


Figura 17 - Análise de Pareto para determinar clientes com mais ordens de fabrico produzidas em 2017 (período: início de Janeiro ao final de Março).

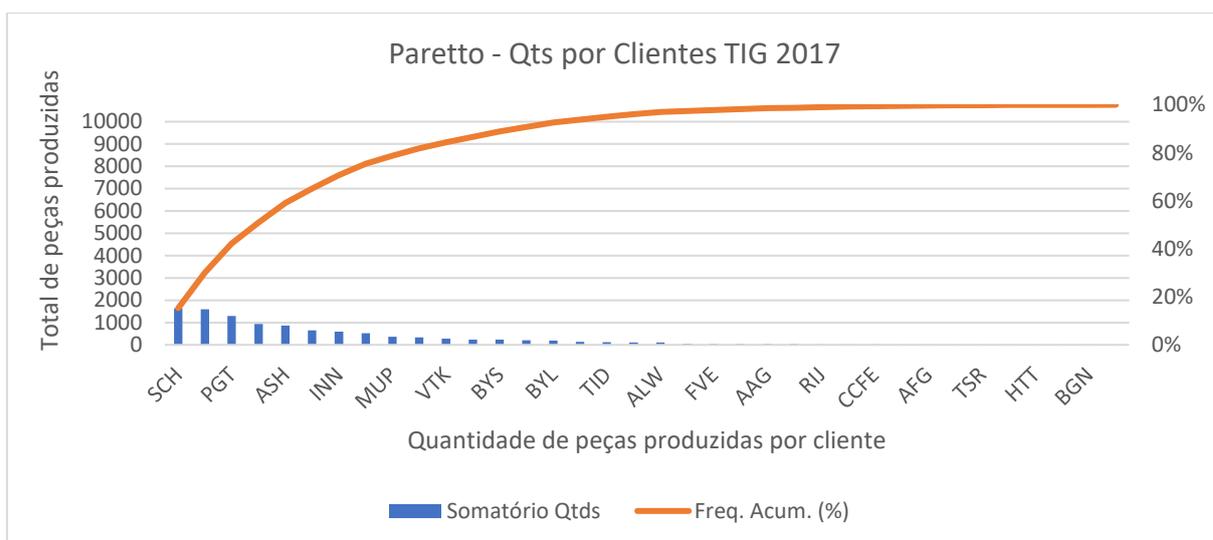


Figura 18 - Análise de *Pareto* para determinar clientes com mais peças produzidas. (período: início de Janeiro ao final de Março)

Da análise efetuada chegou-se à conclusão que os *gabarits* que eram mais vezes utilizados eram os pertencentes aos clientes BPY, ASH, OPG e SCH. Para revisar a análise sugere-se consulta do ANEXO F.

Para melhorar ainda mais o acesso aos *gabarits* foi proposto a inserção destes num carro móvel idêntico ao demonstrado no ANEXO G. Este carro por sua vez seria inserido na estante no lugar da atual palete que contém as caixas com os *gabarits* e funcionaria como uma espécie de gaveta. Os objetivos da utilização deste carro prendem-se a questões ergonómicas e eliminação de *muda*. Quanto ao nível ergonómico, o esforço por parte dos colaboradores para retirar o *gabarit* necessário seria bastante inferior ao processo de retirar caixas sobrepostas umas nas outras, até ser possível retirar o *gabarit* pretendido. Quanto á *muda* gerada neste processo, esta seria também reduzida pois o processo seria bastante mais rápido. Isto porque, primeiro, o colaborador tem que utilizar o porta-paletes para retirar a palete com as caixas, e este nem sempre se encontra disponível, segundo, o colaborador tem de mover as caixas e depois repô-las na ordem que as encontrou. O custo associado a estes carros é de aproximadamente 200 euros.



Figura 19 - *Gabarits* de soldadura separados em caixas, por cliente. 2ª fase dos 5S.

Esta proposta está a ser ponderada pelo responsável da produção e por outras entidades da empresa que controlam os orçamentos gastos em melhorias.

4.1.2 5S nos postos de Acabamento

O mesmo método de trabalho foi aplicado aos postos de acabamento e tal como nos postos de soldadura, em primeiro lugar procedeu-se para a eliminação dos resíduos e identificação de ferramentas essenciais ao trabalho. Para eliminar os problemas descritos no capítulo 3, foram feitas duas propostas de melhoria.

A primeira consiste em que todos os consumíveis gastos nos postos de acabamento passassem a ser controlados na zona de *picking* da fábrica, deixando apenas um stock mínimo de consumíveis nos postos de maneira a evitar movimentações desnecessárias, visto esta zona encontrar-se no piso acima do setor em questão. Esta zona de *picking* é atualmente responsável por controlar todos os consumíveis gastos por outros setores da empresa, então o mais natural seria também controlar os consumíveis gastos deste setor. Os objetivos desta proposta são:

- Economizar na compra de consumíveis;
- Evitar que mais que um colaborador requisite a compra de determinado consumível – apenas o líder de setor estaria encarregado de informar que consumíveis são necessários comprar;
- Aumento da área de trabalho do setor de Acabamento – pela consequente realocação dos consumíveis para outro local;
- Ocupação da área de trabalho destinada apenas para recursos utilizados pelos colaboradores (nomeadamente as mesas de trabalho);

A proposta foi aceite e o método implementado, reduzindo-se assim o espaço de ocupação destes consumíveis no setor como é visível na figura 19.



Figura 20 - Aplicação da primeira e segunda etapas dos 5S nos consumíveis de acabamento.

A segunda proposta consiste em controlar a localização e o estado das ferramentas utilizadas nos processos de acabamento ao passarem também para a zona de *picking*. Esta proposta requer criar um inventário das ferramentas e identificá-las devidamente. O líder do setor, mediante do plano de trabalhos para cada dia, estaria encarregado de requisitar as ferramentas e de entregá-las a cada colaborador, sendo feito um registo da atribuição das ferramentas. No fim do turno cada colaborador teria que devolver as ferramentas ao líder do setor e este entrega-las novamente na zona de *picking*. Os objetivos desta proposta são:

- Controlar o estado em que as ferramentas se encontram;

- Responsabilizar colaboradores que requisitam as ferramentas de maneira a que estas se encontrem sempre em bom estado;
- Evitar paragem de trabalho por falta de ferramentas;
- Evitar deslocações inúteis na procura de ferramentas;

Esta proposta não foi ainda aprovada e ainda está a ser estudada pelo orientador do projeto na empresa.

4.2 Armazenamento de WIP itens

Como foi descrito previamente, grande parte da *muda* gerada neste setor era devido ao facto de não haver qualquer registo da movimentação e armazenamento de WIP. Este problema gerava grandes ineficiências no cumprimento de prazos de entrega de vários artigos. Foi, portanto, necessário reestruturar o método de armazenamento destes artigos.

Em primeiro lugar foi realizado um estudo de duração de duas semanas no setor de maneira a estimar a média de paletes que se encontravam no chão do setor e o número de alvéolos livres que existiam nas estantes disponíveis para armazenar produtos intermédios neste setor. Existem um total de 6 estantes com capacidade para guardar 16 paletes cada uma, totalizando 96 localizações. De realçar que muitos destes alvéolos encontravam-se ocupados com paletes nas quais estavam poucos artigos, provocando ineficiência do aproveitamento do espaço. Na figura 21 pode-se verificar uma solução face ao mau aproveitamento do espaço disponível nas estantes. Os artigos estavam previamente dispostos aleatoriamente numa estante, ocupando várias localizações escusadamente. Esta solução permitiu poupar 4 localizações.



Figura 21 - Solução realizada para obter espaço nas estantes.

O estudo revelou que estavam em média no chão cerca de 31 paletes, logo seria possível começar a alocar todo o material que chegava a este setor nas estantes. Este estudo pode ser observado no ANEXO H.

Por si só, a alocação do material às estantes apenas iria criar um melhor aproveitamento do espaço, no entanto, não seria suficiente para reduzir a *muda* da procura de material que é necessário reunir para depois ser soldado e formar um conjunto visto que não existe registo de que material se encontra nas estantes.

Foi então elaborado um programa informático em VBA (*Visual Basic for Applications*) na ferramenta informática do Microsoft Excel para criar registos da localização de todo o material que chegava ao setor. Ao programa foi dado o nome de “WIP IN RACKS” (produtos intermédios nas estantes).

O programa consiste, de uma forma intuitiva e simples, registar a ordem de fabrico correspondente a determinado artigo que está em produção, e que está visível na “ficha de identificação do produto”. Uma ordem de fabrico é um número único que acompanha a referência do artigo que se vai produzir. Os dados ficam registados numa folha Excel, à qual só tem acesso o autor do programa, o líder de setor e o Responsável da Produção, pois o seu acesso só é permitido através do código do programa, que por sua vez está protegido por palavra pass. O programa também permite o oposto, isto é, apagar da base de dados o registo de uma ordem de fabrico que se encontra na base de dados.

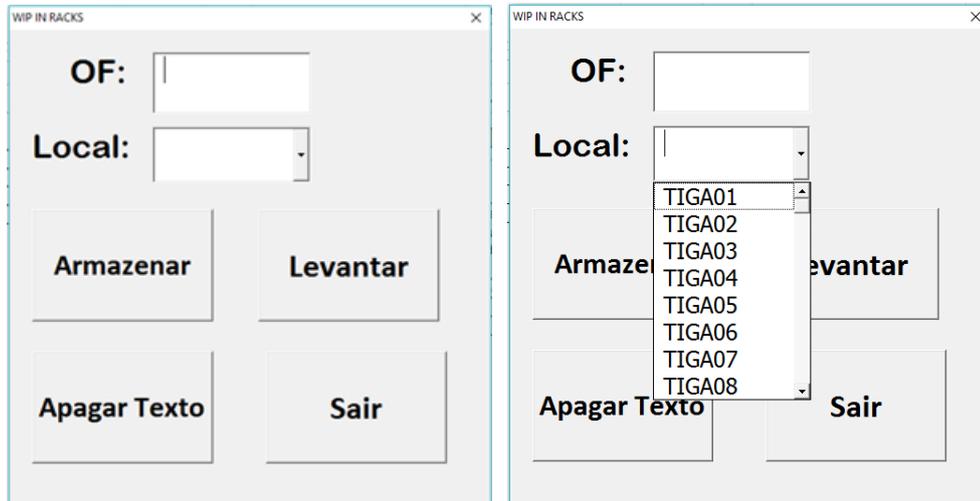


Figura 22 - Imagem do *userform* do programa WIP_IN_RACKS.

Cada registo efetuado, associa a ordem de fabrico a um alvéolo das estantes, onde o artigo será armazenado. Esta operação é feita ao clicar-se no botão “Armazenar”. A lista de alvéolos contém 80 localizações possíveis. A sua codificação, como está visível na imagem da direita da figura 22, lê-se como está descrito na tabela 6.

Tabela 6 - Codificação de um alvéolo de uma estante.

Exemplo: TIG	Exemplo: A	Exemplo: 01
Setor onde se encontram as estantes.	Letra correspondente à identificação da estante.	Número que corresponde à identificação do alvéolo.

Depois de um registo ser feito, basta escrever o número da ordem de fabrico que a localização é imediatamente devolvida na *msgbox* com o rótulo “Local:”. O botão “Levantar” consiste em inserir o número da ordem de fabrico e eliminar o registo da base de dados.

Uma vez percebida a arquitetura do programa deve-se realçar que durante a construção do programa teve-se alguma atenção na criação de bloqueios para reduzir a probabilidade de ocorrência de erro humano.

O primeiro bloqueio criado foi o de se optar por registar ordens de fabrico. Esta é composta unicamente por números e neste momento esse número está na casa dos 6 dígitos. A referência do artigo contém números e letras e tem no mínimo 13 caracteres. Como o registo é feito com recurso a um teclado, obviamente que escrever uma ordem de fabrico é mais rápido que escrever uma referência. Por outro lado, como a ordem de fabrico é um número único, uma vez registado, tem uma correspondência direta com uma, e apenas uma, localização. Caso se registasse a referência do artigo o programa teria de conseguir devolver múltiplas localizações,

e os conhecimentos informáticos não eram suficientes para construir um programa mais elaborado durante o período do projeto.

Aquando da operação do registo da ordem de fabrico, o utilizador só poderá escrever números no campo com o rótulo “OF:”, o programa, caso o utilizador escreva outro caracter que não um número, apaga essa informação, obrigando ao utilizador a escrever novamente. O número que é registado, porém pode não ser o número correto e o utilizador terá de estar com atenção para não se enganar quando fizer o registo. Caso o utilizador se esqueça de adicionar uma localização, o programa para além de não permitir criar um registo, devolve uma mensagem sobre este erro ao utilizador.

Outro bloqueio criado foi o de limitar o utilizador a inserir um local que conste da lista de possíveis locais de armazenamento. O utilizador pode escreve o local de destino do produto inermédio no campo com o rótulo “Local”, no entanto se o nome não constar da lista o programa não irá permitir registá-lo e notificará o utilizador com mensagem sobre o erro em questão. A lista que contém as localizações possíveis está também numa folha de Excel onde é possível retirar ou adicionar novas localizações. Mais uma vez, o acesso a esta lista só é permitido com acesso ao código e, portanto, só o autor e o Responsável da Produção têm acesso a esta. A operação de fazer um registo em que o utilizador apenas coloca o local também não é possível e o programa, novamente devolve uma mensagem sobre o erro em questão.

O programa criado foi então aprovado pelo Responsável da Produção e foi inserido no sistema informático da empresa e os colaboradores envolvidos no projeto foram notificados da sua inserção. Quando o programa passou então a estar disponível os colaboradores foram ensinados a trabalhar nele e a partir deste momento todas as paletes com artigos que eram trazidas para o setor passaram a ser armazenadas nas estantes. No ANEXO I encontra-se a descrição de como utilizar o programa que foi passada para os colaboradores envolvidos no setor de estudo e o código que foi desenvolvido em VBA.

Para além da inserção do programa recorreu-se novamente aos princípios *Lean* de gestão visual e foram identificados todos os alvéolos das estantes com uma placa metálica com a informação adequada. O objetivo foi que quem quer que seja que tenha de reunir artigos rápida e facilmente identifique a estante e o alvéolo onde o artigo se encontra.



Figura 23 - Aplicação de gestão visual às estantes. Estantes sem identificação (esquerda). Estantes com identificação (direita).

Por falta de recursos humanos disponíveis, e por se tratar de um projeto piloto, não foi possível afetar uma única pessoa que tratasse de fazer os registos, armazenar o material e depois

preparar os conjuntos, de maneira a que um soldador apenas tivesse que soldar os artigos, diminuindo assim os tempos sem valor acrescentado.

A responsabilidade de armazenar os artigos e registá-los passou para o autor do projeto, já a preparação de material continuaria a ser feita pelo Líder de setor e, quando este não pudesse, pelos soldadores.

Outro ponto de ação foi fazer marcações no chão do setor para a receção de paletes com material. As paletes eram deixadas sem ordem pelos colaboradores encarregues de transporte logístico interno de produtos. Isto provocava ineficiências quando algum colaborador pretendia aceder a determinado artigo e não o conseguir por a palete estar a obstruir o acesso. O colaborador tinha então de utilizar o porta-paletes para mover a palete e, também este, depois podia deixar a palete num local que dificultasse o acesso a outros artigos.



Figura 24 - Chão do setor sem marcação de zonas para receção e expedição de paletes (topo esquerdo). Chão do setor com marcações para paletes (topo direito). Colaborador a colocar o material nas marcações (inferior centro).

Após as marcações serem feitas os colaboradores encarregues da logística interna, dos postos de soldadura e dos postos de acabamento foram notificados da função das marcações e as paletes que chegaram ao setor passaram a ser deixadas nesta zona.

4.3 Motivação e disciplina

Outro ponto de ação foi a criação de motivação dos colaboradores na execução do seu trabalho através da afixação de gráficos com objetivos de produção para as referências de artigos que eram mais vezes trabalhadas neste setor e que se encontram ineficientes. Uma

operação num artigo considera-se ineficiente quando o tempo previsto para a sua produção é inferior ao tempo que efetivamente o colaborador regista no sistema informático.

A determinação das referências que se encontram ineficientes foi com recurso a uma análise de *Pareto* aos parâmetros: ordens de fabrico lançadas por artigo; e quantidades produzidas por artigo. Os dados inseridos na análise remetem desde janeiro de 2016 a abril de 2017. A conjugação destes parâmetros permitiu, em primeiro lugar, identificar quais os clientes mais relevantes, sendo possível identificar que cerca de 4 dos clientes correspondiam a mais de metade da produção de artigos neste setor. Em segundo lugar, foram observadas as referências de todos os artigos trabalhadas neste setor por cada um destes clientes e com recurso a outra análise de *Pareto* identificaram-se os artigos produzidos com mais peso.

Os gráficos de desempenho expostos não contemplam todas as referências críticas que surgiram da análise. A razão para tal, é que na base de dados do histórico de produção não contém os desenhos a três dimensões de todos os artigos. Optou-se por demonstrar apenas as referências que continham estes desenhos de modo a que os colaboradores rapidamente identifiquem se o artigo que estão a trabalhar está em conformidade com os tempos de produção previstos para a sua execução.



Figura 25 - Exibição nos postos de trabalho da eficiência de referências com maior relevância no setor.

Foi proposto o acompanhamento destas referências e atualização semanal dos gráficos de desempenho para que fosse possível registar o desempenho do setor ao longo do tempo.

No ANEXO J pode-se visualizar com maior detalhe exemplos dos gráficos afixados.

4.4 Outras propostas

Aqui serão descritas propostas que foram elaboradas em paralelo da realização do projeto e que embora não estejam totalmente integradas nele, o seu âmbito é similar. Estas propostas visam melhorar os processos produtivos com a redução de *muda* que está associada a outros setores da empresa.

4.4.1 Localização de peças na produção e reformulação do sistema informático

Durante o período de execução do projeto a empresa decidiu desenvolver um projeto de implementação de um comboio logístico que estaria encarregue de movimentar material entre setores, o que implica que exista um controlo bastante rigoroso da localização de produtos intermédios na produção. Atualmente o sistema informático não permite saber em tempo real onde se encontram as peças que sofreram operações. Como tal, a necessidade de reformular o sistema informático é essencial para que seja exequível a inserção de um comboio logístico.

A pedido do orientador do projeto e juntamente com o engenheiro André Azevedo ficou encarregue de se conceituar o processo informático do registo de informação para a localização de produtos intermédios.

Com base nas premissas do sistema JIT do TPS foram criadas as diretrizes do projeto que serão seguidamente enumeradas e que foram transmitidas para a empresa que orçamentou a realização do projeto.

Ao projeto foi dado o nome de “Sistema de *Picking* e Localização de peças na Produção”, e este deve ser capaz de cumprir com as seguintes funções:

1. Definir um estado de produção

- O sistema informático deve ser capaz de adicionar a codificação do centro de trabalho (equipamento/máquina onde se dá uma operação) à ordem de fabrico (OF) da peça que está a ser trabalhada;
- O sistema informático deve ser capaz de adicionar um estado à OF que se está a trabalhar, sendo que este estado é caracterizado por um 0, se a operação ainda não está terminada; e por 1, se a operação está terminada.

Exemplo:

Ordem de fabrico	Codificação do centro de trabalho (CT)	Estado da operação na referência
395 101.	CL2D.	0 (operação não terminada) 1 (operação terminada)

2. Definir uma ordem de transporte

- O sistema tem de ser capaz de gerar um alerta de que determinada OF (que possui o estado 1) está pronta a ser movimentada;
- No final da movimentação, a OF pode sofrer dois destinos possíveis. Ou outro CT, ou um alvéolo de uma estante. Uma vez definido o destino, a OF passará novamente para o estado 0 (que se entenderá que a OF ainda pode sofrer uma transformação). A codificação do CT altera para o destino da OF.

3. Definir uma Ordem de Trabalhos inalterável para cada CT de cada Setor

- Cada CT deve conter uma ordem de trabalhos (planeamento diário não poderá sofrer demasiadas alterações) de maneira a que a logística interna (que se encarrega pelo transporte de produtos intermédios e pelo seu armazenamento) saiba em tempo real que trabalhos estão a decorrer em cada CT;
- O sistema informático deverá ser capaz de gerar alertas para a logística interna de que determinada operação a determinada OF está em lista de espera. Podendo assim a logística interna transportar o material necessário, na altura necessária, ao CT correspondente que provocou a geração de um alerta.

4. Transportar quantidades de OFs incompletas

- No caso de numa determinada operação a uma OF não se produzir a totalidade das peças (casos em que um colaborador inicia uma operação, mas não a termina,

ficando esta em curso. O colaborador poderá já ter produzido algumas peças não realizou a sua totalidade e atualmente este tipo de situações fica registada. O colaborador do turno seguinte irá continuá-la e continuar a produzir as quantidades pretendidas.), as peças já produzidas poderão ser movimentadas, seguindo os anteriores pressupostos. Pretende-se que os CTs não fiquem à espera de trabalho e possam iniciar as operações o quanto antes;

- O sistema tem de ser capaz de permitir a visualização para cada operação as quantidades disponíveis.
5. Bloqueios que o sistema tem de ser capaz de criar
- Não será possível iniciar uma operação sem que exista qualquer quantidade disponível (para produtos simples – um produto simples é um produto que não irá agregar um conjunto mecânico, ou seja, é uma peça);
 - Não será possível iniciar uma operação sem que exista qualquer quantidade disponível de um dos componentes (para produtos complexos/conjuntos mecânicos);
 - Não será possível registar uma quantidade superior à quantidade disponível em OF.CT.0 (para produtos simples);
 - Não será possível registar uma quantidade superior à quantidade disponível em OF.CT.0 para cada componente (para conjuntos mecânicos).
6. Pressupostos
- O utilizador, no sistema informático, será obrigado a digitar a quantidade na operação efetuada;
 - As localizações (CT e alvéolos das estantes para armazenamento) devem estar devidamente identificadas com código de barras;
 - As fichas de identificação do produto (ANEXO A) devem passar a contar um código de barras único, de maneira a se efetuar o *picking*.

Estas premissas foram entregues a empresa responsável pela reformulação do sistema informático que depois de as analisar apresentou um orçamento no valor de 7800€. Deve-se realçar que este valor contempla outras reformulações ao sistema das quais não se teve intervenção.

4.4.2 Armazenamento de WIP itens no setor de Soldadura MIG/MAG

Para o setor de Soldadura MIG/MAG foi também criado um programa em tudo semelhante ao descrito previamente. As razões que levaram à sua implementação foram também idênticas às razões da sua implementação no setor em estudo.

O programa tem a mesma arquitetura que o programa que já foi descrito, no entanto, este setor recebe, normalmente, mais trabalhos que o setor em estudo. Isto levou a que o responsável da produção afetasse um colaborador exclusivamente à alocação de PRODUTOS INTERMÉDIOS nas estantes e à preparação de conjuntos (reunião de artigos) para serem soldados. O objetivo foi o de limitar os soldadores apenas à operação de soldar, o que levou à diminuição de tempos não produtivos e ao ganho de produtividade.

Para uma visualização mais detalhada do programa sugere-se a revisão do ANEXO I.

4.4.3 Centralização dos setores de soldadura

Outro projeto realizado foi a projeção e estudo de um novo *layout* que agregasse os diferentes setores de soldadura. Este projeto foi proposto pelo orientador do projeto e foi realizado em parceria com o engenheiro Francisco Santos.

Como já foi mencionado anteriormente no capítulo 3 existem diferentes setores de soldadura, os quais estão dispersos nas instalações da empresa de maneira quase aleatória como se pode ver na figura 2. Isto provoca excesso de transporte de material e fluxos com retrocessos, que se deve sempre que possível evitar. A separação de material para o setor destino nem sempre é bem realizado e material que devia de ir para o setor de Soldadura MIG/MAG vai muitas vezes parar ao setor Soldadura TIG, assim como o inverso também acontece.

De maneira a combater estes desperdícios foi projetado um novo *layout* que agregasse os dois setores no mesmo local (cave do Pavilhão 1), os robots de soldadura e ainda uma zona para instalar uma cabine de pintura.

As diretrizes que guiaram a definição deste layout foram:

- Evitar retrocessos de material sempre que possível – evitar o constrangimento do fluxo;
- Reduzir as movimentações inúteis;
- Criar uma zona de IN e OUT de material em cada posto – criar disciplina e ordem;
- Juntar equipamentos que desenvolvam operações similares e/ou tratem a mesma família de produtos;
- Custo de implementação (mover equipamentos que já estão atualmente instalados num local tem um custo associado);

Para além destas diretrizes foi também considerado o facto de que poderiam existir contaminações de pós de aço de carbono nas peças de aço inoxidável e alumínio, algo que simplesmente não é aceitável para os padrões de qualidade da empresa. Como tal estes dois setores estarão separados fisicamente por uma barreira, e a instalação de um sistema de aspiração também é essencial.

Para visualização detalhada dos layouts elaborados aconselha-se a consulta do ANEXO K.

4.5 Discussão de resultados

Devido às limitações do sistema informático utilizado na empresa, o único indicador de performance que se pode retirar da base de dados do histórico de produção é a comparação entre o tempo previsto de produção e o tempo real de produção de um determinado artigo. Da conjugação destes dados resulta a eficiência de produção (se o tempo previsto foi superior ao tempo registado, então a eficiência está acima dos 100%, ou seja, a operação realizou-se mais rapidamente que o esperado) como já foi referido anteriormente.

Um colaborador sempre que inicia e fecha uma operação, regista essa informação no sistema informático. No entanto, não é anormal acontecer situações em que um colaborador regista o início de uma operação depois de já a ter iniciado, assim como não é anormal um esquecer-se de efetuar o registo de fechar a operação efetuada. Quando esta segunda situação acontece, é o colaborador do setor seguinte onde o artigo irá sofrer nova operação que regista no sistema que a operação prévia foi, realmente, efetuada e está finalizada. Tanto uma, como a outra situação causam anormalidades no registo dos tempos produtivos.

Deve-se realçar também que muitos dos tempos previstos para a realização de artigos está mal estimado, ou seja, é irrealista tendo em conta as capacidades dos setores. Quando é detetado que determinado artigo com produção frequente se está a produzir muito mais rapidamente que o esperado, o seu tempo previsto de produção é alterado para um tempo mais realista. O mesmo acontece quando o inverso acontece, isto é, quando um artigo se processa bastante mais devagar que o seu tempo estimado de produção.

Tendo isto em conta, fez-se uma análise ao histórico de produção ao setor de STIG nos últimos 17 meses, ou seja, desde o início de 2016. Da análise de dados verificou-se que foram realizadas cerca de 2553 diferentes referências de artigos, das quais 378, foram introduzidas durante o período do projeto (de fevereiro de 2017 a junho de 2017 – em média 83 artigos novos por mês). Durante a realização do projeto foram executados 968 diferentes artigos.

A tabela 7 apresenta a média de eficiência do setor para as referências de artigos que foram nele trabalhadas. Para que se lembre, a eficiência é o quociente entre tempo previsto sobre o tempo registado, em percentagem. Um artigo produzido é considerado eficiente se a apresentar uma eficiência superior a 100%. Cada artigo produzido tem uma eficiência a ela associada, e na tabela 7 pode-se observar a média da eficiência de todos os artigos produzidos.

Para que se entenda a tabela na perfeição, foram considerados *outliers* dados que mostravam artigos com eficiências superiores a 150%, 200%, 250%, 300%, 350% e 400%, isto é, tempos registados muito inferiores aos tempos que foram previstos. Os pesos destes *outliers* podem ser vistos no ANEXO L. Caso todos os valores fossem considerados a média da eficiência dos diferentes artigos seria de cerca de 600%, o que claramente representa um valor irreal. Constata-se que independentemente dos *outliers* que foram excluídos, os tempos produtivos foram reduzidos pois a média de eficiência durante o período do projeto melhorou em relação aos 5 meses antes do início do projeto, assim como dos últimos 13 meses, também antes do início do projeto.

Tabela 7 - Análise de eficiências no setor de estudo.

média da eficiência do setor no período:	eficiências consideradas anormais e com peso moderado no total de registos			eficiências consideradas anormais e com baixo peso no total de registos		
	>150%	>200%	>250%	>300%	>350%	>400%
setembro 2016 a janeiro 2017	67%	79%	89%	96%	100%	106%
janeiro 2016 a janeiro 2017	67%	78%	88%	95%	100%	105%
fevereiro 2017 a junho 2017	70%	84%	95%	104%	111%	118%

A evolução da eficiência produtiva do setor (média da eficiência dos artigos produzidos em cada mês), durante o período de realização do projeto, está demonstrada na figura 26.

A evolução da eficiência, para a exclusão dos *outliers* com peso moderado, nomeadamente >200% e >250%, aparenta manter-se constante ao longo do tempo e acima dos 80% e 90%, respetivamente. Estes valores parecem exagerados se se pensa que se está a falar de uma velocidade de execução 8 e 9 vezes superior ao que é previsto.

No que diz respeito à exclusão de *outliers* >150%, as eficiências baixam bastante e nota-se um ligeiro crescimento. Deve-se ter em conta que excluir estes dados corresponde a excluir cerca de 30% de um total de 968 registos.

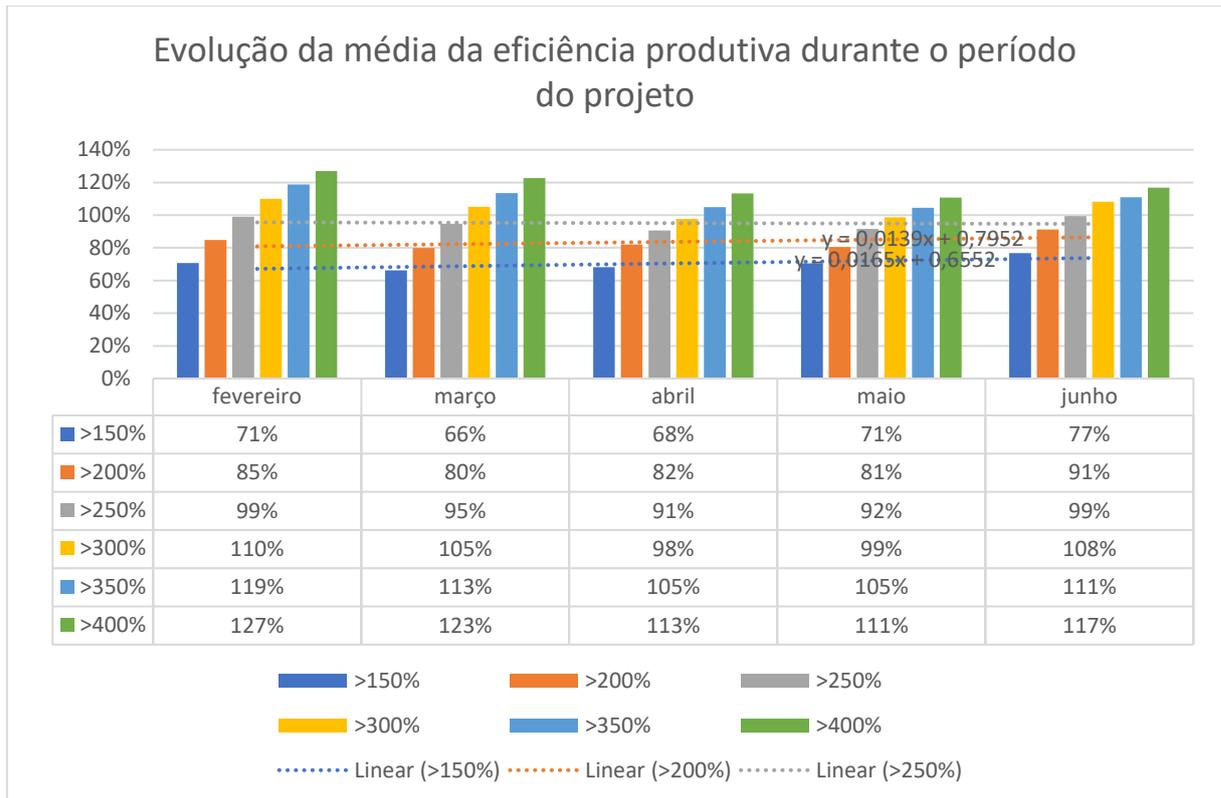


Figura 26 - Evolução da eficiência do Setor durante período de realização do projeto (fevereiro 2017 a junho 2017).

À medida que se consideram análises com eficiências superiores a 150%, os valores apresentam médias altas. A evolução da média da eficiência, no entanto, apresenta um padrão diferente em relação aos analisados previamente.

Infelizmente, devido à curta duração do projeto não foi possível realizar um novo estudo de métodos e tempos e verificar quantitativamente em que tarefas se reduziu a *muda* e em que tarefas se poderiam detetar novas oportunidades de melhoria. É esperado que as movimentações inúteis tenham sido reduzidas, assim como o transporte de material e períodos de espera para realizar o trabalho.

5 Conclusões e perspetivas de trabalhos futuros

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões mais relevantes da realização do projeto, algumas recomendações, e ainda ideias para trabalhos e investigações que se poderão realizar no futuro.

O objetivo do projeto realizado era o de melhorar a eficiência de um setor de soldadura manual, ao reduzir-se os tempos de produção dos artigos trabalhados com recurso a análises das causas raízes dos processos que provocavam *muda* e depois criar soluções com recurso a baixos investimentos e sempre com o pensamento *Lean* presente.

Ao longo da realização do estudo de métodos e tempos e, devido em grande parte, às observações (análise visual) efetuadas durante o estudo, foi possível detetar-se rapidamente oportunidades de melhoria cujas soluções poderiam ser simples, económicas e eficazes. O estudo permitiu igualmente identificar e quantificar fontes de desperdício nas diversas tarefas de cada colaborador envolvido. Uma vez que os desperdícios foram identificados, efetuou-se uma análise para perceber qual dos desperdícios tinha maior peso e assim poder-se começar a combater os pontos mais críticos.

As movimentações inúteis e os tempos de espera podem ser justificados pela falta de organização e desordem do setor de estudo, assim como *layouts* mal planeados. Uma boa organização de ferramentas, consumíveis e produtos intermédios é crucial para reduzir tempos de valor não acrescentado. Um soldador deve ser remunerado para fazer o que lhe compete, que é a operação de soldar, e quando este perde tempo à procura do material que precisa para iniciar uma operação, rapidamente se percebe que o produto que este irá trabalhar torna-se menos valioso pelo simples facto de se necessitar mais tempo para o processar.

A atividade de 5S em conjunto com uma boa gestão visual é uma boa solução para combater este tipo de ineficiências. A definição de locais para tudo que existe no setor cria inconscientemente um sentido de disciplina nos colaboradores, e com tempo estes percebem as vantagens de se adotar práticas que envolvam uma cultura de organização.

A proposta de centralização dos setores de soldadura visa criar um fluxo unidirecional deste tipo de produtos mais complexos. Se todos os produtos fluírem para o mesmo local, a probabilidade da logística interna levar uma paleta para o setor errado, derivado a uma má separação prévia dos materiais por colaboradores de outros setores, irá certamente diminuir, uma vez que os produtos serão armazenados em *buffers* no mesmo local.

A reestruturação do método de alocação de material ao setor mostrou-se produtiva. A criação de um programa que permite obter instantaneamente a localização do material reduziu tempos de preparação de material, mas não os anulou na totalidade. Os soldadores têm em grande parte das vezes de preparar o material, e o facto de todos terem acesso ao programa aumenta a possibilidade de um destes errar aquando de um registo de levantamento de material da base de dados.

No geral, as soluções implementadas aumentaram a eficiência do setor e reduziram atividades de valor não acrescentado. No entanto, não foi possível efetuar novas medições de tempos para avaliar com certeza o impacto dos novos métodos implementados.

Outras oportunidades de melhoria, que não estão diretamente ligadas ao processo de soldadura, também foram identificadas. Destacam-se a reformulação do sistema informático de maneira a introduzir um novo método de localização de peças na produção e da criação de um sistema adaptado ao *just-in-time* da TPS. O registo de mais informação irá permitir realizar análises com maior grau de segurança aos diferentes setores da empresa, e desta maneira acompanhar a evolução de cada setor pela criação de novas métricas para se medir o trabalho. No futuro o ideal será também acompanhar o nível de eficiência individual de cada colaborador e acompanhar a sua evolução. De acordo com os princípios da gestão visual, tudo que está bem

ou mal deve estar visível no local de trabalho para que se melhora a capacidade de reação perante problemas que possam, ou não, surgir.

O armazém de matérias primas, assim como a alimentação destas às máquinas é um processo que agrega bastante *muda*, e a automação é a solução ideal para combater estas ineficiências. Por consequência, um projeto de automação acarreta investimentos elevados e deve-se procurar sempre a reformulação dos métodos de trabalho com recurso a ferramentas *Lean*, como o ciclo PDCA, para se evitar este tipo de investimentos.

No futuro propõe-se a realização de um estudo de métodos e tempos a todos os setores da empresa, e que seja sistemático pois a procura pela melhoria continua deve estar sempre presente e deve-se praticá-la exaustivamente até ao ponto que todos os colaboradores percebam na perfeição as suas vantagens e consequentemente se envolvam nestas atividades por vontade própria.

Propõe-se também a utilização da ferramenta 5S a todos os setores da empresa, de uma maneira sistemática, pelos ganhos que esta traz e pelo facto da última fase desta ferramenta, a autodisciplina, ser a mais difícil de implementar.

A procura pela melhoria contínua é essencial no contexto industrial atual. Melhorar continuamente os processos leva a uma maior produtividade e uma maior capacidade em cumprir prazos de entrega aos clientes.

Referências

- Baines, Anna. 1995. "Work measurement – the basic principles revisited". *Work Study* no. 44 (7):10-14.
- Botín, José A. e Marcelo A. Vergara. 2015. "A cost management model for economic sustainability and continuous improvement of mining operations". *Resources Policy* no. 46:212-218.
- Freivalds, Andris e Benjamin W Niebel. 2009. *Niebel's methods, standards, and work design*. Vol. 12th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Galsworth, Gwendolyn D. 2005. *Visual workplace, visual thinking: Creating enterprise excellence through the technologies of the visual workplace*. Vol. 1: Visual-Lean Enterprise Press.
- Imai, Maasaki. 1996. *Gemba Kaizen Estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica*. São Paulo: IMAM.
- Imai, Masaaki. 1988. *Kaizen a estratégia para o sucesso competitivo*. Vol. 5ª ed. São Paulo: IMAM.
- Jayaram, Jayanth, Ajay Das e Mariana Nicolae. 2010. "Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota production system". *International Journal of Production Economics* no. 128 (1):280-291.
- Liker, Jeffrey K. 2004. *The Toyota way 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York [etc.]: McGraw Hill.
- Meyers, Fred E. e Stewart, James R.. 2002. *Motion and time study for lean manufacturing*. Vol. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Niebel, Benjamin W. 1962. *Motion and time study: an introduction to methods, time study, and wage payment*. RD Irwin.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.
- Palmer, V. S. 2001. "Inventory management Kaizen". Comunicação apresentada em Proceedings 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology. EMAT 2001. 2001.
- PRONACI. 2003. *Métodos e Tempos: Manual Pedagógico*. Associação Empresarial de Portugal / Eurisko
- Silva, Adriana S., Carla F. Medeiros e Raimundo Kennedy Vieira. 2017. "Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company". *Journal of Cleaner Production* no. 150:324-338.
- Spear, Steven e H Kent Bowen. 1999. "Decoding the DNA of the Toyota production system". *Harvard business review* no. 77:96-108.
- Womack, James e Daniel T. Jones. 2003. *Lean thinking banish waste and create wealth in your corporation*. Vol. Revised and updated. New York: Free Press.

ANEXO A: Ficha de Identificação do Produto da empresa Quantal

Ficha de Identificação do Produto

 Quantal	ORDEM DE FABRICO 00393680	QUANTIDADE: 1,00	DATA ENTREGA: 08.06.2017
--------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	----------------------------	------------------------------------

Cliente: QTL Refª Peça: 707C19A0BAA Coluna Prop. MP: QUANTAL Já Existe: Não :	1ª Peça OK: <input type="checkbox"/> Tempos Val.: Não
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

10 - SOLDADURA	SMG01-MIG/MAG 01
Tempo: 50m Oper. _____ Qtd. _____	

20 - EMBALAMENTO SUB.	GEM01-Embalamento Geral
Tempo: 15m Oper. _____ Qtd. _____	

30 - PINTURA RAL 1028 ESTRUTURAL	ZPN01-Pintura pó - subcontr.
Tempo: 1m Oper. _____ Qtd. _____	

Ordem	Código	Qtd.	Un.	Descrição
1	NSPINTURA	1,00	Un	pintura

Operação Seguinte: ÓF: 00393679 | ÓP: 10 - MONTAGEM | CT: SMT01 - Montagem (Soldadura)

Observações / Registo do Fornecedor / Obs (Cliente) : A pedido de Francisco Santos. / / Certificado Conformidade: Não

IMP047-6

Exemplo de uma Ficha de Identificação de um produto.

ANEXO B: Folha de medição com cronómetro

Folha de registo de tempos									
Hora inicial		Hora final		CT		PT		Data	
Folha		De		Analista		Colaborador		OF	
#Tarefa	Designação			Hora fim tarefa			Observação		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

Exemplo da folha de cronometragem.

ANEXO D: Análise efetuada ao registo de tempos - Peso dos tipos de elementos no tempo total registado

	OP	P	M	T	I	E	TOTAL
1	00:30:47	00:10:01	00:00:26	00:00:00	00:01:13	00:04:44	00:47:11
2	00:17:21	00:06:56	00:00:57	00:00:00	00:01:31	00:00:13	00:26:58
3	00:19:22	00:03:24	00:22:16	00:00:00	00:00:33	00:01:35	00:47:10
4	00:24:59	00:15:27	00:00:59	00:04:36	00:00:39	00:01:04	00:47:44
5	00:16:14	00:07:48	00:03:27	00:00:00	00:00:48	00:00:32	00:28:49
6	00:34:51	00:07:05	00:01:14	00:01:25	00:00:57	00:01:09	00:46:41
7	00:28:08	00:12:54	00:02:37	00:01:10	00:00:32	00:00:46	00:46:07
8	00:27:32	00:00:18	00:05:11	00:00:00	00:04:10	00:07:12	00:44:23
9	00:19:40	00:20:07	00:00:51	00:00:31	00:02:02	00:01:59	00:45:10
10	00:02:40	00:08:30	00:33:22	00:00:00	00:02:14	00:00:12	00:46:58
11	00:23:30	00:23:18	00:00:08	00:00:00	00:01:44	00:01:11	00:49:51
12	00:10:15	00:14:57	00:00:19	00:00:37	00:03:16	00:15:46	00:45:10
13	00:14:32	00:10:27	00:00:38	00:00:00	00:00:00	00:19:12	00:44:49
14	00:29:47	00:08:21	00:24:19	00:00:23	00:01:14	00:00:00	01:04:04
15	00:21:46	00:12:32	00:08:34	00:00:14	00:00:58	00:00:59	00:45:03
16	00:22:16	00:14:08	00:03:33	00:01:00	00:00:50	00:04:56	00:46:43
Total	05:43:40	02:56:13	01:48:51	00:09:56	00:22:41	01:01:30	12:02:51

ANEXO E: Análise efetuada ao registo de tempos - Peso dos elementos em cada tipo de elemento

Observações / Elеме	Abrir OF	Imprimir Desenho	Deslocar-se à impressora	Regressar ao PT	Planear trabalho
1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:04:50
2	00:00:31	00:00:00	00:00:00	00:00:07	00:05:31
3	00:00:22	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:01:59
4	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:10	00:13:37
5	00:00:39	00:00:00	00:00:00	00:01:33	00:02:03
6	00:00:49	00:00:00	00:00:00	00:00:11	00:04:47
7	00:00:05	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:08:38
8	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:10
9	00:01:55	00:00:00	00:00:00	00:00:18	00:18:39
10	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:04:07
11	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:15:22
12	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:12:34
13	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:04:50
14	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:05:59
15	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:09:30
16	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:11:02
17					
18					
19					
	00:04:21	00:00:00	00:00:00	00:02:19	02:03:38

Observações / Elementos	Deslocar-se à ferramenta/consumível necessária/o	Deslocar-se ao material a trabalhar	Inspecionar Tocha
1	00:00:57	00:00:00	00:01:00
2	00:00:03	00:00:16	00:02:04
3	00:01:46	00:20:30	00:00:11
4	00:00:49	00:00:00	00:00:20
5	00:01:17	00:00:37	00:04:26
6	00:00:26	00:00:37	00:01:01
7	00:01:37	00:01:00	00:00:33
8	00:00:07	00:05:04	00:00:08
9	00:00:33	00:00:00	00:00:25
10	00:00:43	00:32:39	00:00:06
11	00:00:08	00:00:00	00:00:18
12	00:00:08	00:00:11	00:00:00
13	00:00:38	00:00:00	00:00:06
14	00:00:47	00:23:32	00:00:27
15	00:00:51	00:07:43	00:00:18
16	00:03:14	00:00:19	00:00:06
17			
18			
19			
	00:14:04	01:32:28	00:11:29

Melhoria da eficiência de um setor de soldadura manual

Observações / Elementos	Limar/substituir tungsténio	Vestir/tirar equipamento	Fixar/libertar a peça a trabalhar	Inspecionar Peça/s a serem trabalhada
1	00:01:06	00:00:00	00:00:00	00:01:31
2	00:02:26	00:00:00	00:00:00	00:01:13
3	00:00:19	00:00:55	00:00:00	00:00:33
4	00:01:16	00:00:14	00:00:00	00:00:39
5	00:01:19	00:00:00	00:00:00	00:00:48
6	00:01:07	00:00:10	00:00:00	00:00:57
7	00:01:47	00:00:00	00:01:56	00:00:32
8	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:04:10
9	00:00:12	00:00:00	00:00:27	00:02:02
10	00:02:04	00:00:10	00:02:03	00:02:14
11	00:00:46	00:00:25	00:00:00	00:01:44
12	00:00:24	00:00:10	00:01:49	00:03:16
13	00:00:13	00:00:00	00:05:18	00:00:00
14	00:01:17	00:00:00	00:00:38	00:01:14
15	00:02:38	00:00:00	00:00:06	00:00:58
16	00:00:13	00:00:05	00:02:42	00:00:50
17				
18				
19				
	00:17:07	00:02:09	00:14:59	00:22:41

Observações / Elementos	Trabalhar peça/s	Colocar peça trabalhada na palete de executados	Fechar OF	Levar palete de executados para o próximo CT ou zona de OUT	Limpar PT
1	00:17:21	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
2	00:30:16	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
3	00:19:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
4	00:23:12	00:00:29	00:01:47	00:04:07	00:00:00
5	00:14:30	00:00:00	00:01:05	00:00:00	00:00:00
6	00:33:09	00:01:25	00:00:53	00:00:00	00:00:00
7	00:25:25	00:01:10	00:02:38	00:00:00	00:00:00
8	00:25:11	00:00:00	00:02:21	00:00:00	00:00:00
9	00:15:58	00:00:31	00:01:47	00:00:00	00:00:24
10	00:02:40	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
11	00:23:30	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:06:27
12	00:08:55	00:00:37	00:01:20	00:00:00	00:00:00
13	00:14:32	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
14	00:29:47	00:00:23	00:00:00	00:00:00	00:00:00
15	00:21:46	00:00:14	00:00:00	00:00:00	00:00:00
16	00:22:16	00:01:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
17					
18					
19					
	05:27:28	00:05:49	00:11:51	00:04:07	00:06:51

Observações / Elementos	Esperar por ferramenta/máquina	Colocar cartão ou papel de embalamento sobre a palete de executados	Registo de qualidade
1	00:00:00	00:00:00	00:00:00
2	00:04:40	00:00:00	00:00:00
3	00:00:00	00:00:00	00:00:00
4	00:00:00	00:00:00	00:00:00
5	00:00:00	00:00:00	00:00:00
6	00:00:00	00:00:00	00:00:00
7	00:00:00	00:00:00	00:00:00
8	00:00:00	00:00:00	00:00:00
9	00:00:08	00:00:00	00:00:00
10	00:00:00	00:00:00	00:00:00
11	00:00:00	00:00:00	00:00:00
12	00:00:00	00:00:00	00:00:00
13	00:00:00	00:00:00	00:00:00
14	00:00:00	00:00:00	00:00:00
15	00:00:00	00:00:00	00:00:00
16	00:00:00	00:00:00	00:00:00
17			
18			
19			
	00:04:48	00:00:00	00:00:00

Observações / Elementos	Paragem Involuntária	TOTAL
1	00:00:13	00:26:58
2	00:00:04	00:47:11
3	00:01:35	00:47:10
4	00:01:04	00:47:44
5	00:00:32	00:28:49
6	00:01:09	00:46:41
7	00:00:46	00:46:07
8	00:07:12	00:44:23
9	00:01:51	00:45:10
10	00:00:12	00:46:58
11	00:01:11	00:49:51
12	00:15:46	00:45:10
13	00:19:12	00:44:49
14	00:00:00	01:04:04
15	00:00:59	00:45:03
16	00:04:56	00:46:43
17		
18		
19		
	00:56:42	12:02:51

ANEXO F: Análise de Pareto para detetar clientes com maior peso

CLIENTE	OFs	Freq. Acum. (%)	Freq. Rel. (%)	CLIENTE	Somatório Qtds	Freq. Acum. (%)	Freq. Rel. (%)
BPY	685	22%	22,36%	ESP	12000	19,790%	19,790%
OPG	656	44%	21,42%	INN	5527	28,904%	9,115%
TID	283	53%	9,24%	TID	5221	37,514%	8,610%
SCH	261	62%	8,52%	GIG	4925	45,636%	8,122%
BYS	206	68%	6,73%	MSH	3550	51,491%	5,854%
ASH	174	74%	5,68%	SCH	3248	56,847%	5,356%
RIJ	160	79%	5,22%	PGA	3005	61,803%	4,956%
OPO	127	83%	4,15%	BEN	2800	66,420%	4,618%
BYL	86	86%	2,81%	BEN	2800	71,038%	4,618%
VTK	78	89%	2,55%	BPY	2165	74,608%	3,570%
INN	50	90%	1,63%	PGT	2050	77,989%	3,381%
KMY	39	92%	1,27%	OPG	1541	80,530%	2,541%
VIY	34	93%	1,11%	ASH	1520	83,037%	2,507%
VLL	32	94%	1,04%	VIY	1410	85,362%	2,325%
AAG	28	95%	0,91%	VLL	1287	87,485%	2,122%
GIG	28	96%	0,91%	BYS	1284	89,602%	2,117%
VYP	22	96%	0,72%	BYL	1100	91,416%	1,814%
MUP	15	97%	0,49%	OPO	692	92,557%	1,141%
FORM	12	97%	0,39%	RST	600	93,547%	0,989%
PGT	10	97%	0,33%	VTK	512	94,391%	0,844%
RST	10	98%	0,33%	KMY	483	95,188%	0,797%
GBK	8	98%	0,26%	HEG	452	95,933%	0,745%
CIFC	7	98%	0,23%	CIE	379	96,558%	0,625%
MSH	7	99%	0,23%	BOH	350	97,135%	0,577%
CIE	6	99%	0,20%	MUP	327	97,675%	0,539%
PGA	6	99%	0,20%	TBS	272	98,123%	0,449%
FRI	5	99%	0,16%	FRI	240	98,519%	0,396%
HEG	5	99%	0,16%	VYP	193	98,837%	0,318%
TBS	3	99%	0,10%	RIJ	181	99,136%	0,298%
BOH	2	99%	0,07%	IOS	135	99,358%	0,223%
DYE	2	99%	0,07%	AAG	119	99,555%	0,196%
FUK	2	100%	0,07%	GBK	90	99,703%	0,148%
IOS	2	100%	0,07%	DTS	50	99,786%	0,082%
LMT	2	100%	0,07%	LMT	41	99,853%	0,068%
ASP	1	100%	0,03%	CIFC	31	99,904%	0,051%
BEN	1	100%	0,03%	FUK	20	99,937%	0,033%
BEN	1	100%	0,03%	FORM	19	99,969%	0,031%
BEN	1	100%	0,03%	DYE	12	99,988%	0,020%
BEN	1	100%	0,03%	BLX	2	99,992%	0,003%
BLX	1	100%	0,03%	ASP	1	99,993%	0,002%
DTS	1	100%	0,03%	BEN	1	99,995%	0,002%
ESP	1	100%	0,03%	BEN	1	99,997%	0,002%
MJR	1	100%	0,03%	MJR	1	99,998%	0,002%
PEO	1	100%	0,03%	PEO	1	100,000%	0,002%

Análise feita ao ano 2016.

Cliente	OFs	Freq. Acum. (%)	Freq. Rel. (%)	Cliente	Somatório Qtds	Freq. Acum. (%)	Freq. Rel. (%)
OPG	299	25,1%	25,1%	SCH	1644	15%	15,28%
BPY	266	47,5%	22,4%	MSH	1600	30%	14,87%
SCH	182	62,8%	15,3%	PGT	1300	42%	12,09%
ASH	89	70,3%	7,5%	BPY	943	51%	8,77%
RZG	71	76,2%	6,0%	ASH	871	59%	8,10%
BYS	60	81,3%	5,0%	OPG	651	65%	6,05%
OPO	44	85,0%	3,7%	INN	589	71%	5,48%
RIJ	25	87,1%	2,1%	CIE	520	75%	4,83%
VTK	19	88,7%	1,6%	MUP	358	79%	3,33%
FORM	15	89,9%	1,3%	VIY	332	82%	3,09%
BYL	14	91,1%	1,2%	VTK	275	84%	2,56%
INN	13	92,2%	1,1%	RZG	238	87%	2,21%
MUP	12	93,2%	1,0%	BYS	237	89%	2,20%
AAG	9	93,9%	0,8%	OPO	207	91%	1,92%
KMY	8	94,6%	0,7%	BYL	195	93%	1,81%
CCFE	7	95,2%	0,6%	VLL	140	94%	1,30%
TSR	7	95,8%	0,6%	TID	120	95%	1,12%
BUG	6	96,3%	0,5%	FRI	111	96%	1,03%
PGT	6	96,8%	0,5%	ALW	100	97%	0,93%
FRI	5	97,2%	0,4%	KMY	55	97%	0,51%
VIY	5	97,6%	0,4%	FVE	40	98%	0,37%
CIE	4	98,0%	0,3%	AMH	38	98%	0,35%
MSH	3	98,2%	0,3%	AAG	37	99%	0,34%
VLL	3	98,5%	0,3%	PGA	28	99%	0,26%
AFG	2	98,7%	0,2%	RIJ	27	99%	0,25%
FVE	2	98,8%	0,2%	FORM	26	99%	0,24%
GIG	2	99,0%	0,2%	CCFE	18	99%	0,17%
HTT	2	99,2%	0,2%	BUG	12	100%	0,11%
PGA	2	99,3%	0,2%	AFG	10	100%	0,09%
TNL	2	99,5%	0,2%	LMT	10	100%	0,09%
ALW	1	99,6%	0,1%	TSR	9	100%	0,08%
AMH	1	99,7%	0,1%	GIG	6	100%	0,06%
BGN	1	99,7%	0,1%	HTT	4	100%	0,04%
LMT	1	99,8%	0,1%	TNL	3	100%	0,03%
SMZW	1	99,9%	0,1%	BGN	2	100%	0,02%
TID	1	100,0%	0,1%	SMZW	1	100%	0,01%

Análise de janeiro de 2017 a março de 2017.

ANEXO H: Estudo realizado para determinar número médio de paletes com material alocadas no chão e alocadas nas estantes

Data	Hora	# paletes no chão	# paletes >1m ³	# paletes >0,5m ³	# paletes >0,1m ³	# observação
02/03/2017	15:45:00	28,00	7,00	4,00	17,00	1,00
03/03/2017	15:45:00	29,00	7,00	3,00	19,00	2,00
06/03/2017	15:45:00	34,00	6,00	4,00	24,00	3,00
07/03/2017	16:00:00	38,00	5,00	4,00	29,00	4,00
08/03/2017	15:45:00	37,00	5,00	3,00	29,00	5,00
09/03/2017	16:00:00	37,00	7,00	5,00	25,00	6,00
13/03/2017	16:00:00	33,00	5,00	2,00	26,00	7,00
14/03/2017	16:00:00	34,00	8,00	0,00	26,00	8,00
15/03/2017	16:00:00	24,00	6,00	1,00	17,00	9,00
16/03/2017	16:10:00	23,00	5,00	1,00	17,00	10,00
17/03/2017	16:25:00	25,00	5,00	3,00	17,00	11,00

Média de paletes no chão por dia: 31,09

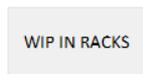
Data	Hora	# paletes na rack	# paletes >1m ³	# paletes >0,5m ³	# paletes >0,1m ³	# observação
02/03/2017	15:45:00	62,00	10,00	9,00	43,00	1,00
03/03/2017	15:45:00	66,00	11,00	6,00	49,00	2,00
06/03/2017	15:45:00	66,00	8,00	9,00	49,00	3,00
07/03/2017	16:00:00	65,00	5,00	8,00	52,00	4,00
08/03/2017	15:45:00	66,00	5,00	8,00	53,00	5,00
09/03/2017	16:00:00	66,00	5,00	10,00	51,00	6,00
13/03/2017	16:00:00	67,00	5,00	10,00	52,00	7,00
14/03/2017	16:00:00	67,00	5,00	10,00	52,00	8,00
15/03/2017	16:00:00	67,00	5,00	10,00	52,00	9,00
16/03/2017	16:10:00	67,00	5,00	10,00	52,00	10,00
17/03/2017	16:25:00	64,00	5,00	9,00	50,00	11,00

Média de paletes nas estantes, por dia: 65,73

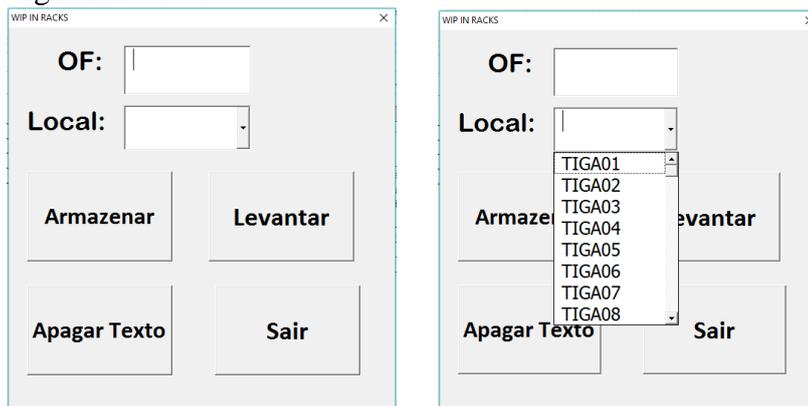
ANEXO I: Descrição do funcionamento do programa WIP_IN_RACKS

Regras de utilização do programa “WIP_TIG”

1. Deve ir ao separador “Info. Geral” do sistema RisQuantal e escrever no campo de pesquisa o nome do ficheiro – “WIP_TIG” – e carregue em “Ver ficheiro”.
2. Abra o ficheiro excel com nome e inicie o programa ao clicar no botão que com o nome “WIP IN RACKS”, como se pode ver na figura em baixo;



3. Após clicar no botão o menu de utilização deve aparecer e ter o aspecto da figura seguinte:



4. Para **pesquisar** uma OF basta escrever a OF no campo “OF”, que a localização, caso exista, será imediatamente devolvida no campo “Local”;
5. Para **armazenar** uma OF num alvéolo de uma estante deve escrever a OF (este campo de preenchimento só aceita números), escrever o Local onde a OF será alocada (este campo de preenchimento só aceita alvéolos que estejam na base de dados – alvéolos que não existam na base de dados não podem ser introduzidos) e finalmente carregar no botão “Armazenar”;
6. Para **levantar** uma OF deve carregar no botão “Levantar”, introduzir a OF a levantar e carregar em “Ok” para finalizar a operação;



7. Para sair do programa deve carregar no botão “Sair”;
8. Sempre que efetue alguma operação no programa, no final quando fechar o ficheiro excel deve **GRAVAR O FICHEIRO!** – caso contrário a base de dados não será atualizada.
9. Colaboradores **não devem permitir** que outros colaboradores que não pertençam ao centro de trabalho coloquem material nas estantes sem darem baixa no sistema!

Código desenvolvido em VBA:**(Module)**

Option Explicit

Dim id As Long, i As Long, j As Long, z As Long, flag As Boolean

Sub GetData()

If IsNumeric(UserForm1.TextBox1.Value) Then

flag = False

i = 0

id = UserForm1.TextBox1.Value

Do While Worksheets("Dados").Cells(i + 1, 1).Value <> ""

If Worksheets("Dados").Cells(i + 1, 1).Value = id Then

flag = True

UserForm1.Controls("Combobox1").Value = Worksheets("Dados").Cells(i + 1, 2).Value

End If

i = i + 1

Loop

If flag = False Then

UserForm1.Controls("ComboBox1").Value = ""

End If

Else

ClearForm

End If

End Sub

Sub ClearForm()

UserForm1.Controls("TextBox1").Value = ""

For z = 1 To 1

UserForm1.Controls("ComboBox" & z).Value = ""

Next z

End Sub

Sub EditAdd()

Dim emptyRow As Long

If UserForm1.TextBox1.Value <> "" Then

flag = False

i = 0

id = UserForm1.TextBox1.Value

emptyRow = WorksheetFunction.CountA(Worksheets("Dados").Range("A:A")) + 1

```

Do While Worksheets("Dados").Cells(i + 1, 1).Value <> ""
    If Worksheets("Dados").Cells(i + 1, 1).Value = id Then
        flag = True
    End If
    i = i + 1
Loop
If flag = False Then
    Worksheets("Dados").Cells(emptyRow, 1).Value = UserForm1.Controls("TextBox" & 1).Value
    Worksheets("Dados").Cells(emptyRow, 2).Value = UserForm1.Controls("ComboBox" & 1).Value
    ClearForm
End If
End If
End Sub

Sub Delete_Order()
    Dim c As Range
    Dim ws As Worksheet
    Dim order As Variant
    Dim erro As String
    Set ws = Worksheets("Dados")
    Do
showInputDialog:
        order = Application.InputBox("Introduza OF a levantar:", "Levantamento")
        If order = False Then
MsgBox "Operação cancelada!", 64, "Mensagem."
Exit Sub
End If
        If IsNumeric(order) Then
            Exit Do
        End If
    Loop
    Set c = ws.Range("A2:A" & ws.UsedRange.Rows.Count).Find(order, , xlValues, xlWhole)
    If Not c Is Nothing Then
        ws.Range(ws.Cells(c.Row, "A"), ws.Cells(c.Row, "O")).Delete xlUp
        MsgBox "Operação bem sucedida!"
        ClearForm
    End If

```

```
If c Is Nothing Then
    erro = MsgBox("Introduza uma OF válida.")
End If

Set ws = Nothing

Set c = Nothing
End Sub

Sub mostrar1()
    Worksheets("Dados").Visible = True
End Sub

Sub mostrar2()
    Worksheets("Lista").Visible = True
End Sub

Private Sub CommandButton1_Click()

(Userforms)

Dim a As String

If TextBox1.Value = "" Then
    'verifica se é vazia ou não
    MsgBox ("Não inseriu nenhuma OF.")
    TextBox1.SetFocus
    'poe o cursor nesta caixa
Exit Sub
End If

If ComboBox1.Value = "" Then
    MsgBox ("Tem de designar uma localização.")
    'poe o cursor nesta caixa
    Exit Sub
End If

If ComboBox1.ListIndex < 0 Then
    ComboBox1.Value = ""
    ComboBox1.SetFocus
    a = MsgBox("escolha um nome da lista", vbInformation, "Alerta")
    Exit Sub
End If

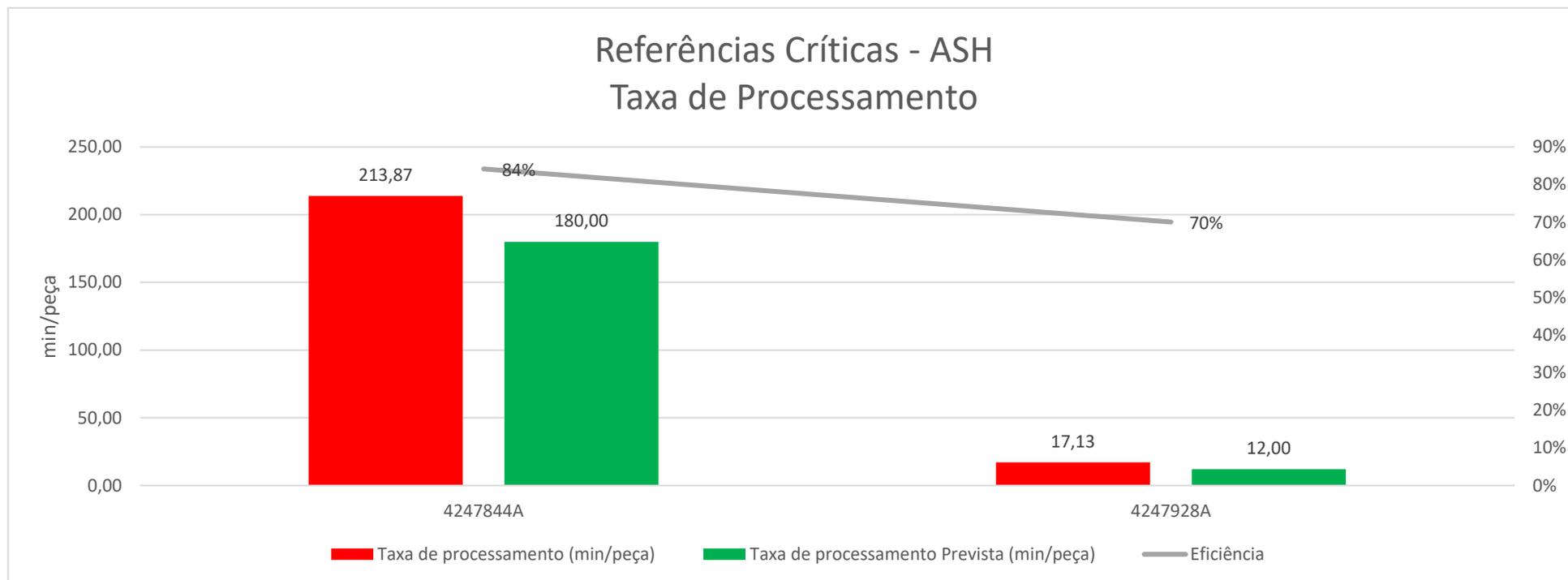
EditAdd
```

```
MsgBox "Operação bem sucedida!"  
End Sub
```

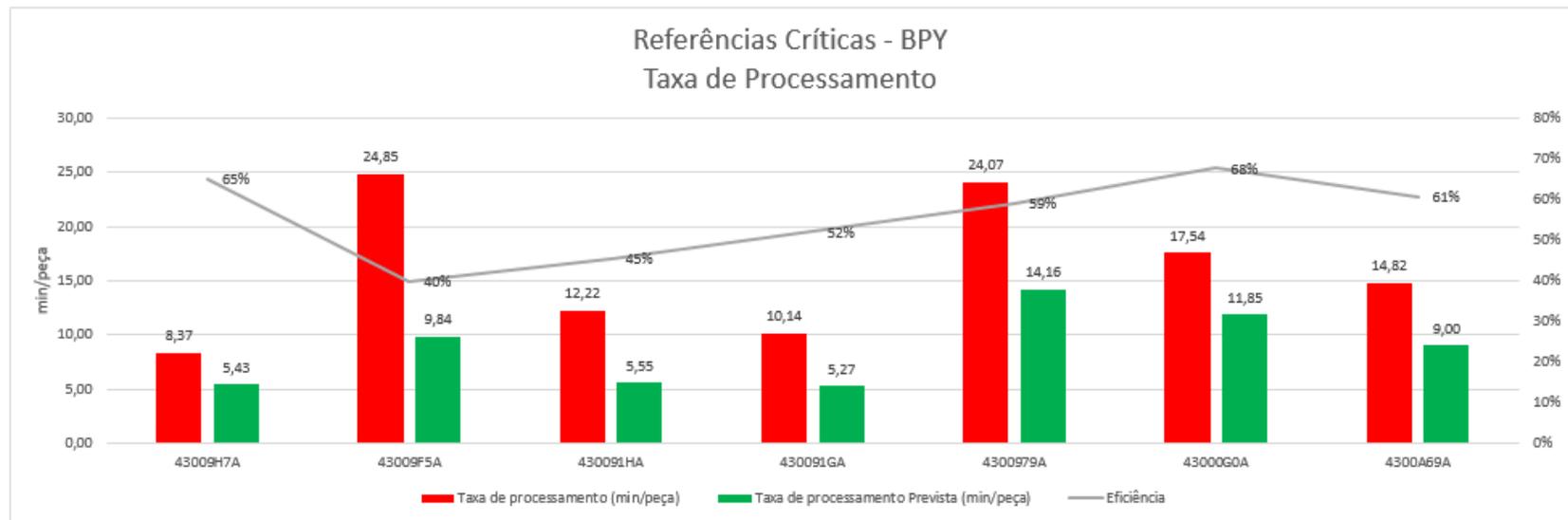
```
Private Sub UserForm_Initialize()  
    TextBox1.SetFocus  
End Sub
```

ANEXO J: Exemplo dos gráficos de desempenho expostos no local de trabalho

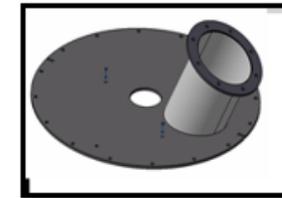
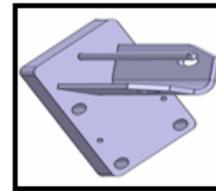
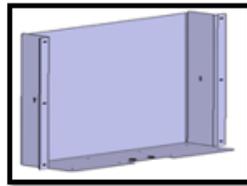
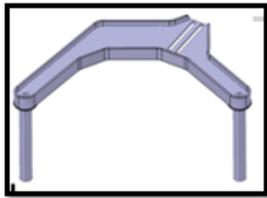
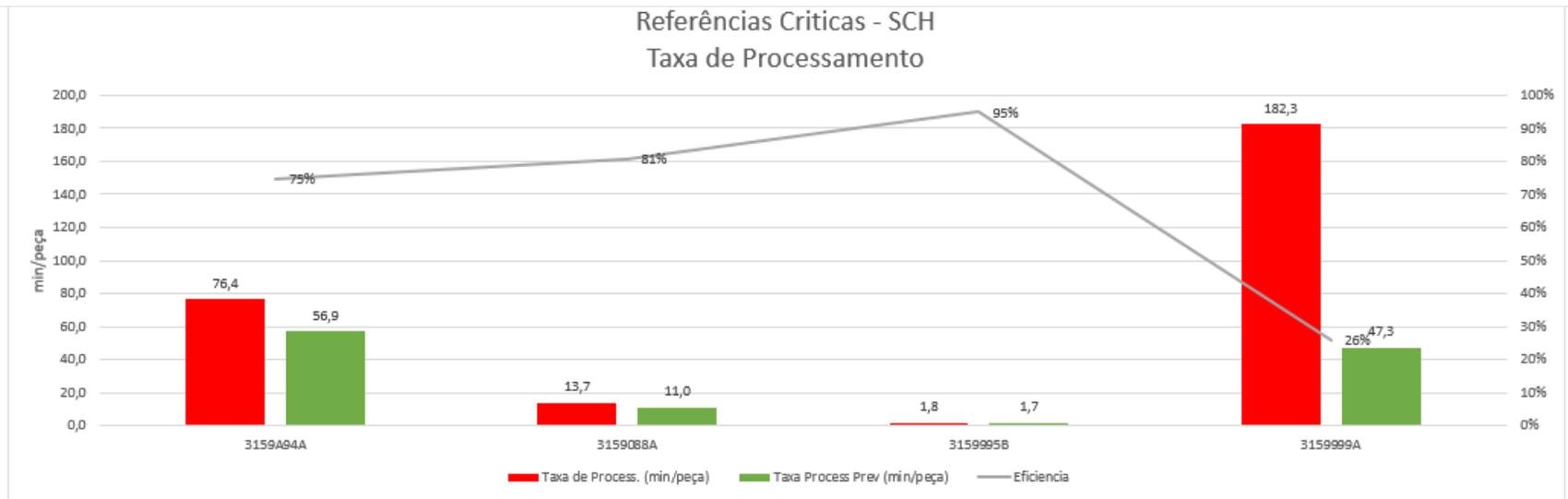
Aqui está demonstrada a parte final da análise efetuada aos artigos mais trabalhados e que se encontram ineficientes. As referências aqui demonstradas pertencem a um dos clientes com maior peso na produção.



Referência	OF por Ref	Peças produzidas por Ref	Taxa de Produção (Peças/hora)	Taxa de processamento (min/peça)	Taxa de Produção Prevista (peças/hora)	Taxa de processamento Prevista (min/peça)	Eficiência
4247844A	12	200	0,3	213,87	0,3	180,00	84%
4247928A	4	24	3,5	17,13	5,0	12,00	70%



Referência	Peças produzidas por Ref	OF por Ref	Taxa de Produção (Peças/hora)	Taxa de processamento (min/peça)	Taxa de Produção Prevista (peças/hora)	Taxa de processamento Prevista (min/peça)	Eficiência
43009H7A	138	13	7,17	8,37	11,04	5,43	65%
43009F5A	62	10	2,41	24,85	6,10	9,84	40%
430091HA	55	10	4,91	12,22	10,82	5,55	45%
430091GA	55	9	5,92	10,14	11,38	5,27	52%
4300979A	37	7	2,49	24,07	4,24	14,16	59%
43000G0A	27	6	3,42	17,54	5,06	11,85	68%
4300A69A	20	5	4,05	14,82	6,67	9,00	61%



Referência	OF por Ref	Peças Prod	Taxa de Prod (peças/hora)	Taxa de Process. (min/peça)	Taxa Prod Prev (peças/Hora)	Taxa Process Prev (min/peça)	Eficiencia
3159A94A	8	72	0,8	76,4	1,1	56,9	75%
3159088A	7	65	4,4	13,7	5,5	11,0	81%
3159995B	6	34	33,1	1,8	34,9	1,7	95%
3159999A	6	33	0,3	182,3	1,3	47,3	26%

ANEXO K: Layouts projetados para a proposta de centralização dos setores de soldadura

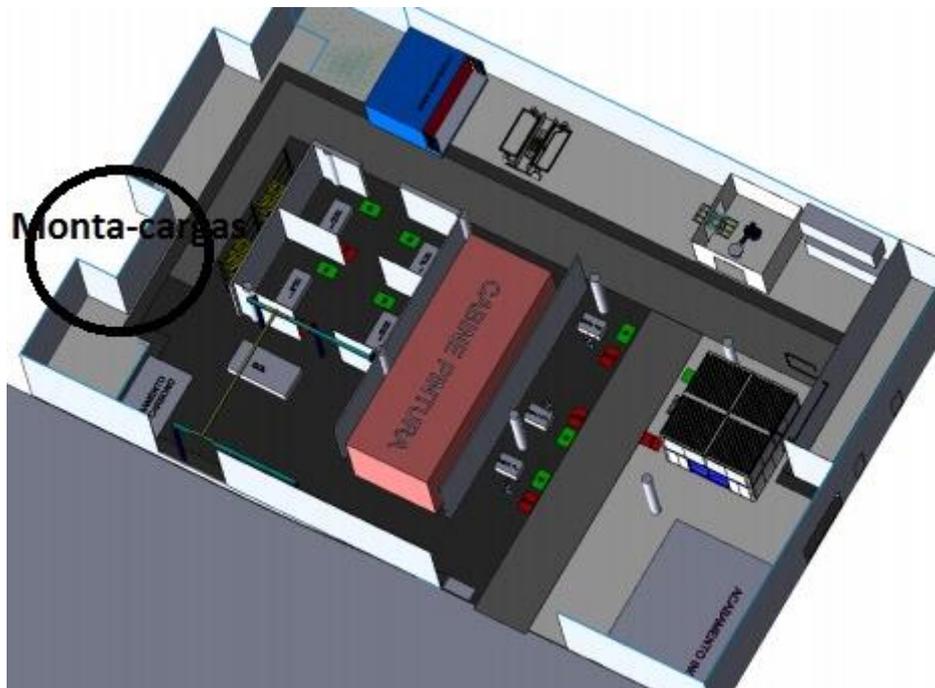


Figura 1 - Layout Soldadura 1

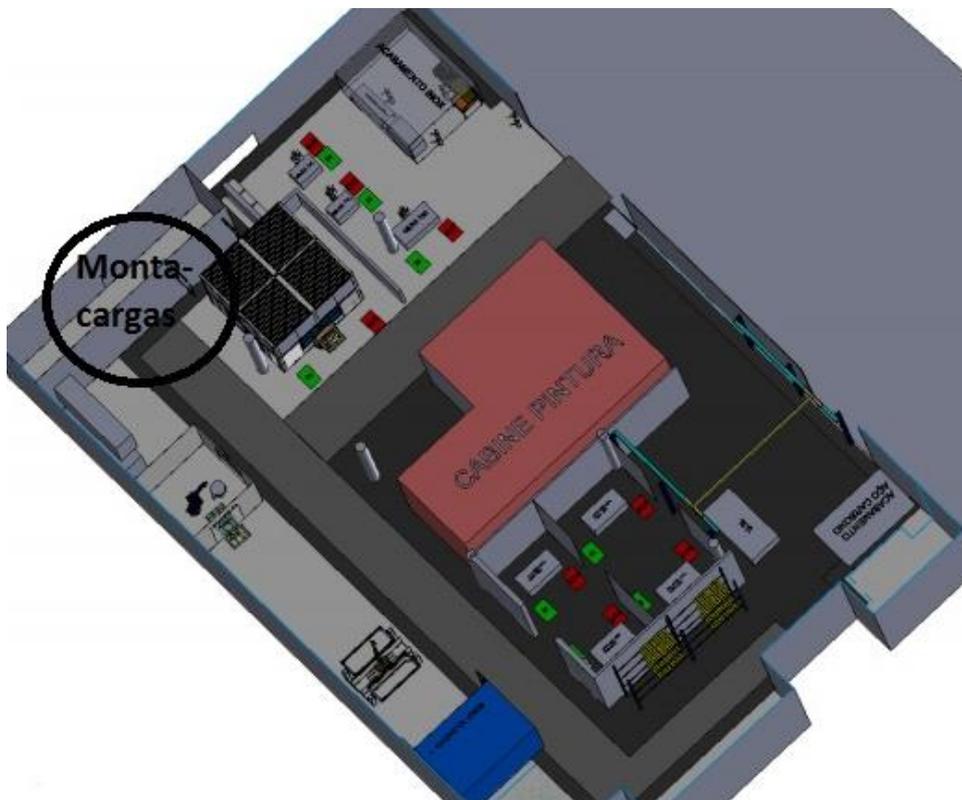


Figura 2 - Layout Soldadura 2

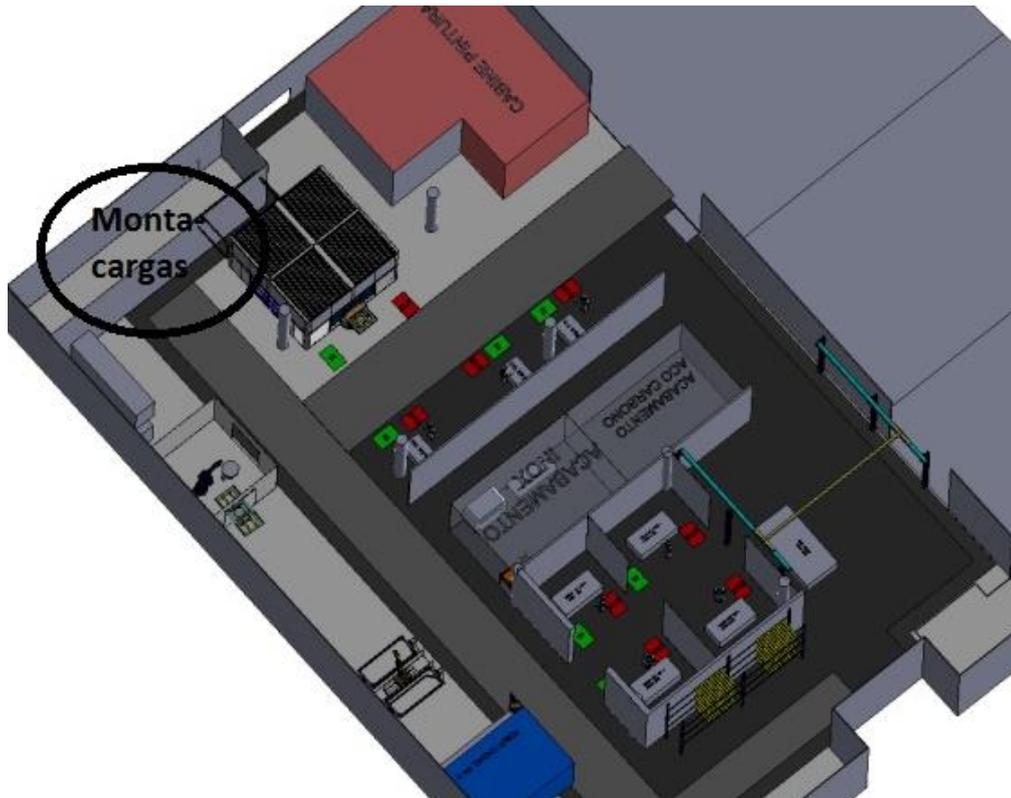


Figura 3 - Layout Soldadura 3.

ANEXO L: Análises de eficiência ao setor.

2/1/2016 a 6/2/2017	>150%	>200%	>250%	>300%	>350%	>400%	Total Registos
Registos de outliers	859	612	442	348	289	241	2938
Registos s/outliers	2079	2326	2496	2590	2649	2697	
Eficiência	67%	78%	88%	95%	100%	105%	
Proporção de outliers em relação ao numero total de registos	29%	21%	15%	12%	10%	8%	

7-2-2017 a 14-6-2017	>150%	>200%	>250%	>300%	>350%	>400%	Total Registos
Registos de outliers	443	328	247	192	157	125	1242
Registos s/outliers	799	914	995	1050	1085	1117	
Eficiência	73%	85%	96%	105%	112%	120%	
Proporção de outliers em relação ao numero total de registos	36%	26%	20%	15%	13%	10%	