



Análise e melhoria de uma linha de produção de uma empresa de sistemas de segurança

ANDREIA PÁSCOA PEREIRA

setembro de 2020

ANÁLISE E MELHORIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DE SISTEMAS DE SEGURANÇA.

Andreia Páscoa Pereira

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

ANÁLISE E MELHORIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DE SISTEMAS DE SEGURANÇA.

Andreia Páscoa Pereira

Estudante n.º 1180152

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

AGRADECIMENTOS

Posso afirmar, convictamente, que a realização da dissertação foi concluída com sucesso devido à colaboração e acompanhamento de algumas pessoas que se revelaram imprescindíveis durante esta jornada.

Primeiramente, gostaria de agradecer à empresa Bosch Security Systems pela oportunidade de desenvolver o meu projeto, em especial ao Engenheiro Rui Fernandes, o meu orientador na empresa, cuja contribuição e auxílio foram essenciais para a realização do mesmo. O seu empenho em orientar-me da melhor forma possível na realização das tarefas propostas foi claramente evidente.

Ao professor Doutor Luis Pinto Ferreira, gostaria de demonstrar a minha enorme gratidão pela sua dedicação e disponibilidade em me auxiliar com obstáculos que foram surgindo ao longo do percurso.

Finalmente, gostaria de agradecer a alguns colegas de trabalho, com os quais tive mais convivência e que demonstraram uma enorme presteza em orientar no que foi necessário nomeadamente, Bruno Zenha, Miguel Adrego, Vanessa Lopes e Juliana Veríssimo.

RESUMO

A globalização e a crescente evolução social, económica e tecnológica que se têm vindo a sentir nas últimas décadas conduzem ao desenvolvimento de mercados cada vez mais exigentes e competitivos. Estas exigências requerem que as organizações desenvolvam a capacidade de adaptação às novas realidades, sendo capazes de adquirir conceitos, técnicas e produtos inovadores num curto período de tempo.

A presente dissertação, realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, foi desenvolvida na empresa Bosch Security Systems em Ovar. Esta dedica-se ao desenvolvimento e produção de componentes eletrónicos que irão integrar em sistemas de segurança e comunicação.

O objetivo do projeto consiste na análise e melhoria de uma linha produtiva que desenvolve uma câmara de vigilância designada Altair. O motivo da análise deste produto prende-se com o aumento do número de encomendas previstas para o ano 2020. Pretende-se assim, analisar a capacidade produtiva da linha para responder ao aumento das previsões bem como identificar, mitigar e eliminar desperdícios identificados no processo.

Para colmatar os problemas diagnosticados foram aplicadas sugestões de melhoria baseadas em ferramentas e técnicas de filosofia *Lean* como a aplicação dos 5S, *A3-Problem Solving*, gestão visual, desenvolvimento de instruções de trabalho e sugestão de alocação de um equipamento.

Os resultados obtidos foram evidentes, demonstrando de uma forma geral, impactos positivos na organização seja a nível qualitativo como quantitativo. A redução dos custos no dia-a-dia das atividades alcança valores de 279,03€ (redução de turnos e libertação de MDO) e anualmente, o ganho monetário obtido foi de, aproximadamente, 70 594,59€. Ao nível de tempo ganho diariamente, registou-se uma poupança de, aproximadamente, 4 horas que se traduzem na libertação de 40 dias de MDO de produção da câmara de vigilância. Relativamente, à proposta de alocação do novo equipamento de soldadura seletiva é expectável uma redução de 50% do desperdício de transporte.

PALAVRAS-CHAVE

Capacidade Produtiva; *Lean Manufacturing*; Processo Produtivo; Desperdícios; *Takt time*

ABSTRACT

The globalization, social, economic, and technological developments that have been felt in recent decades lead to the development of increasingly demanding and competitive markets. These requirements that influence the associations develop the capacity to adapt to new realities, being able to acquire innovative concepts, techniques, and products in a short period of time.

This dissertation carried out within the scope of the master's in engineering and Industrial Management, was developed at Bosch Security Systems in Ovar. The company is dedicated to the development and production of electronic components that integrate into security and communication systems.

The aim of the project is to analyze and improve a production line that develops a surveillance camera called Altair. The reason for the analysis of this product is due to the increase in the number of orders planned for the year 2020. The intention is to proceed with the analysis of the production capacity of the line to respond to the increase in goods as well as to identify, mitigate and eliminate pointed waste in the process.

To address the diagnosed problems, suggestions for improvement in tools and techniques of Lean philosophy were applied, such as the application of 5S, the development of work instructions and the restructuring of the layout of a work section.

The results were evidence, showing, in general, the positive impacts on the organization, both qualitatively and quantitatively. The reduction of costs in the day-to-day activities reaches values of € 279.03 (reduction of shifts and release of MDO) and annually, the monetary gain distributed was approximately € 70,594.5. At the level of daily gain, there was a saving of approximately 4 hours, which translates into the release of 40 days of surveillance camera MDO. Regarding the proposed allocation of the new selective welding equipment is expected a reduction of 50% in transport.

KEYWORDS

Productive Capacity, *Lean Manufacturing*, Productive Process; Wastes; *Takt Time*

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIII
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS	XV
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento e pertinência	1
1.2. Objetivos do Trabalho	2
1.3. Opções metodológicas.....	2
1.4. Apresentação da empresa	4
1.5. Estrutura do trabalho	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1. <i>Lean</i>	7
2.1.1. Origem e evolução do <i>Lean</i>	7
2.1.2. Sistema Produtivo Toyota	8
2.1.3. Desperdícios <i>Lean</i>	10
2.1.4. Princípios e aplicação <i>Lean</i>	12
2.2. Ferramentas <i>Lean</i>	16
2.2.1. 5S	17
2.2.2. <i>Value Stream Mapping</i>	17
2.2.3. Gestão Visual	19
2.2.4. <i>Standard Work</i>	20
2.3. Indicadores de desempenho.....	20
3. ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE VIDEOVIGILÂNCIA	23
3.1. Análise e mapeamento do processo produtivo	23
3.1.1. Processo Surface Mount Technology (SMT)	24
3.1.2. Processo de Soldadura Seletiva (THT)	25
3.1.3. Processo de Corte.....	27
3.1.4. Processo Teste Funcional e Montagem Final.....	29
3.2. Análise da situação atual	30
3.3. Identificação de Problemas.....	32
3.2.1 Gestão de documentação e sistema de atualização deficiente	32
3.2.2 Falta de capacidade do posto de trabalho de soldadura seletiva	33
3.2.3 Tempo de cura de cola elevado.....	34
3.2.4 Desorganização do método de trabalho	35
3.2.5 Processo de atualizações e alterações inconsistente	36
3.2.6 Alocação de nova máquina inadequado.	37
3.2.7 Inexistência de documentação.....	38
3.2.8 Ausência de identificação de locais específicos de armazenamento	38

4. PROPOSTAS DE MELHORIA.....	40
4.1. Criação de uma aplicação interna para gestão de documentação	40
4.2. Estudo e aquisição de uma nova máquina	42
4.3. Utilização de uma cola alternativa	48
4.4. Aplicação da ferramenta 5S no posto de corte.....	49
4.5. Automatização do processo de alterações/atualizações.....	50
4.6. Proposta e simulação de alocação do equipamento de soldadura.....	51
4.7. Criação de documentos operacionais.....	53
4.8. Identificação de fileiras de supermercado.....	54
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1. Apresentação de resultados	56
5.2. Discussão de resultados.....	57
6. CONCLUSÃO.....	59
6.1. Conclusões finais	59
6.2. Limitações e investigação futura	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICE A - Tempo de ciclo soldadura seletiva	65
APÊNDICE B - A3 Problem Solving	66
Apêndice C - Tempos de transporte (antes da ação de melhoria)	67
APÊNDICE D - Caderno de encargos	68
APÊNDICE E - Exemplo de output de levantamento de dados.....	70
APÊNDICE F - Tempo de ciclo da nova máquina de Soldadura Seletiva.....	71
APÊNDICE G - Tempos antes e pós sugestão de melhoria	72
APÊNDICE H - Exemplo de lista de códigos para o equipamento de corte	73
APÊNDICE I - Instruções de trabalho do equipamento de soldadura	74
ANEXO A - Lista de programa	93
ANEXO B - Ficha técnica de cola adesiva 29231C Letbond	94
ANEXO C - Ficha técnica de cola ESK-50.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da metodologia Investigação-Ação (Coughlan & Brannick, 2001)	3
Figura 2 - Instalação da Bosch Security and Safety System, S.A. (Bosch Portal, 2020)	4
Figura 3 - Portfólio de produtos Bosch ST (Bosch Portal, 2020)	5
Figura 4 - A evolução da filosofia <i>Lean</i> (Strategos, 2016)	7
Figura 5 - Sistema Produtivo Toyota (Handbook, 2020.)	9
Figura 6 - Os setes desperdícios <i>Lean</i> (Elias, 2016)	11
Figura 7 - Princípios <i>Lean</i> (Do, D., 2017)	13
Figura 8 - A3 <i>problem solving</i> exemplo (Sobek & Jimmerson, n.d.)	16
Figura 9 - <i>Value Stream Mapping</i> (Ferreira & Silva, 2019)	18
Figura 10 - Quadro de gestão visual (Campion, 2019)	19
Figura 11 - Produto Altair, placa <i>processor</i> e placa <i>sensor</i> respetivamente	23
Figura 12 - Representação do processo produtivo	24
Figura 13 - Colocação de pasta de solda	24
Figura 14 - Processo de SMT	25
Figura 15 - Inserção manual dos componentes	26
Figura 16 - Colocação de pontos de cola	26
Figura 17 - Processo de Soldadura Seletiva	27
Figura 18 - Singles da placa <i>processor</i>	27
Figura 19 - Jig de placa <i>processor</i>	28
Figura 20 - <i>Singles</i> cortados	28
Figura 21 - Processo de corte	29
Figura 22 - Teste funcional	29
Figura 23 - Processo teste funcional	30
Figura 24 - <i>Takt Time</i> e Tempo de ciclo	31
Figura 25 - Ocupação da máquina de soldadura seletiva	34
Figura 26 - Cola adesiva de fixação de componentes eletrónicos	35
Figura 27 - Máquina de corte	35
Figura 28 - Cartão de QRC de programas	36
Figura 29 - Layout na nova máquina de soldadura	37
Figura 30 - Estrutura de supermercado	38
Figura 31 - Problema identificado no supermercado	39
Figura 32 - Exemplo de <i>output</i> da reunião	41
Figura 33 - Máquina cenário 1	43
Figura 34 - Máquina cenário 2	44
Figura 35 - Distribuição dos produtos pelas duas máquinas	45
Figura 36 - Distribuição dos produtos pelas duas máquinas	46
Figura 37 - Novo máquina de soldadura seletiva	47
Figura 38 - Configuração da base de dados	49
Figura 39 - Eliminação de etiquetas no equipamento	50
Figura 40 - Exemplo da lista de programas para o corte	51
Figura 41 - Localização da nova linha	52
Figura 42 - Proposta de realocação do equipamento	52

Figura 43 - Exemplo da estrutura de uma instrução de trabalho.....	54
Figura 44 - Etiquetas de identificação de supermercado.....	55
Figura 45 - Tempo de ciclo e <i>takt time</i> após sugestões de melhoria.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologia do projeto de dissertação.....	3
Tabela 2 - <i>Takt Time</i> mensal do ano 2020.....	30
Tabela 3 - Tempo de ciclo produto Altair.....	31
Tabela 4 - Resumo de problemas encontrados.....	32
Tabela 5 - Propostas de melhoria para os postos de trabalho.....	40
Tabela 6 - Situação atual do equipamento de soldadura.....	43
Tabela 7 - Aspectos positivos e negativos das tecnologias de soldadura.....	44
Tabela 8 - Comparação dos cenários.....	45
Tabela 9 - Custos associados à MDO do posto de trabalho da seletiva.....	46
Tabela 10 - Comparação das duas colas.....	48
Tabela 11 - Ganhos obtidos face às propostas/implementações de ações de melhoria.....	56

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
AOI	<i>Automatic Optical Inspection</i>
BT	<i>Building Technologies</i>
CIP	<i>Continuous Improvement Process</i>
EFQM	<i>European Foundation for Quality Management</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
MAE	Máquinas e Equipamentos
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PCBA	<i>Printed Circuit Board Assembly</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Control, Act</i>
QRC	<i>Quick Response Code</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange Die</i>
SMT	<i>Surface Mount Technology</i>
SPI	<i>Solder Past Inspection</i>
ST	<i>Security and Safety Systems</i>
TO	Taxa de ocupação
TPS	<i>Total Production System</i>
TT	<i>Takt Time</i>
VSD	<i>Value Stream Design</i>
VSM	<i>Value Steam Mapping</i>
WID	<i>Waste Identification Diagram</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

1. INTRODUÇÃO

O presente documento foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial e descreve o projeto de dissertação realizado na empresa *Bosch Security and Safety Systems* compreendido entre dezembro de 2019 e junho 2020. No primeiro subcapítulo começa-se por descrever o enquadramento de todo o trabalho, de seguida apresenta-se o objetivo e as opções metodológicas. Posteriormente, caracteriza-se a empresa e, finalmente, descreve-se a estrutura de todo o trabalho.

1.1. Enquadramento e pertinência

Nos primeiros anos da era industrial, as organizações eram desenhadas e desenvolvidas para que o seu sistema produtivo durasse para sempre sem necessidades de melhoria e ajustes ao longo do tempo. A mudança não era um fator fundamental para as organizações, pois para além de terem uma produtividade baixa, a sua sobrevivência era assegurada. Contudo, com o acelerado desenvolvimento tecnológico, social e económico as empresas têm de acompanhar o ritmo assumindo a inovação e a diferenciação como um fator de progresso.

Assim, para garantir a posição no mercado e o sucesso, alguns autores como Rewers, Trojanowska, & Chabowski (2016) defendem que “as organizações devem desenvolver a capacidade de adaptação às novas realidades, sendo capazes de adquirir conceitos, técnicas e produtos inovadores num curto período de tempo. Quer isto dizer, que as empresas devem de uma forma perspicaz responder às necessidades dos clientes” (Dirisu, Iyiola, & Ibidunni, 2013).

Simultaneamente, é fundamental que as organizações procurem seguir uma filosofia de melhoria contínua no sentido de reduzir desperdícios e, conseqüentemente, custos para suportar os níveis de qualidade e capacidade criando valor para o cliente (Holtskog, 2013). Este conceito de melhoria contínua impulsiona a filosofia *Lean Management* que advém de um conjunto de princípios do *Toyota Production System* (TPS) desenvolvido a partir de 1950 por Taiichi Ohno (Fritze, 2016).

É neste contexto que surge a relevância deste projeto. O aumento das previsões face à procura do sistema de segurança – Altair¹ – para o ano 2020 irá aumentar gradualmente devido às elevadas taxas alfandegárias entre os Estados Unidos da América e a China. A guerra comercial entre as duas potências traduz-se em elevados custos de importação para os centros de distribuição. Assim sendo, verificou-se que a industrialização e produção do produto teria um custo integral menor se fosse produzido na Bosch Ovar invés da Bosch na China. Assim, a Bosch ST deverá satisfazer o aumento das previsões do sistema de vídeo vigilância para o presente ano.

Desta forma, achou-se pertinente a minha contribuição no projeto visto que, este aumento de capacidade implica a aplicação de ferramentas baseadas na filosofia *Lean*. Para dar resposta à exigência do mercado, aplicaram-se algumas dessas ferramentas, nomeadamente, a gestão visual, a instrução de trabalho, padronização do trabalho, 5S, A3 – *Problem Solving* e outras técnicas que contribuem para a diminuição dos desperdícios e aumento de produtividade nas empresas.

¹ Nome atribuído a um produto de câmara de vigilância

Paralelamente, a implementação destas ferramentas na empresa Bosch e os ganhos que advém da sua correta implementação contribuem para evidenciar a outros negócios os benefícios que estas proporcionam em mercados altamente competitivos.

1.2. Objetivos do Trabalho

O principal objetivo do trabalho consiste em aumentar a capacidade produtiva do produto Altair demonstrando paralelamente a aplicabilidade da filosofia *Lean* para eliminar desperdícios existentes no processo.

Para suportar o desenvolvimento do trabalho, foram estipulados alguns objetivos específicos:

- Observação e estudo do processo produtivo do sistema de segurança Altair, analisando com detalhe todos os postos de trabalho;
- Recolher e analisar dados de a situação inicial do fluxo de modo analisar a capacidade do mesmo (tempo e métodos de trabalho, medição de *takt time*);
- Identificar e priorizar os problemas encontrados;
- Desenvolver propostas de melhoria para eliminar e/ou mitigar os problemas identificados:
 - Elaboração de uma *A3 – Problem Solving* de modo a estruturar um problema identificado;
 - Aumentar a capacidade de um dos postos de trabalho;
 - Desenvolver proposta de alocação de um equipamento;
 - Elaboração de uma aplicação para automatizar processo de picagem;
- Verificar o impacto das propostas implementadas;
- Identificar oportunidades futuras.

1.3. Opções metodológicas

A metodologia adotada para o desenvolvimento da presente dissertação é baseada na metodologia Investigação-Ação visto que, a natureza dos problemas encontrados carecem de uma intervenção direta para os resolver. Para além disso, a necessidade de acompanhar e monitorizar os processos nomeadamente, atividades que incluem cronometragem e observação direta, obriga a abordagem que esta metodologia oferece.

Esta é uma estratégia de investigação que tem como finalidade a resolução de problemas envolvendo todos os colaboradores que, diariamente, lidam com esses mesmos problemas. Segundo Costello (2003), os sujeitos envolvidos na investigação são uma parte significativa do problema em questão e para a sua resolução é imprescindível a contribuição de todos.

Simultaneamente, os autores Susman & Evered (1978) realçam também a natureza interativa do processo e uma conotação ao ciclo PDCA que, compreende quatro fases distintas (figura 1):

- **Diagnóstico:** esta fase tem como objetivo a identificação e análise do problema;
- **Planeamento de ações:** estabelecimento de um conjunto de ações com vista à resolução dos problemas identificados anteriormente;
- **Implementação de ações:** aplicação de ações/medidas de acordo com o planeado anteriormente;
- **Avaliação:** averiguar se as ações que foram implementadas apresentam os resultados esperados.

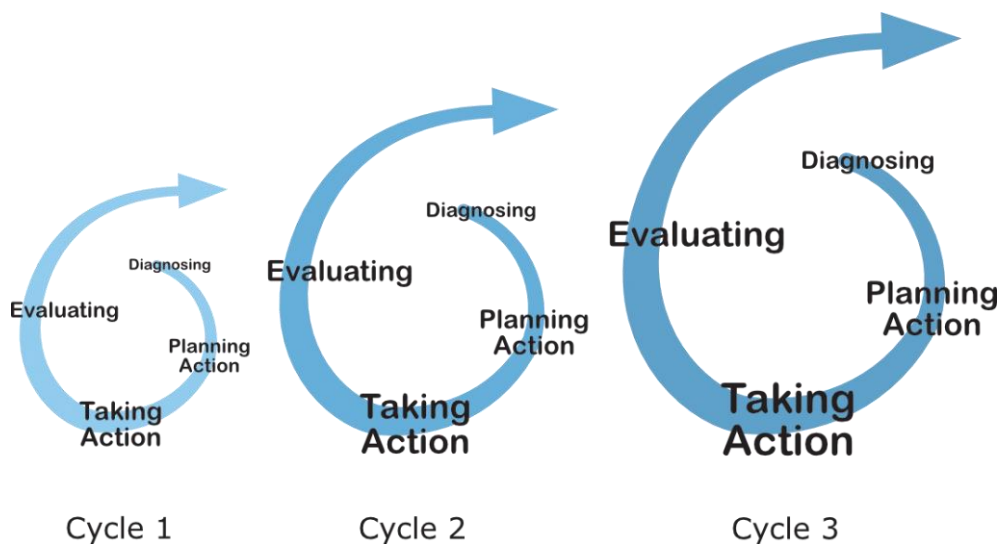


Figura 1 - Ciclo da metodologia Investigação-Ação (Coughlan & Brannick, 2001)

É com base nesta metodologia que se baseia o projeto de dissertação. As etapas para o desenvolvimento do trabalho encontram-se descritas na tabela 1. No entanto, a implementação da metodologia apenas considera o primeiro ciclo e a primeira etapa do segundo ciclo uma vez que, o tempo dedicado à realização do estágio não é suficiente para analisar os ciclos interativos que a ferramenta sugere.

Tabela 1 - Metodologia do projeto de dissertação

Etapa	Descrição
Diagnóstico	Esta fase consiste na avaliação inicial da empresa desenvolvendo uma análise crítica face ao processo produtivo.
Planeamento	Posteriormente à identificação do problema, segue-se o planeamento das medidas a serem aplicadas.
Implementação de ações	Etapa que envolve a aplicação prática das ações planeadas na fase anterior.
Avaliação dos resultados	Análise e discussão dos resultados obtidos comparando a situação inicial com a situação final da empresa.
Especificação da aprendizagem	Finalmente, é registado o planeamento das ações documentado todo o processo para que se permita a continuidade do projeto no futuro.

1.4. Apresentação da empresa

O projeto de dissertação foi realizado na Bosch Security Systems (ST) que representa um segmento da unidade de negócio da Bosch Building Technologies (BT). O seu historial iniciou em 2002 quando a Bosch ST adquiriu a Philips e desde então, tem vindo a crescer de uma forma consciente e sustentável. Esta atua na industrialização e produção de modelos eletrónicos destacando-se como o centro de competência para o fabrico de placas eletrónicas e montagem de blocos óticos. A empresa encontra-se localizada na zona industrial da cidade de Ovar, a 30 km do sul da cidade do Porto (figura 2).



Figura 2 - Instalação da Bosch Security and Safety System, S.A. (Bosch Portal, 2020)

Desde a aquisição da Philips, a Bosch Security Systems tem registado uma presença excepcional e distintiva no mercado ganhando diversos prémios e certificados. No ano anterior (2019) destacou-se pelo excelente desempenho cultural onde, adquiriu a sétima estrela do modelo EFQM e, também, pela melhor ideia implementada, enquadrada na sustentabilidade e otimização de tempos.

O seu portfólio de produtos engloba quatro grandes grupos, sendo eles a unidade de segurança, a unidade de comunicação, unidade de incêndio e a unidade de contratação. As unidades de segurança e de contratação representam igualmente 41% do volume de produção, seguido da unidade de comunicação com 11% e, por fim, a unidade de incêndio que apresenta 7% (figura 3).

Mais especificamente, a empresa desenvolve sistemas de videovigilância, sistemas de alarme e intrusão, sistemas de controlo de acesso, de deteção de incêndio, sistemas de alarme e serviços de instalação e monitorização.

Os produtos finais são expedidos para três centros de distribuição em diferentes continentes sendo eles o CD Greer - América, Tilburg – Europa e Singapura – Ásia. Estes permitem o armazenamento dos produtos durante um período de tempo para, posteriormente, fornecerem as unidades ou clientes.



Figura 3 - Portfólio de produtos Bosch ST (Bosch Portal, 2020)

1.5. Estrutura do trabalho

O presente documento é constituído 6 capítulos, sendo o primeiro a introdução onde é realizado uma contextualização do trabalho, a caracterização da empresa, a descrição dos objetivos, a metodologia adotada para dar respostas a esses mesmos objetivos e, finalmente, a descrição da estrutura do documento.

O segundo capítulo designado “Fundamentação teórica e revisão de literatura”, é constituído pela revisão da literatura, onde se esclarecem alguns conceitos aplicados ao trabalho e se interligam os conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado com os que foram aplicados no estágio. A pesquisa teórica foi realizada tendo por base o conceito da filosofia *Lean*, as suas ferramentas e os impactos obtidos nas empresas através da sua aplicação.

Posteriormente, no seguinte capítulo denominado “Análise e melhoria do processo produtivo de videovigilância” descreve-se mais detalhadamente o processo produtivo da câmara de vigilância do Altair. Segue-se uma explicitação do processo produtivo baseado na apresentação dos postos de trabalho. Após a descrição do fluxo produtivo, é apresentada uma análise realizada no início do trabalho face à situação inicial da empresa. Este estudo foi executado através de observação direta, cronometragem de tempos e medição do *takt time*. Ainda neste capítulo, procedeu-se à identificação e descrição dos problemas encontrados no fluxo produtivo. Neste seguimento, foi detetado a falta de capacidade de um dos postos de trabalho e incumprimento da cadência necessária para responder à procura do cliente. Para além desses problemas encontrados, foram ainda detetados pontos de melhoria em quase todos os postos de trabalho à exceção das áreas de teste funcional e montagem final.

No quarto capítulo designado “Propostas de melhoria”, são apresentadas as propostas e ações de melhoria desencadeadas para fazer face aos problemas encontrados no capítulo anterior. Algumas das sugestões de melhoria foram alcançadas através da aplicação de ferramentas *Lean* como por exemplo os 5S e A3 – *Problem Solving*, gestão visual e padronização do trabalho. Este capítulo

destaca-se como o mais importante do documento uma vez que, evidencia as atividades desenvolvidas e os contributos para organização.

O penúltimo capítulo intitulado “Discussão de resultados” diz respeito à apresentação dos resultados onde se analisa se as ações implementadas apresentaram ganhos para a organização, bem como os resultados que se preveem obter com as propostas não implementadas. Posteriormente, é feito novamente uma análise seguindo o alinhamento do estudo feito inicialmente.

Por fim, o sexto capítulo intitulado “Conclusão” apresenta as conclusões e considerações finais do projeto desenvolvido, seguidas das limitações sentidas durante a realização do projeto e os trabalhos futuros.

Após a conclusão, são apresentadas as referências bibliográficas que serviram de apoio ao estudo, seguindo algumas páginas nas quais se encontram os anexos e apêndices que apresentam informação complementar ao projeto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

No presente capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica elaborada a partir de algumas temáticas com o intuito de enquadrar o trabalho. Através da pesquisa de alguns artigos científicos e dissertações começou-se por contextualizar a filosofia *Lean Management* bem como as suas origens. De seguida, descreve-se o conceito *Lean*, os seus princípios e ferramentas. E, por fim, apresentam-se alguns indicadores de desempenho que suportaram o desenvolvimento do trabalho.

2.1. *Lean*

A filosofia *Lean* é descrita como uma extensão do Projeto *Toyota System*. Esta é uma ferramenta que inclui práticas de melhoria contínua dos processos, eliminando os desperdícios das atividades que não acrescentam valor para o cliente (Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G., 2017). Este conceito é mundialmente conhecido por “pensamento magro” e é caracterizado por incluir um conjunto de ferramentas bastante simples e de fácil acesso a todos.

2.1.1. Origem e evolução do *Lean*

A sua origem teve como fundamento conceitos e princípios inerentes ao *Toyota Production System* (TPS) que passaram pela evolução que se apresenta na figura 4.

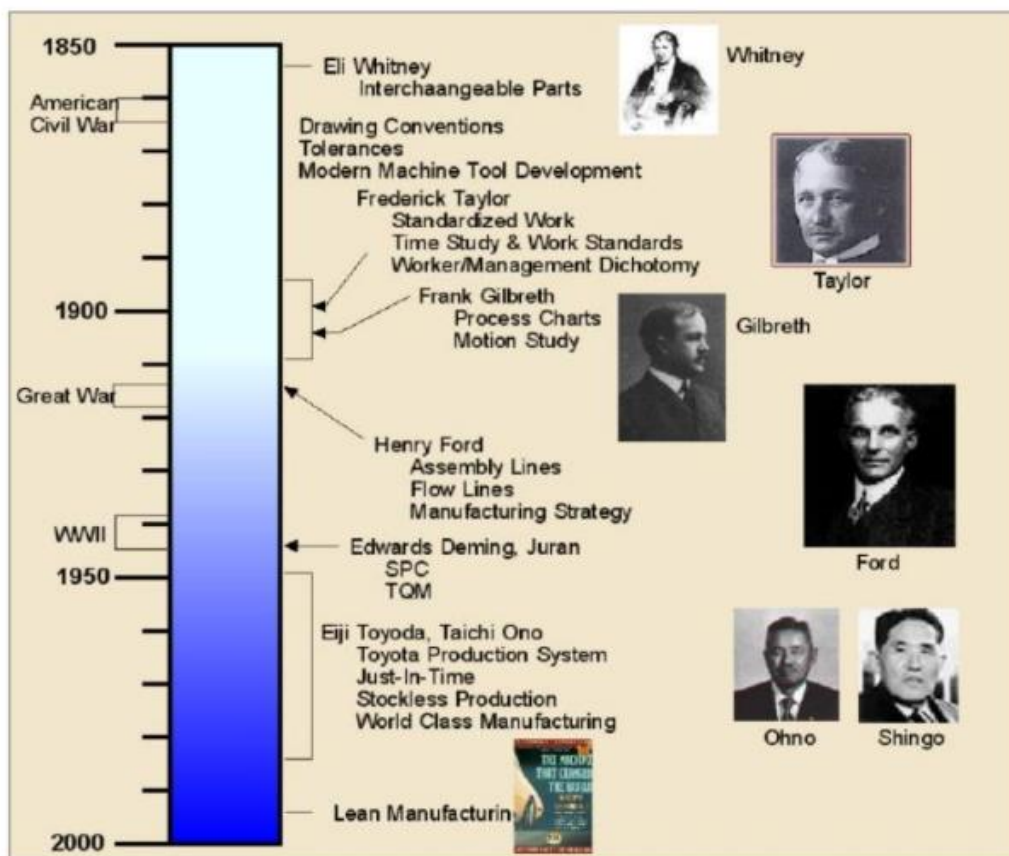


Figura 4 - A evolução da filosofia *Lean* (Strategos, 2016)

O conceito *Lean* teve a sua origem na década de 50 com a manifestação de algumas ideologias e filosofias que, permitiram a evolução da metodologia como a conhecemos atualmente. Em 1850, Eli Whitney introduziu o conceito de peças intermutáveis, que permitiu o desenvolvimento e aperfeiçoamento das máquinas e dos processos. Posteriormente, Frederic Taylor em 1970 deixou o seu contributo com uma nova abordagem de trabalho, onde introduziu algumas práticas como a *standardização* das tarefas e estudo dos métodos e tempos. Esta perspetiva atraiu entusiastas a continuarem a expandir esta filosofia industrial. De seguida, Gilberth desenvolveu os gráficos de processo que permitiu olhar para os elementos do fluxo como atividades que acrescentam ou não valor (Strategos, 2016). Simultaneamente, abordou temáticas relacionadas à motivação dos colaboradores e como tal influenciava os *outputs*.

Com base nestas primeiras ideias, o conceito *Lean Thinking* emergiu no Japão após a segunda guerra mundial com o *Toyota Production System*. Esta foi uma época que ficou registada por uma diferença económica acentuada entre os países da Europa e da América comparativamente com o Japão, que teve de importar uma série de recursos devido à escassez que se sentia no país (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977). Devido a este cenário, Taichii Ohno e Shigeo Shingo começaram a incorporar práticas de produção Ford e outras técnicas de controlo estatístico de qualidade de Ishikawa, Edwards Deming e Joseph Juran na empresa Toyota. Este modelo assenta na eliminação de desperdícios, não considerando apenas as perdas residuais ou rejeições, mas também em atividades ou processos que não agregam valor na ótica do cliente (Thangarajoo, 2015). Os ganhos da implementação do TPS fizeram-se sentir rapidamente no mundo da indústria japonesa e a prova do seu sucesso chegou aos Estados Unidos, principalmente sob forma de exportações japonesas dos setores automóvel e eletrónica (Womack & Jones, 1996).

Mais tarde, em 1990 é abordado pela primeira vez o termo *Lean* e o método que viria a ser designado por *Lean Manufacturing*, através da publicação do livro “The Machine That Changed the World” de James Womack, Daniel Roos e Daniel Jones. Através deste lançamento a designação *Lean Production* difundiu-se, substituindo definitivamente o termo *Total Production System*.

2.1.2. Sistema Produtivo Toyota

Há muito tempo que a Toyota é reconhecida pelos altos níveis de qualidade que marcam o seu sistema produtivo. Este foi desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation* e tem como finalidade a eliminação de desperdícios e práticas de melhoria contínua dos processos.

A sua ideologia teve por base dois pilares principais sendo eles o “*Just-in-Time*” e “*Jidoka*” que fundamentam a Casa TPS que se encontra na figura 5. A utilização da casa como modelo deve-se pelo facto de esta representar um sistema estrutural pois, a sua robustez é suportada pelo teto e os pilares. Cada elemento da casa do TPS é crítico, mas o importante é como cada elemento reforça o outro (Kehr & Proctor, 2016).

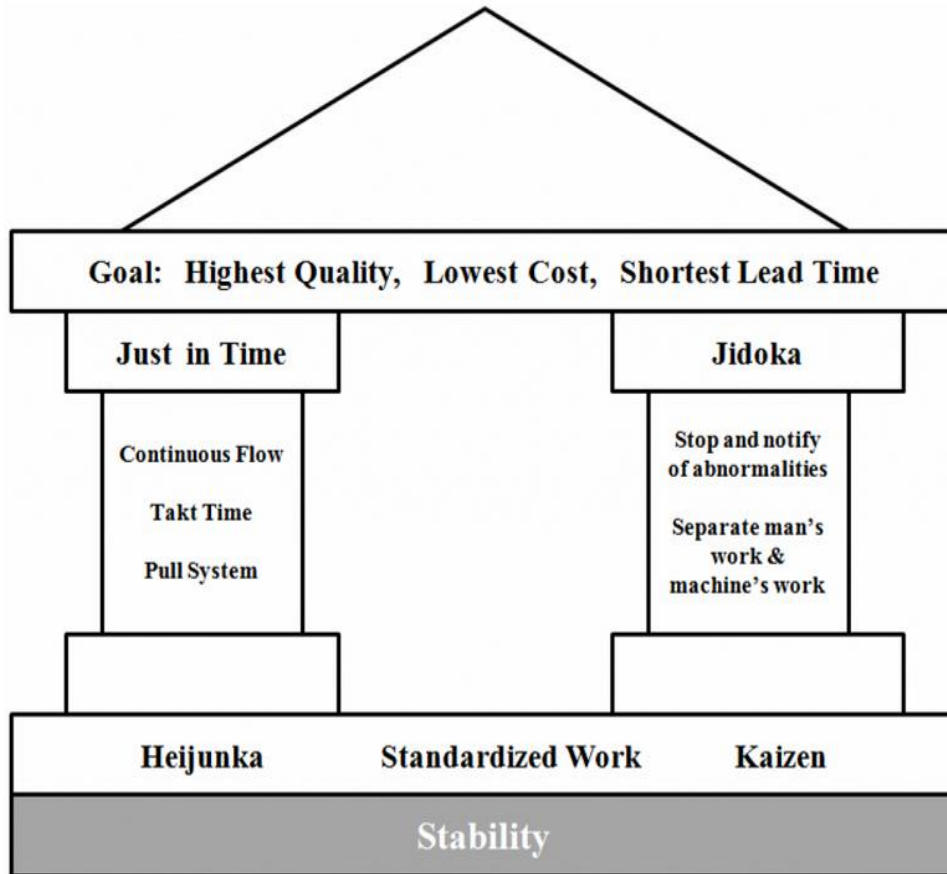


Figura 5 – Sistema Produtivo Toyota (Handbook,T., 2020)

Segundo Liker (2004), a casa TPS é constituída pelo telhado (topo) onde se estabelece os objetivos principais do sistema. É constituído pelos dois pilares “*Just-in-Time*”, a característica mais visível do TPS e “*Jidoka*” que impede a passagem de defeitos. No centro da casa encontram-se as pessoas e a cultura da empresa e, por fim, na base estão os elementos fundamentais como o “*Heijunka*” que reduz a desigualdade do processo (nivelamento), o “*Standard Work*” que define a normalização dos processos e o “*Kaizen*” que incide sobre a melhoria contínua. Estas ferramentas permitem a estabilidade do sistema que suporta toda a casa TPS. Os pilares do Sistema Produtivo Toyota encontram-se explicitados abaixo:

- ***Just-in-Time***

O pilar “*Just-in-Time*” do Sistema Produtivo Toyota sugere a produção ou entrega de quantidades necessárias no momento certo utilizando o mínimo de recursos. Idealmente, a quantidade de produtos a fabricar deve ser fornecido e enviado imediatamente quando o pedido do cliente é recebido.

Com esta abordagem espera-se eliminar todo o stock e adotar um sistema WIP (*work-in-process*). A chave para produzir de forma eficaz e eficiente reside na contínua redução das quantidades no sistema.

Segundo o Womack & Jones (1996) na filosofia JIT há três fatores importantes que a caracterizam:

- Equilíbrio – balanceamento e sincronização do fluxo produtivo;
- Fazer bem à primeira – evitar cometer erros;
- Envolvimento dos trabalhadores – cada membro da organização tem um papel fundamental a desempenhar na eliminação de desperdícios.

O desenvolvimento da produção *just-in-time* requereu que o sistema de produção, até ao momento empurrado (“*push*”), passasse a ser puxado (“*pull*”) (Liker, 2004).

O sistema pull trata-se de um sistema de fabrico coordenado pelo cliente, ou seja, produz-se apenas a quantidade necessária, não acumulando em stock. Assim, é possível reduzir os custos de armazém.

- **Jidoka**

Jidoka é uma palavra de origem japonesa que significa “automação com características humanas”. Esta ideologia baseia-se na capacidade das máquinas ou colaboradores para identificar condições anormais ou defeitos nos produtos, máquinas ou métodos para que interdite a passagem destas anomalias para o próximo processo (Handbook, 2020)

Este conceito refere que, as máquinas ou linhas de produção devem ser capazes de parar de forma automática sempre que estejam presentes de uma condição anómala para que, a peça defeituosa não siga o ciclo normal de produção. Os colaboradores também devem ter a obrigação de parar o sistema produtivo de forma manual quando encontram um defeito. Esta paragem manual é feita a partir dos chamados “*andon*” que envolva pressionar um botão de alerta.

Esta responsabilidade colocada sobre os colaboradores fortalece a sua presença no trabalho e valoriza a sua participação, o que contribuirá para a criação de um ambiente de respeito e ordem (Liker, 2004).

2.1.3. Desperdícios Lean

Quando se define desperdício tem de considerar a natureza das atividades que não acrescentam valor para o cliente e que contribuem para o aumento dos custos de produção (Womack & Jones, 1996).

Em 1988, Ohno listou os tão conhecidos sete desperdícios que se tornaram o alicerce do conhecimento Lean e fundamentais para a melhoria contínua dos processos (figura 6).



Figura 6 - Os setes desperdícios *Lean* (Elias, 2016)

Estes setes desperdícios são considerados os maiores tipos de perdas na indústria e são divididos da seguinte forma (Ohno, 1988):

- **Transporte** – este desperdício inclui todo o tipo de movimentos e deslocamentos desnecessários de matéria-prima e produtos que não adicionam valor ao produto e aumentam o lead time. Para Shingo (1981), num sistema bem desenvolvido, os postos de trabalho são desenhados de forma a minimizar as movimentações dos colaboradores. A existência de transporte desnecessário é em grande parte, consequência de layouts mal projetados. Numa produção *Lean*, o *layout* é concebido de forma a criar um fluxo harmonioso dos produtos pelos fluxos produtivos evitando que os colaboradores percorram distâncias desnecessárias (Pattanaik & Sharma, 2009).
- **Inventário** – o excesso de stock é justificado pela existência de quantidades excessivas de matéria-prima e produtos acabados. Para além disso, elevados níveis de stock escondem muitos problemas no sistema de gestão (Karlsson, 1996). Assim, os impactos da redução de stock vão para além da redução de custos a ele associado. Algumas das vantagens de redução de inventário destacam-se como criar mais espaço, menor probabilidade de o material se tornar obsoleto e rápida deteção de defeitos.
- **Movimentações** – Este desperdício diz respeito às movimentações que não acrescentam valor nas perspetiva do cliente. Normalmente, estão associados a deslocamentos dos colaboradores pela fábrica pela procura de ferramentas e materiais bem como efeitos de baixa produtividade (Melton, 2005). Na origem destes sintomas podem-se destacar algumas causas como uma má organização do local de trabalho, falta de gestão e controlo visual e processos e operações mal concebidos.
- **Esperas** – Este desperdício ocorre quando as pessoas, equipamentos ou produtos estão à espera de ser processados. Alguns sintomas deste desperdício caracterizam-se pelo facto de operadores

esperarem por informação ou materiais para iniciarem o seu trabalho, operadores esperarem por máquinas a trabalhar ou que fiquem disponíveis ou ainda atrasos na produção. Uma das soluções possíveis para atuar neste desperdício poderia passar por implementar a ferramenta JIT e o *standard work* (Ribeiro et al., 2019).

- **Sobreprodução** – a sobreprodução é considerada um dos desperdícios com mais sérios pois, geralmente, é a causa dos restantes desperdícios (Melton, 2005). Tal significa produzir mais do que está planeado ou mais rápido do que solicitado pelo processo seguinte. O ritmo do fluxo produtivo (takt-time) é designado pelo cliente e pelas encomendas que este regista. Uma das ferramentas para solucionar este sintoma pode passar pela aplicação do SMED em que se reduz os tempos de mudança de trabalho e/ou ferramentas.
- **Defeitos** ou **retrabalho** – são considerados todos os defeitos ou anomalias nos produtos que, acontecem durante a produção, deslocações ou manuseamento seja devido aos operadores ou máquinas. O tempo exigido para reparar o defeito são considerados tempos que não acrescentam valor, pois tal tempo deveria ser utilizado na produção. Estes erros têm de ser reduzidos pois representam custos muitos elevados para a organização (Ohno, 1988).
- **Sobreprocessamento** – tal desperdício pode-se rever em duas situações distintas: processamento excessivo ou processamento incorreto. O primeiro acontece quando, para a produção de um determinado produto, são realizadas mais tarefas do que o necessário. Por outro lado, o processamento incorreto ocorre quando as atividades ou técnicas inadequadas ou ferramentas desajustadas (Ferreira, L. & Silva, F., 2019). Tal pode ser explicado pela falta de formação aos colaboradores ou elaboração de incorreta de instruções de trabalho.

2.1.4. Princípios e Aplicação *Lean*

Numa organização *Lean* todos os colaboradores estão envolvidos na identificação e eliminação de quaisquer fontes de desperdício e ineficiência. Esta ideologia concentra-se na satisfação do cliente e procura garantir simultaneamente as expectativas da empresa (Yang, Hong, & Modi., 2011).

Desde alguns anos, os princípios *Lean* têm sido aplicados com sucesso às indústrias para reduzir o stock e, conseqüentemente, aumentar a produtividade e qualidade dos produtos (Campos, Cotrim, Galdamez, & Leal, 2016). Esses princípios foram baseados num estudo realizado por (Womack & Jones, 1996) a várias empresas do mundo dedicadas à produção de diversos tipos de produtos para compreender o impacto que a gestão *Lean* tem no performance das indústrias. Foram definidos cinco princípios (figura 7) sequenciais que constituem a base de uma implementação correta do pensamento *Lean*.



Figura 7 - Princípios *Lean* (Do, D., 2017)

O primeiro princípio refere-se à identificação de **valor** que corresponde ao conjunto de características requeridas pelo cliente. Tudo o que não gera valor na perspectiva do cliente deve ser eliminado. O princípio **fluxo de valor** refere quais são os processos que acrescentam valor ao longo de todo o sistema produtivo, desde os fornecedores aos clientes. Todas as atividades que não acrescentam valor são consideradas desperdícios. O terceiro princípio corresponde ao **fluxo contínuo** indicando que as atividades de valor ocorrem naturalmente e continuam ao longo do processo. Ao garantir que os produtos fluem de posto em posto, sem interrupções, é possível reduzir o WIP e, conseqüentemente, reduzir o *lead time*. O quarto princípio refere-se ao **sistema de produção pull** e indica que, a ordem de produção deve ser puxada pelo cliente produzindo apenas as quantidades necessárias. O último princípio assenta na constante **procura pela perfeição**. Após as organizações aplicarem as ferramentas e técnicas *Lean* começa-se a verificar um desleixo das entidades pelo que, deve reforçar-se a consciencialização das pessoas em manter continuamente o ciclo *Lean*. Uma vez que as especificações e exigências dos clientes vão pressionando consoante a evolução do mercado, mais impedimentos e exigências são identificados e, conseqüentemente, mais desperdícios têm de ser eliminados (Womack & Jones, 1996). Tal explica a conotação cíclica do conceito *Lean* pois o processo não tem fim procurando-se constantemente a melhoria dos processos.

É importante compreender que o *Lean Thinking* não é apenas um conjunto de práticas que são aplicadas ao chão de fábrica, mas sim uma filosofia que influencia e transforma o comportamento e cultura industrial das organizações. O desempenho e resultados positivos são conseguidos pela adoção de práticas e convicções compreendidos por todas as pessoas das organizações.

Neste contexto, foram desenvolvidos alguns estudos acerca desta temática que demonstram os benefícios da implementação deste conceito, nomeadamente, em indústrias automóvel, metalúrgica e ainda indústria eletrónica.

Os autores Choomlucksana, Ongsaranakorn, & Suksabai (2015) analisaram o aumento da produtividade numa área de estampagem de chapas metálicas através da aplicação dos princípios *Lean*. Para além do estudo se ter baseado nos princípios da filosofia utilizaram também algumas das suas ferramentas como a gestão visual, 5S e *poka-yoke*. Através destas, descobriram que os processos de rebarbação e polimento apresentavam muitas atividades que não acrescentavam valor e, por isso, consideradas desperdícios. Os resultados positivos foram evidentes, apresentando com uma redução de aproximadamente 62,5% do tempo de ciclo da atividade de polimento e diminuição cerca de 66,5% de atividade que não acrescentavam valor. Os impactos na *performance* deste processo foram tremendos poupando 1,764 dólares por ano.

Outros estudos foram realizados no sentido de observar mais evidências dos ganhos produtivos que o *Lean* traz às indústrias. Os autores Rohani & Zahraee (2015) estudaram uma linha de produção através da aplicação de uma das ferramentas *Lean* (*value stream mapping*). Esta ferramenta permitiu identificar os desperdícios que deveriam ser eliminados de forma a aumentar a produtividade. Os resultados mostraram uma redução do *lead time* da linha em cerca de dois dias e meio e, conseqüentemente, uma diminuição de 31 minutos de tempo de ciclo.

É possível observar os benefícios que esta ideologia apresenta face aos processos de diferentes setores. Também, na indústria nacional, foram realizados alguns estudos recentes dos ganhos obtidos com a implementação do *Lean*.

Os autores Luis Carlos Ferreira e Francisco Silva (2019) desenvolveram um estudo numa empresa de metalúrgica, com o objetivo de melhorar o processo, de modo a suprimir 14 falhas detetadas nos recursos e na produção. Esse objetivo foi cumprido devido ao *Lean Thinking*, suportado pelo ciclo PDCA. Os resultados permitiram a simplificação de processos e reduções de 25% no *lead time* no tempo logístico.

A autora Sousa (2019) realizou um projeto no ramo da industrial automóvel com a finalidade de aumentar a capacidade produtiva bem como identificar, reduzir e eliminar desperdícios identificados no processo de montagem de modelos eletrónicos. Através de um plano de propostas baseadas no conceito *Lean Thinking*, conseguiu reduzir o tempo de ciclo em quase 13 segundos/ placa na inserção de fusíveis, aumentar a taxa de ocupação do processo de testes funcionais de 75% para 83%, reduzir os gastos em mão-de-obra e em desperdícios. A redução destes últimos fatores traduziu-se numa poupança diária de 2644€ e de 154€, respetivamente.

Um aluno da universidade de Detroit nos Estados Unidos (Taj, 2008) desenvolveu uma investigação que consistia em avaliar a adaptação do *Lean Management* e as suas práticas em plantas de fábrica nas indústrias de eletrónica, farmácia e telecomunicações, entre outras na China. Neste estudo realizou-se um questionário a 40 gestores de diferentes áreas no sentido de avaliar a presença de práticas *Lean* nas secções de armazenagem, manutenção, layout e gestão de fornecedores das indústrias. Os resultados indicaram que a indústria petrolífera se encontra na liderança seguida pela indústria de telecomunicações e eletrónica. As questões que tiveram pontuações mais baixas foram relativamente ao design de layout das empresas, setups e entrega nos prazos estabelecido. Por outro lado, as questões que revelaram que as práticas *Lean* se encontravam bem implementadas foi na logística interna, planeamento e controlo da produção e controlo da qualidade.

Um estudo realizado por Pereira Da Cruz (2019) numa empresa de injeção de plásticos teve como objetivo a redução de custos e aumento da produtividade do sistema produtivo através da implementação de algumas metodologias adjacentes ao paradigma do *Lean Manufacturing*. O

projeto contou com a aplicação de algumas ferramentas sendo estas a metodologia WID para identificar e analisar os problemas, aplicação dos 5S e organização do sistema produtivo com o objetivo de melhorar os processos e fluxo de informação na empresa. Como resultado, devido às melhorias implementadas, foi possível melhorar o sistema produtivo da empresa através da redução dos desperdícios.

Os autores Azevedo, Ferreira et al. (2019) desenvolveram a temática de conceitos e definições de filosofia Lean. O estudo teve como finalidade analisar o impacto da redução dos desperdícios identificando as atividades de valor acrescentado, nivelamento da produção e redução do sobre processamento. O projeto contou com a instalação de sete linhas finais e sete linhas de montagem. Após a implementação e validação mediou-se um ganho de cerca de 10,9% (2 159 000€) considerando todos os custos de industrialização.

Outro estudo foi desenvolvido de modo a permitir reduzir os custos e aumentar a qualidade de produtos e serviços através da eliminação contínua de desperdícios. O trabalho teve em conta a aplicação de algumas ferramentas Lean de modo a melhorar o desempenho, em termos de organização da produção, do processo de construção de talões, da empresa de construção de pneus Continental Mabor – Indústrias de Pneus S.A. As medidas aplicadas iniciaram através do diagnóstico da situação atual com as ferramentas VSM e WID de forma a recolher os dados necessários. Com vista à eliminação dos desperdícios foram desenvolvidas propostas de melhoria e elaborado um plano de implementação de ferramentas *Lean*. Com a aplicação da metodologia SMED foi possível reduzir o tempo necessário para realizar os setups que constituem o processo de construção de talões. Os resultados demonstraram uma redução nos tempos de setup de 19% a 43%. Paralelamente, a implementação da ferramenta 5S levou à redução do tempo necessário para procurar ferramentas durante o setup. A reorganização do layout permitiu aumentar a capacidade do parque de armazenamento de talões de 48 000 para 74 500 talões (Brito, O., 2011).

Os autores Ribeiro et al., (2019) desenvolveram um caso estudo numa empresa de plásticos com a finalidade de implementar ferramentas Lean em dois produtos da empresa, nomeadamente, as tampas das rodas e para-choques de forma a reduzir o tempo de ciclo, aumentar a produtividade das linhas e reduzir dificuldades associados a estes produtos. As ferramentas aplicadas foram os 5S, gestão visual, SMED e padronização do trabalho. Os resultados destas metodologias tiveram impactos positivos com 70% de redução dos tempos de transporte, aumento de cerca de 18% do OEE na injeção de plástico, 16% na área de pintura das tampas das rodas e 17% nos para-choques.

Em 2017 Rovisco desenvolveu uma análise funcional de implementação da metodologia *Lean* numa indústria alimentar. As ferramentas aplicadas nesta indústria foram os 5S, o PDCA, o VSM, SMED e a padronização do trabalho. Os resultados obtidos traduziram-se num decréscimo mínimo de custos de 18% (de 7,22 milhões de euros/ano para 5,92 milhões de euros aproximadamente) e no máximo uma redução de 28,7% (de 7,22 milhões de euros para 5,15 milhões de euros aproximadamente). Também se verificou melhorias no OEE e, conseqüentemente, um aumento de capacidade de 1,5 turnos/linha.

Kumar redigiu um artigo em que clarificou a importância da implementação das ferramentas Lean nas indústrias. Este refere que, a metodologia *Lean* não identifica apenas os motivos de desperdícios, mas como, também, auxilia na mitigação destes por meio de princípios e diretrizes estruturadas. Paralelamente, a filosofia fomenta um ambiente de trabalho altamente propício à minimização de resíduos (Kumar, 2019).

Como se pode observar com os estudos acima descritos, o impacto positivo que as ferramentas *Lean* proporcionam são inúmeros. Contudo, para levar a cabo esta filosofia não basta que os princípios e ferramentas estejam implementados, é também necessário garantir que os mesmo sejam frequentemente atualizados pois só deste modo se consegue garantir a melhoria contínua (Bhamu & Sangwan, 2014).

2.2. Ferramentas *Lean*

O estudo acerca sobre temática *Lean* orientou muitos autores a aprofundarem e registarem mais dados sobre esta filosofia na tentativa de descrever o sistema, técnicas e as ferramentas utilizadas. A aplicação destas ferramentas permitirá às indústrias utilizarem de cada vez menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço e se consiga produzir mais, procurando oferecer exatamente o que os clientes desejam no tempo certo (Pires et al., 2012).

Neste subcapítulo pretende-se abordar e descrever algumas das ferramentas *Lean* nomeadamente, *A3 Problem Solving*, *5S*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Gestão Visual* e *Standard Work* *A3 Problem Solving*, pois estas serão abordadas durante o trabalho.

A ferramenta *A3 Problem Solving* é utilizada para a resolução de problemas nas organizações. O seu nome deriva do facto, de os dados serem registados num papel de tamanho A3 e ser lido de cima para baixo e esquerda para a direita. A sua elaboração é baseada no ciclo PDCA e incluiu informações pertinentes do problema como a sua identificação e breve descrição, as possíveis causas e o planos de ações a tomar (ver figura 8). A apresentação das causas é muitas vezes suportada, por gráficos e esquemas que permitem uma perceção mais eficaz.

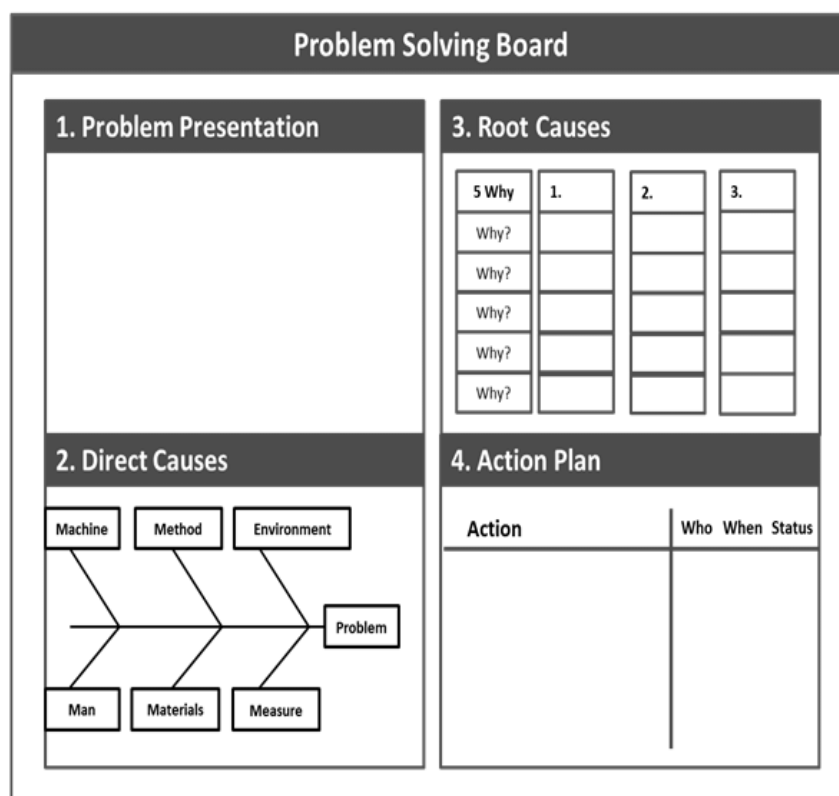


Figura 8 - *A3 problem solving* exemplo (Sobek & Jimmerson, n.d.)

Embora o A3 seja uma ferramenta de comunicação eficaz, este também apresenta um poder valioso como impulsionador do pensamento crítico para promover uma mentalidade de resolução de problemas e melhoria contínua (Sobek & Jimmerson, n.d.).

Contudo, podem existir algumas limitações face a esta ferramenta que condicionam a sua aplicabilidade. Os recursos disponíveis podem não permitir a elaboração do documento sendo que, a complexidade e natureza do problema deverão ser tidos em consideração.

2.2.1. 5S

Na Toyota, a metodologia 5S foi o primeiro passo para a resolução de problemas e foi uma das bases para o bom funcionamento do local de trabalho (Al-aomar, 2011).

Esta ferramenta refere-se a um conjunto de práticas que procuram a redução de desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos através de uma abordagem muito simples que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho.

Os 5S foram implementados pela primeira vez em 1980, no Japão, e é uma ferramenta composta pelos seguintes 5 passos (Filip & Marascu-Klein, 2015):

- **Seiri** (organização) - começar por separar todo o material existente no espaço de trabalho, para se proceder a uma triagem, onde se vai retirar todas as ferramentas que o operador não precisa para realizar a sua tarefa;
- **Seiton** (arrumação) - definir um local para cada objeto, verificar que ele está no seu local, colocar à mão o que é de uso mais frequente, colocar etiquetas de identificação (ajudas visuais);
- **Seiso** (limpeza) - limpar todo o posto de trabalho, já que depois de este estar arrumado tem de se garantir que permanece sempre limpo. Assim, deve-se proceder à limpeza em cada zona do posto de trabalho, assim como da área envolvente e definir uma norma de limpeza para essa zona do posto de trabalho, ou seja, cada colaborador deve ser responsável pela limpeza da sua área de trabalho;
- **Seiketsu** (normalização) - definir uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho, identificar as ajudas visuais e procedimentos, normas de arrumação e limpeza que resultem/functionem. Normalizar em toda a empresa os equipamentos/postos de trabalho do mesmo tipo.
- **Shitsuke** (auto-disciplina) - disciplinar todos os colaboradores e operários a manter os procedimentos criados anteriormente. Só com a união e motivação de todos é possível cumprir constantemente com estas regras e, assim, conseguir que toda a gente se adapte às novas medidas, e que mesmo com todas estas mudanças se consiga manter um desempenho elevado.

2.2.2. Value Stream Mapping

O *value stream mapping* é uma das ferramentas mais conhecida da filosofia desenvolvida por por Rotther & Shook (2003) que permite a visualização do fluxo de materiais desde a aquisição de

matéria prima até à expedição final. Esta prática também pode ser designada como um mapa de identificação de desperdícios ou ainda identificar oportunidades uma vez que este, apresenta todas as atividades que agregam ou não valor (Ferreira, L. & Silva, F., 2019).

A utilização do VSM permite ajudar a organização a descobrir e a determinar o melhor plano para o *Lean* pois, irá ajudar a empresa a focar-se apenas naquilo que é importante. Por ser um diagrama bastante simples (Figura 9) de utilizar e evidenciar todas as etapas envolvidas no fluxo de materiais e informação este, constitui a base de um plano de melhoria (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

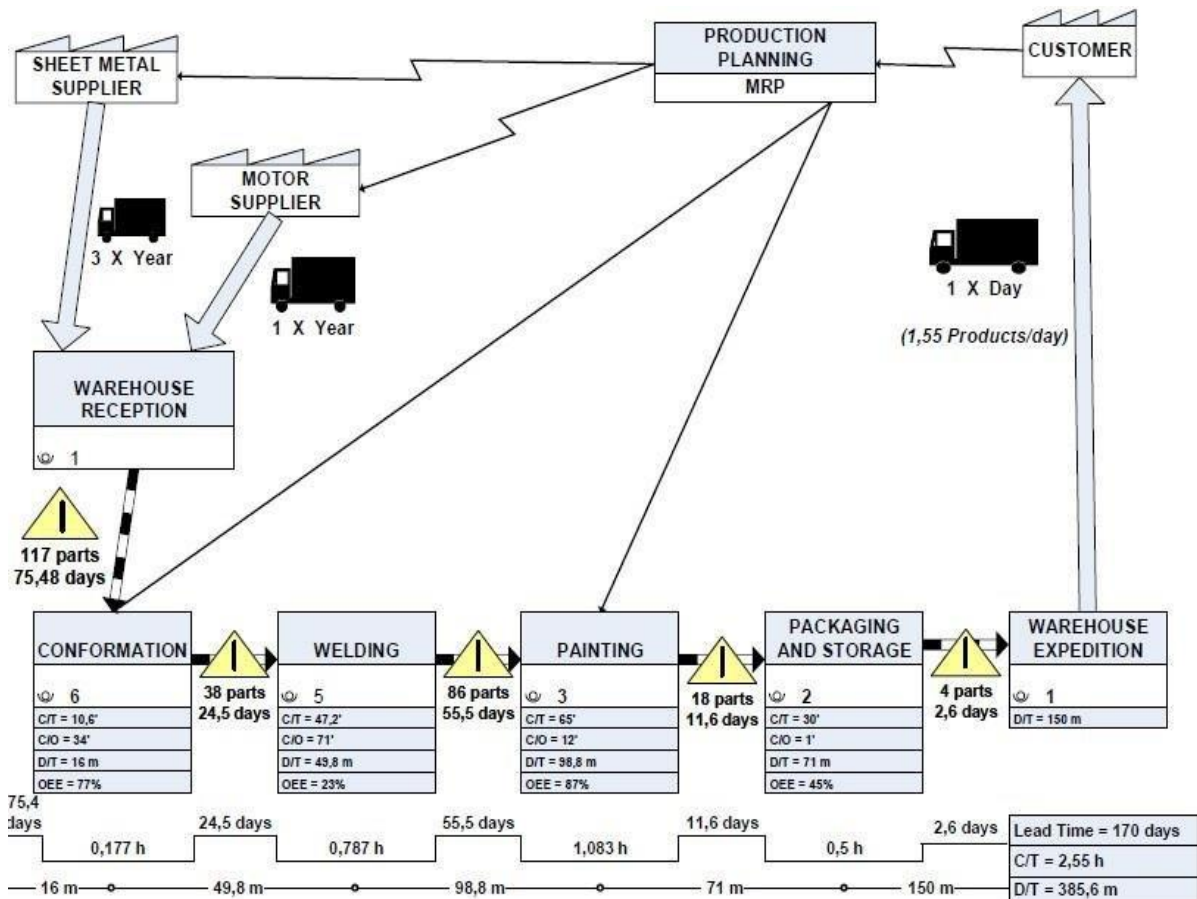


Figura 9 -Value Stream Mapping (Ferreira & Silva, 2019)

Para que a sua implementação seja adequada é necessário ter em conta alguns passos. Em primeiro lugar, deve-se identificar a família de produto uma vez que, mapear todos os fluxos de produtos se tornaria muito complicado. De seguida, é necessário atribuir responsabilidades ao gestor do VSM que assuma a gestão de todo o processo. Contudo, as pessoas envolvidas devem reportar ao gestor todas as informações pois, o VSM ultrapassa as fronteiras organizacionais e torna-se difícil recolher todos os dados. Posteriormente, estrutura-se e elabora-se o VSM da situação atual da organização. De seguida, definem-se as metas que a organização pretende atingir desenhado um *Value Stream Design* (VSD). E, finalmente, estabelece-se um plano de ações de melhoria para atingir as metas estipuladas (Ferreira, L. & Silva, F., 2019).

Algumas das vantagens que se destacam face a esta ferramenta é a clareza que proporciona para processos complexos, identificar oportunidades de melhoria e desperdícios, auxiliar na procura da

perfeição e melhoria contínua dos processos e realizar o fluxo do produto de acordo com as necessidades dos cliente (Bhamu & Sangwan, 2014).

2.2.3. Gestão Visual

Segundo os autores (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, n.d.) no mundo organizacional, a gestão visual é um sistema de gestão que procura melhorar o desempenho organizacional através do recurso a elementos visuais. Através da observação dos processos é possível recolher a informação necessária para analisar problemas e identificar melhorias.

A gestão visual é considerada uma ferramenta bastante fácil de interpretar, permitindo que os operadores se aperceberam rapidamente de situações fora do normal e tomem ações corretivas o mais rapidamente possível. Os sinais luminosos, etiquetas e cartões são alguns exemplos de práticas baseadas nesta ferramenta (figura 10).



Figura 10 - Quadro de gestão visual (Campion, 2019)

Um sistema de gestão visual bem implementado contribui para aumentar a qualidade da comunicação e da produtividade, para a redução do número de defeitos e dos “custos escondidos” (Ortiz & Park, 2018).

2.2.4. *Standard Work*

Esta ferramenta é um dos principais métodos da filosofia *Lean*, sendo essencial para a melhoria contínua. Esta caracteriza-se como um conjunto de instruções formais e documentadas de como cada processo de trabalho deve ser conduzido (Ferreira, L, & Silva, F., 2019).

Trata-se da uniformização de processos, onde se inclui ferramentas, comportamentos e tempos que, inevitavelmente reduzem os desvios e asseguram qualidade do produto final, ao mesmo tempo que reduz a variação entre os trabalhadores. Esta funciona também como uma ferramenta de formação de colaboradores com o intuito de garantir a sequência correta do trabalho.

A normalização do trabalho compreende três elementos: o *Takt Time*, a sequência de trabalho e o *Work-in-Process* (WIP). O *Takt Time* define o ritmo médio a que se deve produzir uma peça ou produto para atender à procura do cliente. A sequência de trabalho refere-se à ordenação das tarefas que devem ser executadas para a realização de uma determinada atividade. Esta sequência segue o fluxo produtivo e já foi alvo de estudo para assegurar o mínimo tempo possível dedicado a esta. O WIP designa todos os materiais, à exceção de matérias-primas e produto acabado, que se encontram no processo produtivo, mas aos quais não se está a acrescentar valor. Este é um sintoma de desequilíbrios nos processos produtivos e traduz-se numa extensão do *Lead Time* (Ballard, 2008)

Com a normalização do trabalho, os desvios tornam-se bastante visíveis, facilitando a identificação das atividades que não acrescentam valor. Para além disso, a redução da variabilidade faz com que este método tenha ainda como vantagens melhorar a qualidade e a segurança e tornar o planeamento mais eficaz. As instruções de trabalho são uma das técnicas mais utilizadas de *standard work* nas organizações.

2.3. Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho são ferramentas básicas utilizadas para acompanhar e monitorizar o cumprimento dos objetivos organizacionais e medir a performance a partir dos resultados obtidos, identificação quais os pontos mais críticos e que necessitam de intervenção (Alves & Moreira, 2016). Apresentam-se abaixo alguns indicadores mais utilizados nas organizações:

- **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** – Este indicador tem como finalidade medir o desempenho do processo produtivo. O indicador estabelece a relação entre três fatores: disponibilidade performance e qualidade. Este indicador pode ser calculado a partir da equação que se segue:

$$OEE(\%) = \text{Tempo de ciclo} \times N^{\circ} \text{de rejeições} \times \text{Quantidade produzida em tempo real} \times 100 \quad (1)$$

- **Takt Time** – Este indicador define o ritmo médio de produção de um peça ou produto para responder à procura de um determinado cliente. O *takt time* considera perdas e paragens nos processos. Se num dado período a procura variar então o *takt time* terá de acompanhar essa variação. O seu cálculo é dado pela equação que se apresenta abaixo (Alves & Moreira, 2016):

$$TT = \frac{\text{Tempo de produção diário (minutos)}}{\text{Procura diária (unidades)}} \quad (2)$$

3. ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE VIDEOVIGILÂNCIA

O projeto desta dissertação foi desenvolvido através da análise do processo produtivo do sistema de videovigilância, nomeadamente, nas áreas de inserção automática de componentes correspondente a SMT (*Surface Mount Technology*), THT (*Through Hole Technology*) corte, teste funcional e montagem final.

Devido ao aumento da procura pelo produto Altair, as áreas acima descritas devem ser o mais otimizadas possíveis para que seja possível respeitar o *takt time* do cliente. Desta necessidade, observou-se o fluxo produtivo de modo a averiguar a capacidade das linhas e, conseqüentemente, propuseram-se melhorias para as diferentes áreas.

3.1. Análise e mapeamento do processo produtivo

De forma a compreender o processo produtivo em estudo é apresentado no presente capítulo uma breve explicitação das áreas em estudo. Simultaneamente, são evidenciadas algumas sugestões de planos de ações com o intuito de diminuir os desperdícios e assegurar a capacidade das linhas.

O produto Altair (figura 11) corresponde a um sistema de videovigilância constituído por dois componentes eletrónicos sendo eles uma placa *processor* e uma placa *sensor* que, são produzidas na mesma secção eletrónica designada SMT. Contudo, o estudo apenas teve foco na placa *processor* uma vez que esta necessita de passar em dois postos de trabalho que placa *sensor* não necessita.



Figura 11 - Produto Altair, placa *processor* e placa *sensor* respetivamente

Este produto pode ainda ser fabricado em versões diferentes de acordo com as especificações do cliente. Estas versões diferenciam-se pela constituição de certos componentes e no software instalado. Contudo, estas versões não se fazem sentir ao nível do processo produtivo uma vez que, as placas passam exatamente pelas mesmas etapas e a alteração do programa introduzido ocorre de forma automática. Por este motivo, o tempo de *change over* não é considerado significativo em nenhum dos postos de trabalho.

De uma forma geral o processo produtivo do sistema de vigilância segue as etapas que se encontram representadas no esquema da figura 12.

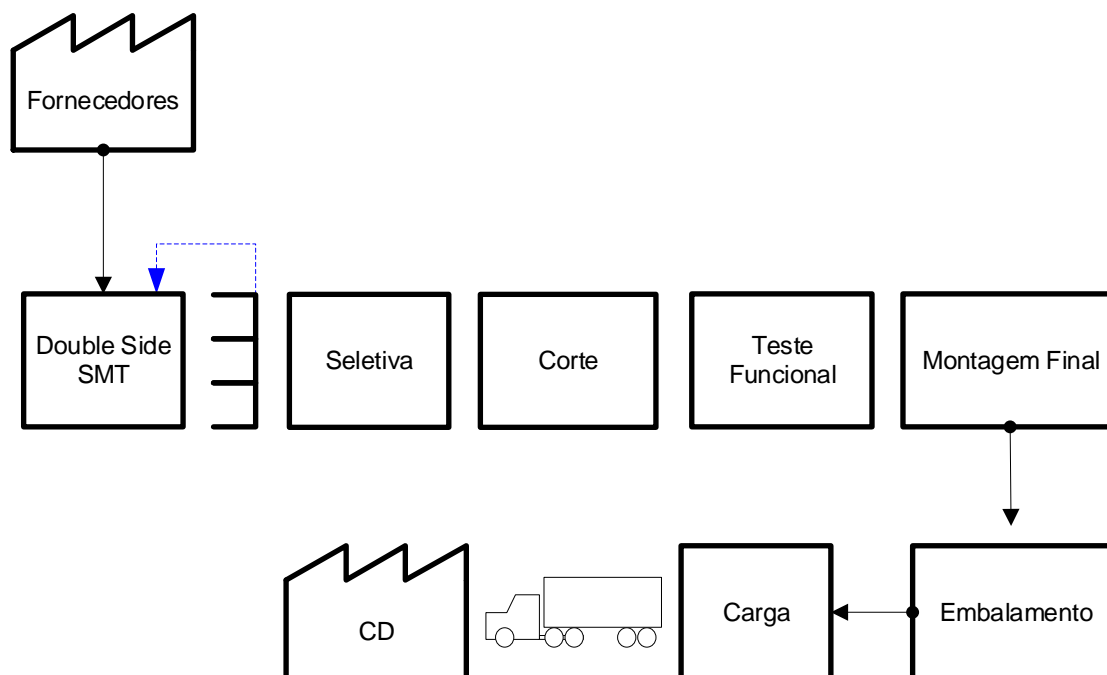


Figura 12 - Representação do processo produtivo

Antes de se dar início ao processo, ocorre a etapa de gravação de um código designado *Laser Marking* nas placas que, permitirá rastrear cada uma delas e saber o seu percurso ao longo de todo o processo. Posteriormente, as placas seguem as etapas representadas na figura 14 que se encontram explicitadas detalhadamente nos subcapítulos seguintes.

3.1.1. Processo Surface Mount Technology (SMT)

Este processo inicia com a receção das placas virgens que, são encaminhadas para a inserção automática de componentes. Primeiramente, as placas começam por receber uma camada de pasta de solda (figura 13) que irá permitir a fixação dos componentes eletrónicos no PCB.

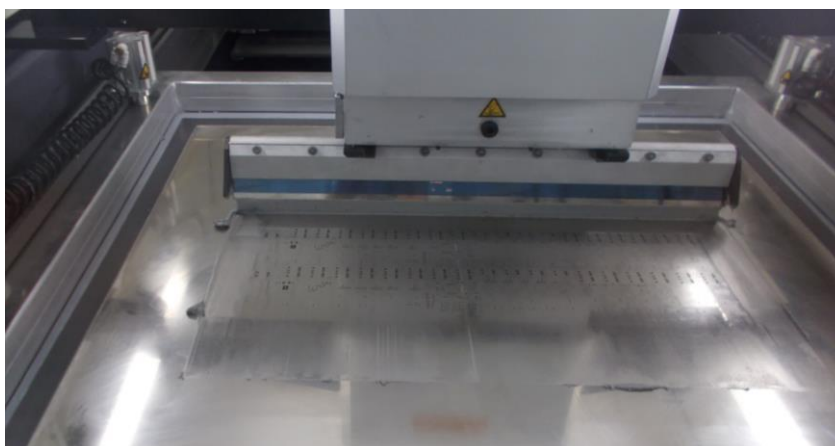


Figura 13 - Colocação de pasta de solda

De seguida, é realizado uma inspeção à pasta (SPI – *Solder Past Inspection*) de modo a verificar a correta colocação da mesma e se não existem desvios que comprometam a qualidade. A quantidade de pasta de solda deve ser adequada e a impressão deve formar uma camada uniforme de pasta para a perfeita colação de componentes. Neste ponto, é possível realizar-se a colocação dos componentes eletrónicos através dos equipamentos designados *Pick and Place*. Este processo permite a correta colação dos componentes através da utilização de uma câmara que identifica o tipo do objeto e o seu centro, calculando a sua posição correta no PCB. A inserção dos componentes é feita em ambos os lados do PCB considerados lado A e lado B pelo que, é necessário a presença de um buffer no final da linha. Posteriormente, a placa é transportada para um forno onde sofre a secagem da pasta a temperaturas elevadas (reflow) e assim, todos os componentes são fixados ao PCB dando origem ao PCBA (*Printed Circuit Broad Assembly*). A última etapa diz respeito à inspeção automática da placa designada AOI (*Automatic Optical Inspection*) que, através de uma câmara, deteta os componentes e averigua se estes se encontram posicionados corretamente ou mesmo em falta. Terminando este processo, as placas são colocadas em cassetes para serem encaminhadas para a secção THT (*Through Hole Technology*). Este processo encontra-se esquematizado na figura 14.

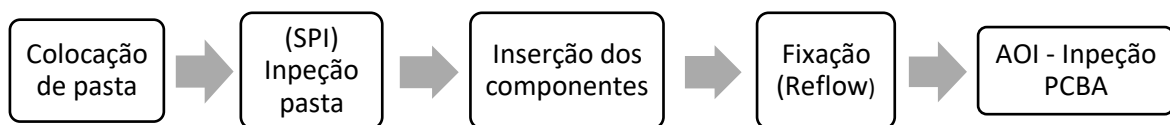


Figura 14 - Processo de SMT

3.1.2. Processo de Soldadura Seletiva (THT)

Após as placas (*processor e sensor*) terminarem o seu percurso na secção de SMT, apenas a placa *processor* segue para THT. Este processo envolve a inserção de componentes (pinos) nos orifícios perfurados do PCB. Geralmente, estes componentes são soldados na parte inferior da placa.

A placa *processor* inclui esta tecnologia em alguns dos seus componentes constituintes. Primeiramente, são inseridos os pinos manualmente nos orifícios tal como mostra a figura 15.

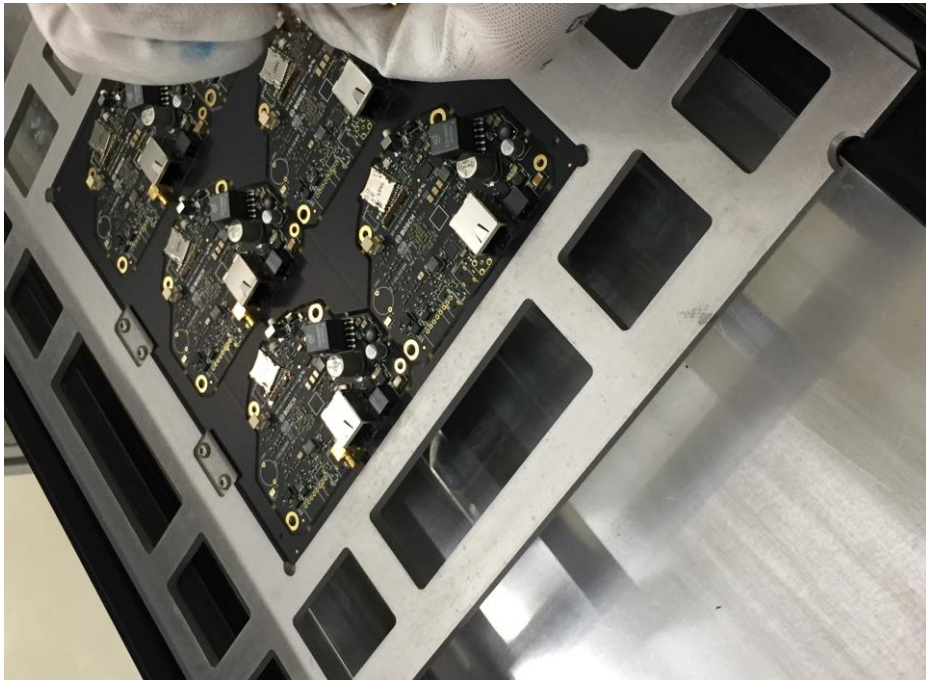


Figura 15 - Inserção manual dos componentes

Posteriormente, os pinos são soldados num equipamento designado seletiva que realiza a soldadura ponto a ponto, ou seja, individualmente os pinos são soldados. Por último, após as placas saírem da seletiva estas, têm de passar num posto designado *touch up* onde é realizada uma inspeção visual à placa pelo colaborador e, se necessário, soldar manualmente alguns pontos que não estejam dentro das especificações de soldadura da empresa. Ainda é realizado, pelo colaborador, a colocação de pontos de cola em alguns componentes para garantir a fixação mecânica destes tal como mostra a figura 16.

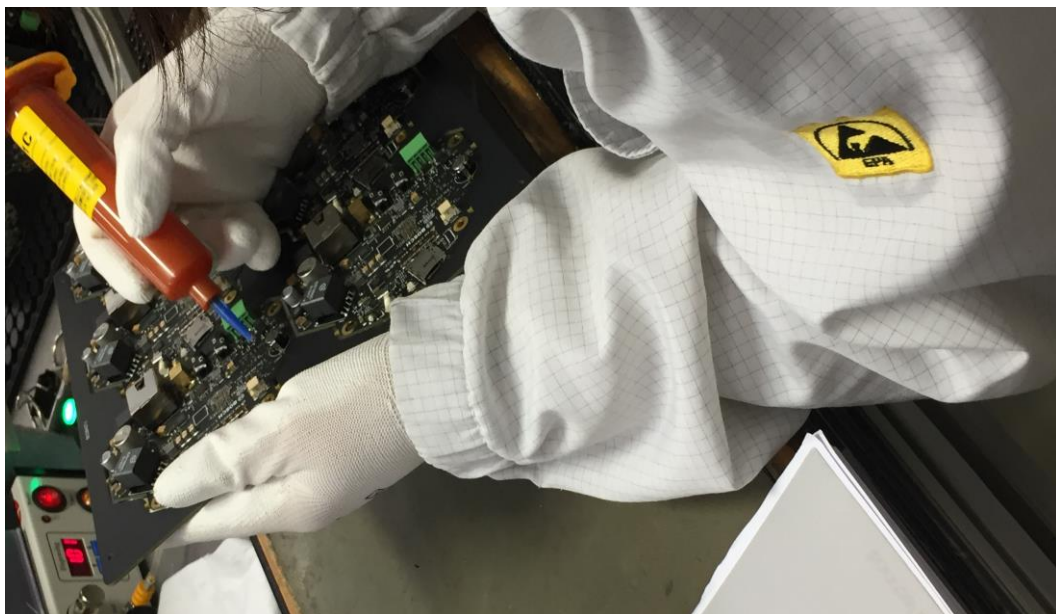


Figura 16 - Colocação de pontos de cola

De seguida, as placas são transportadas para junto do posto de trabalho seguinte onde permanecem inativas durante alguns minutos devido à necessidade de cura da cola. Todo o processo apresenta-se na figura 17.

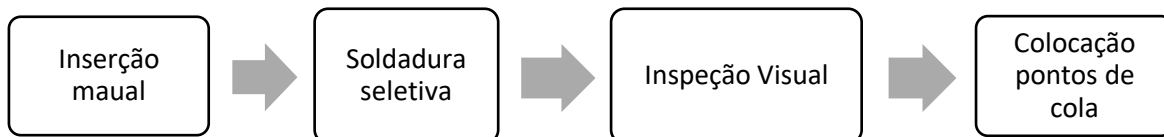


Figura 17 - Processo de Soldadura Seletiva

3.1.3. Processo de Corte

Após a cura da cola estar pronta, as placas passam para o posto de corte em que se separam os *singles* da *multiboard* (placa). Cada *multiboard* é constituída por 6 *singles* como se apresenta na figura 18.



Figura 18 - Singles da placa *processor*

Em primeiro lugar, o colaborador realiza a picagem do código do programa de corte a realizar ao PCBA para que, a fresa percorra a peça e corte precisamente os pontos necessários.

Posteriormente, o colaborador coloca a placa na posição correta sobre os pintos/jig (figura 19) e pressiona o botão de arranque do programa. A fresa utilizada para a placa *processor* apresenta 1,5 mm de espessura.

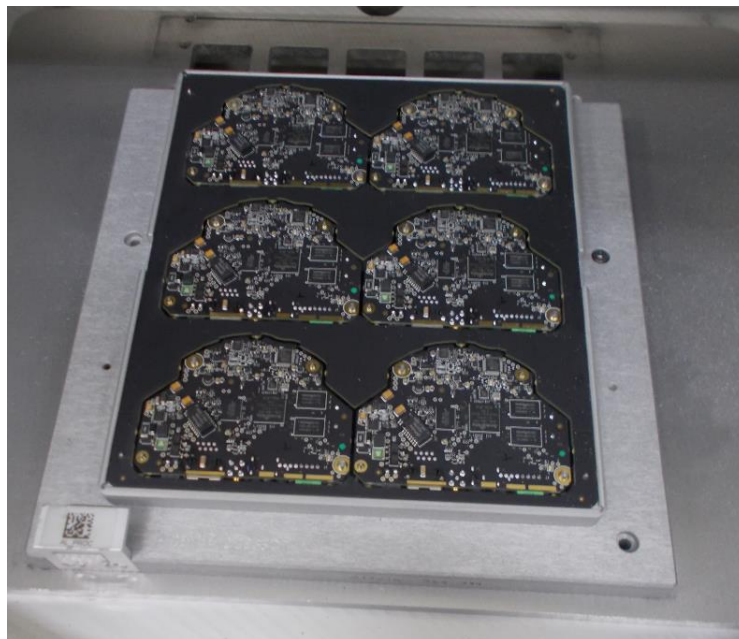


Figura 19 - Jig de placa *processor*

Após o término do programa, o colaborador retira os 6 *singles* da mesa de corte e encaminha-os para o posto seguinte (ver figura 20).

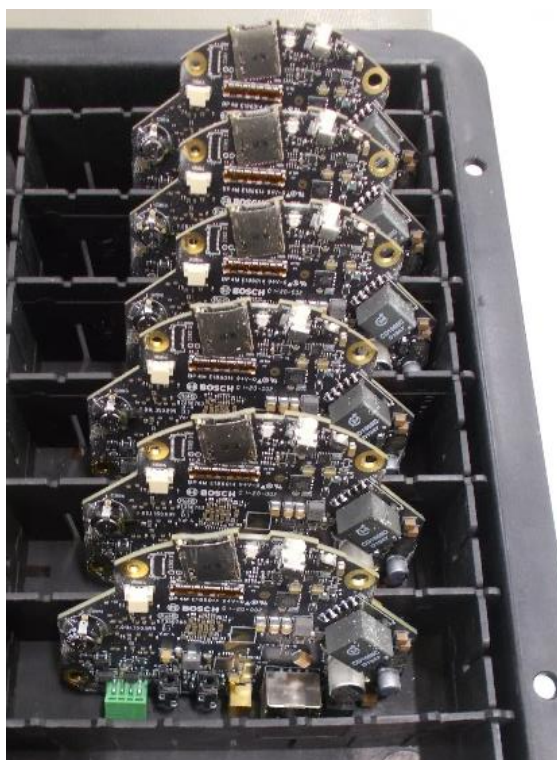


Figura 20 - *Singles* cortados

Todo o processo encontra-se representado na figura 21.

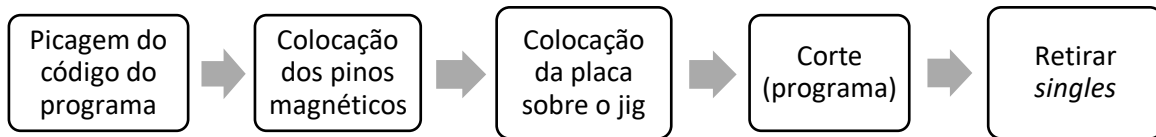


Figura 21 - Processo de corte

3.1.4. Processo Teste Funcional e Montagem Final

Nesta etapa, é realizado um teste funcional às placas de forma a avaliar se mecanicamente e eletricamente os PCBA's estão funcionais (figura 22).

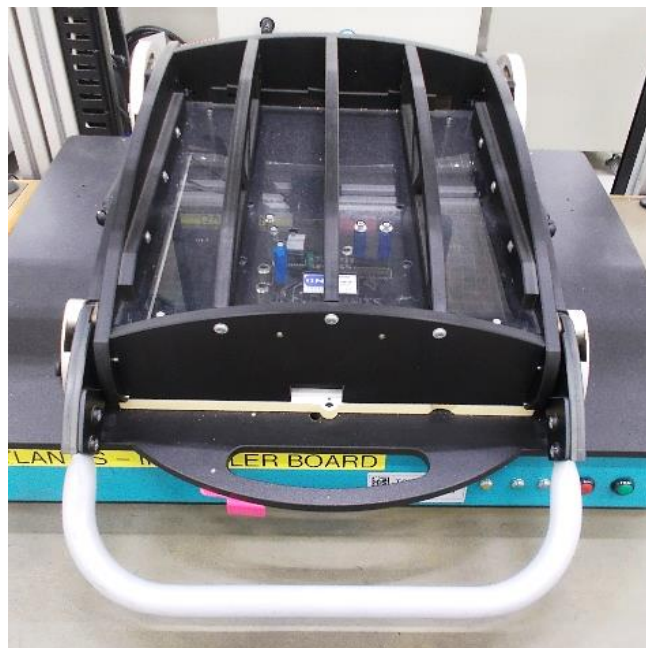


Figura 22 - Teste Funcional

O colaborador coloca a placa sobre a mesa de teste e fecha a alavanca de modo a iniciar a operação. Este teste tem como finalidade alimentar o circuito para realizar as medições de eletricidade entre os pontos de teste. Assim, pretende-se analisar os curto-circuitos, valores de tensão, testes aos cards SD e voltagens. O teste funcional é automático, necessitando apenas do colaborador para levantar a alavanca e retirar a placa. Caso o teste funcional apresente conformidade com os requisitos a placa é encaminhada para a secção de montagem final caso contrário, deve ser encaminhada para a secção de reparação e analisar o problema.

A última etapa do processo produtivo é referente à montagem final, que se destina à agregação de todos os componentes do produto. É de referir que, as estruturas plásticas bem como os cabos de transmissão são desenvolvidas por entidades externas. Ainda nesta etapa são realizados alguns testes finais para assegurar o correto funcionamento do equipamento nomeadamente, o teste de contraste que permite verificar se o a camara deteta certas tonalidades de cores, o teste de focagem

averigua se o sistema ótimo de regulamente apresenta uma imagem nítida e, por fim, o teste dos motores que analisa se as rotações dos mesmos funcionam corretamente. Finalmente, o produto final é embalado e enviado para o armazém de produto final. Todo o processo descrito acima encontra-se representado da figura 23.

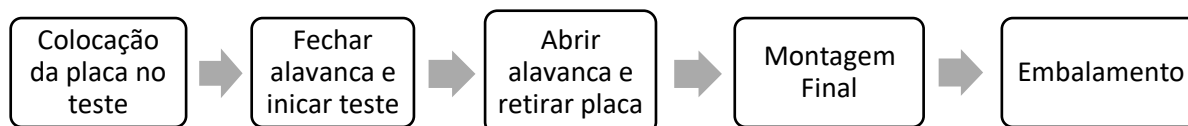


Figura 23 - Processo Teste Funcional

3.2. Análise da situação atual

De modo a analisar o estado inicial do processo produtivo foi necessário verificar o ritmo médio de produção e os dados referentes a cada posto de trabalho. O *takt time* do cliente para o mês de dezembro de 2019 é de 300 segundos (5 minutos) por peça. Contudo, com o aumento das quantidades a produzir para o ano 2020 é necessário recalculer o *takt time* para cada ordem mensal do presente ano. Tendo em conta as quantidades mensais que se apresentam na tabela abaixo e sabendo que, a produção do produto Altair opera em 3 turnos, cada um deles com 437 minutos produtivos aplicou-se a fórmula do *takt time* que resultou nos valores que se apresentam na tabela 2.

Tabela 2 - *Takt Time* mensal do ano 2020

Mês	Quantidade de mês ²	Quantidade dia	Nº de Turnos/dia	Tempo de Operação Planeada (seg/dia)	Takt Time (seg/peça)	Takt Time (min/peça)
Janeiro	8763	417	3	78 600	188,4	3,1
Fevereiro	9613	458	3	78 600	171,7	2,9
Março	9606	457	3	78 600	171,8	2,9
Abril	9986	476	3	78 600	165,3	2,8
Maio	9937	473	3	78 600	166,1	2,8
Junho	12653	603	3	78 600	130,5	2,2
Julho	15504	738	3	78 600	106,6	1,8
Agosto	14078	670	3	78 600	117,2	2,0
Setembro	13035	621	3	78 600	126,6	2,1
Outubro	12201	581	3	78 600	135,3	2,3
Novembro	9255	441	3	78 600	178,3	3,0
Dezembro	9683	461	3	32 400	170,5	2,8

² As quantidades previstas para o ano 2020 e o *takt time* foram recolhidos e calculados no mês de dezembro de 2019.

Pode-se observar uma variação das quantidades durante o ano de 2020, destacando-se um pico no mês de julho pelo que, foi considerado esse o *takt time* (1,8 minutos) a responder pelo cliente. Sendo possível atender a essa cadência de produção assegura-se, também, a resposta aos restantes meses do ano.

De forma, a verificar se todo o fluxo produtivo apresenta capacidade para atender ao *takt time* acima considerado, foi medido o tempo de ciclo para os processos de SMT, soldadura seletiva, corte, teste funcional e montagem final bem como os tempos de transporte que se apresentam nas tabela 3. Os tempos apresentados foram fornecidos pelo departamento de gestão de produção da empresa face ao mês de dezembro de 2019.

Tabela 3 - Tempo de ciclo produto Altair

Posto de Trabalho	Tempo de ciclo (seg/prod)	Nº de câmara/multiboard	Tempo de ciclo (seg/câmara)	MAE	Diversidade de produtos	OEE
SMT	609,1	6	101,5	1	1	80%
Seletiva	698,24	6	116,37	1	5	85%
Cura da Cola	720	6	100	-	1	-
Corte	180,8	6	30,1	1	4	81%
Teste Funcional	98	1	98	1	2	80%
Linha de Montagem	105,0	1	105,0	1	1	89%

Tendo em conta os tempos de ciclo acima apresentados para o mês de dezembro é fundamental verificar se os postos conseguem responder ao *takt time* para o ano 2020, considerando o *takt time* do mês de julho (108 segundos). Para tal, é apresentado na figura 24 um gráfico que traduz a capacidade de dar resposta ao *takt time* do cliente para o presente ano.

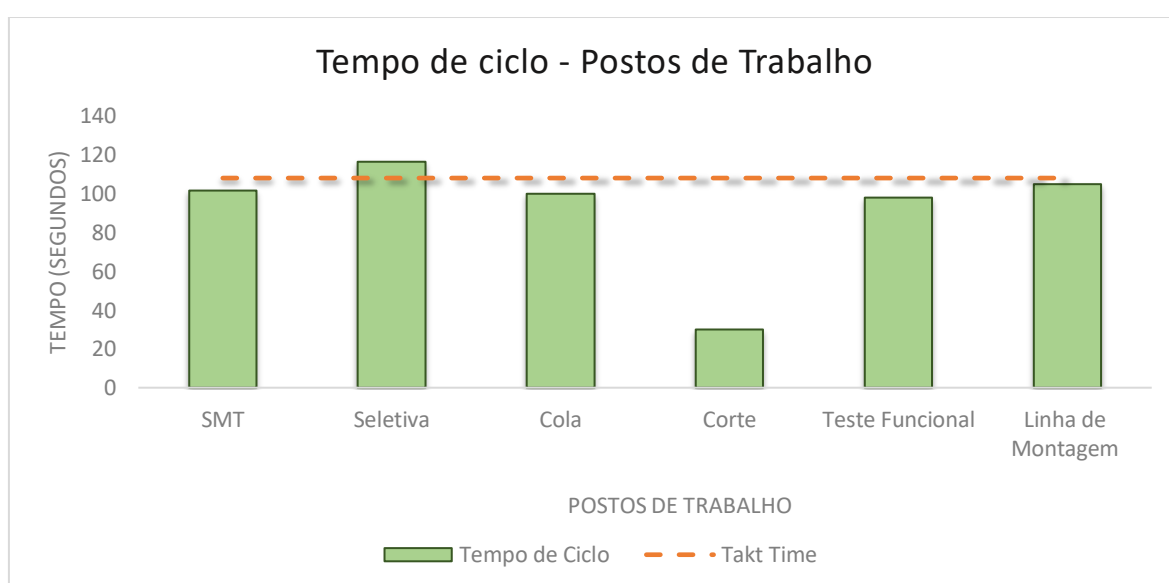


Figura 24 - *Takt Time* e Tempo de ciclo

Como se pode observar o posto de soldadura seletiva apresenta um tempo de ciclo é superior à cadência requerida e por essa razão, não se apresenta condições para responder à procura do cliente.

3.3. Identificação de Problemas

O futuro aumento de quantidade de produtos a fabricar, requer inevitavelmente um ajuste da capacidade instalada no fluxo produtivo. Neste sentido, através de uma análise a todo o processo, foram constatados alguns problemas (ver tabela 4) que, apresentam impacto na capacidade de resposta ao cliente. O posto de trabalho de soldadura seletiva exige uma revisão inevitável para responder à procura do cliente. Consequentemente, também foram identificadas oportunidades de melhoria em quase todo o processo produtivo da câmara de vigilância Altair. A identificação de problemas bem como as propostas/ações de melhoria serão apresentadas ao longo do documento segundo a ordem do fluxo produtivo da câmara de vigilância Altair.

Considerando estes setores como áreas de intervenção prioritária e, conseqüentemente foco do estudo desta dissertação encontra-se na tabela 4 um resumo com os principais problemas encontrados em cada um destes.

Tabela 4 - Resumo de problemas encontrados

Posto de Trabalho	Descrição	Problemas
SMT	Inserção automática de componentes	Gestão de documentos e sistema de atualização deficiente.
Seletiva	Soldadura ponto a ponto de componentes eletrônicos	Falta de capacidade do posto de trabalho de soldadura seletiva
Cura da Cola	Processo de cura para fixação e resistência mecânica de componentes	Tempo de cura de cola elevado.
Corte	Separação de <i>multiboard</i> em singles	Desorganização do método de trabalho. Processo de novas alterações e atualizações inconsistente.
Seletiva II	Soldadura ponto a ponto de componentes eletrônicos	Layout de nova máquina inadequado Inexistência de documentação de apoio à produção.
Supermercado	Armazenamento das placas	Inexistência de identificação dos locais específicos de armazenamento

3.2.1 Gestão de documentação e sistema de atualização deficiente

A documentação relacionada com os produtos fabricados em SMT está concentrada em documentos chamados “lista de programas” (Anexo A). A gestão destes documentos é dificultada no atual contexto de agilidade de produtos, pois os mesmos podem já ser produzidos em várias linhas e com várias configurações de setup.

A situação atual causa entropia no processo de confirmação de parâmetros de produção. Para além disso, a documentação existente não é suficiente para a confirmação das condições de produção pois nem todos os parâmetros principais estão incluídos. A disponibilização dos documentos é feita em formato papel junto à linha onde por vezes, a sua acessibilidade é limitada.

Outro dos aspetos condicionantes prende-se com a atualização dos documentos, ou seja, sempre que existe uma alteração de configuração do produto este necessita de ser modificado, validado, impresso e disponibilizado novamente junto à linha. Tal procedimento, torna-se muitas vezes de difícil acompanhamento dando origem a falhas e erros na industrialização dos produtos. Este é um problema geral a todas as linhas da área de SMT.

3.2.2 Falta de capacidade do posto de trabalho de soldadura seletiva

Através da figura apresentada acima (figura 24) contactou-se que o posto de trabalho de soldadura seletiva não apresenta capacidade de resposta face ao *takt time* exigido pelo cliente. Assim, de forma analisar o tempo de ciclo com mais detalhe foram recolhidos com recurso a um cronómetro o tempo de processamento do equipamento, que se encontram registados no apêndice A. Ao observar os dados pode-se confirmar que o tempo de processamento de uma placa é superior ao *takt time* em 8 segundos pelo que, não será possível satisfazer a procura em 738 uni/dia no mês de julho com a utilização de três turnos.

O equipamento de soldadura seletiva consegue produzir por hora 31 unidades, ou seja, diariamente 677 unidades. Nesta situação, ficariam a faltar 61 câmaras de vigilância mesmo que a taxa de ocupação deste produto no equipamento fosse 100%. No entanto, este equipamento é ocupado por cinco produtos diferentes condicionando a utilização da máquina. No sentido de analisar a taxa de ocupação de cada produto realizou-se, através das previsões para o ano 2020, uma simulação que se apresenta na figura 25. Esta análise teve em consideração as manutenções e paragens planeadas.

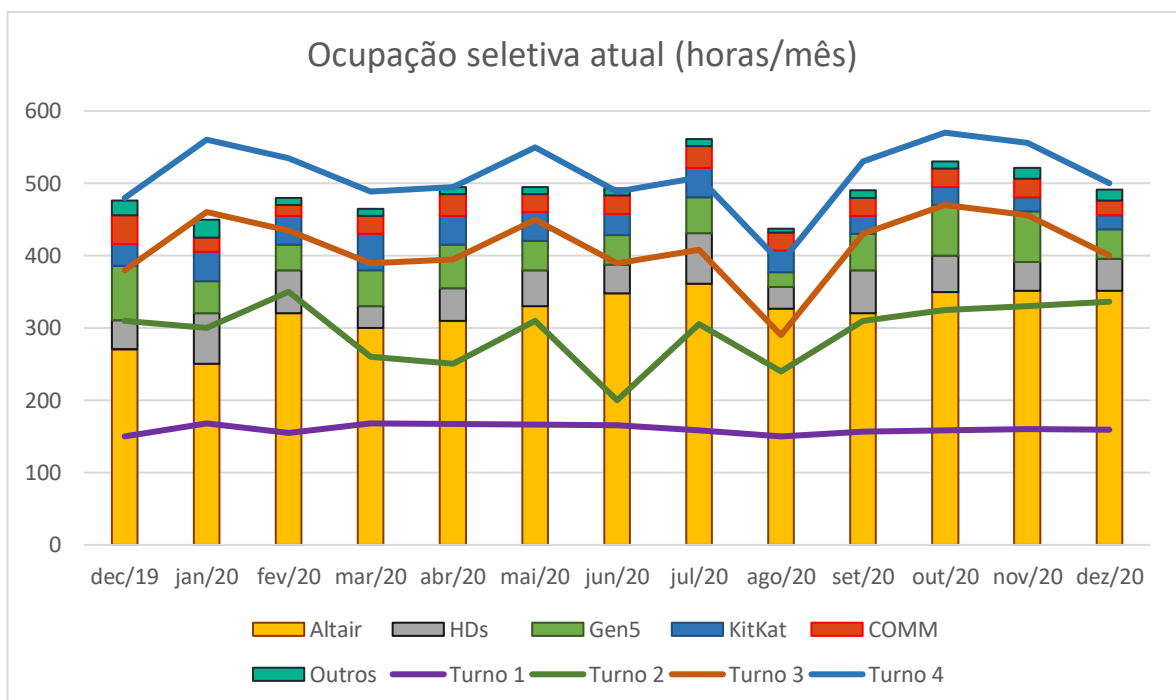


Figura 25 - Ocupação da máquina de soldadura seletiva

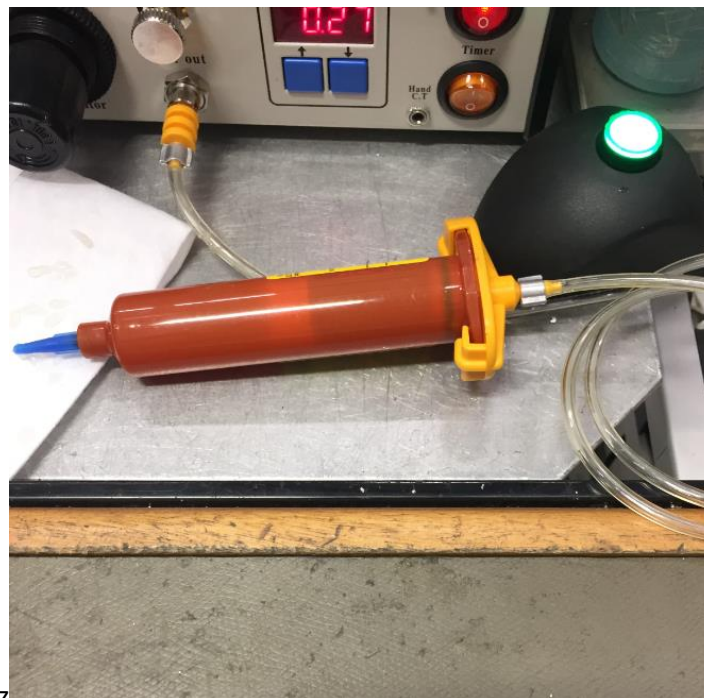
Como se pode observar este posto não tem capacidade para responder à procura nos meses de janeiro, abril, julho e agosto com a utilização dos três turnos e no mês de julho com recurso a um quarto turno. Tal significa que, mesmo que se aumente o número de horas e mão-de-obra dedicado a este posto de trabalho não existirá possibilidade para atender às encomendas do ano 2020. Vale a pena clarificar que a utilização de um quarto turno não é recomendado uma vez que este, é dedicado a retrabalhos, reparações e outras produções.

Um de outros fatores a considerar é o OEE do posto de trabalho pois, o desempenho deste poderá não ser o necessário para atingir o objetivo. No entanto, pela tabela 3 observou-se que esta medida de eficácia já apresenta um valor elevado pelo que, contraria a ideia de que este fator poderá influenciar a capacidade do posto de trabalho.

3.2.3 Tempo de cura de cola elevado

Ao analisar o gráfico da imagem acima (ver figura 24) observa-se que o tempo de cura de cola apresenta um tempo de ciclo relativamente elevado que pode condicionar a entrega das encomendas na cadência necessária. A cola é colocada em apenas alguns componentes logo a seguir ao *touch up* do posto de soldadura seletiva. Posteriormente, estas são colocadas em cassetes e transportadas até junto ao posto de corte onde aguardam 10 minutos para que a cura da cola seja realizada.

A cola utilizada é um adesivo de cura rápida (figura 26) que tem como finalidade ligar vários materiais com elevada resistência ao impacto e à tração e excelente resistência a escamação e choques. Uma vez que a cola de ação rápida é transparente, esta é adequada para colas visualmente sofisticadas, sendo assim um composto ideal para uma vasta gama de aplicações, como a junção de folhas em aço inox entre si, a reparação de componentes metálicos e em plástico que partiram, o fabrico de placas de circuito impresso.



Z

Figura 26 - Cola Adesiva de fixação de componentes eletrônicos

Esta fornece uma durabilidade na faixa de baixa temperatura (-60°C) a alta temperatura (120°C) e permite colar componentes com elevadas forças de tração e resistência ao cisalhamento mantendo igual sob a influência de calor. Apresenta capacidade de resistir a vários líquidos com água, gasolina e óleo e ao envelhecimento dos produtos. A sua utilização é feita em três componentes da placa *processor* que se caracterizam por componentes altos e de largas dimensões que necessitam de garantir fixação mecânica ao PCB. Tendo em conta a ficha técnica do adesivo (ver anexo B), até ser possível o manuseamento do PCBA as placas têm de permanecer inutilizáveis até se completarem no mínimo 10 minutos. Este tempo é elevado e pode comprometer a entrega do produto nas necessidades requeridas pelo que, deverá ser um ponto a analisar cautelosamente.

3.2.4 Desorganização do método de trabalho

Como já foi mencionando anteriormente, o posto de trabalho de corte tem como finalidade a separação da *multiboard* em *singles*. Para realizar esta operação é necessário o colaborador fazer picagem no QRC para iniciar o programa de corte que está associado ao produto. Após receber o código do produto o operador procura-o no conjunto de cartões que se encontram apresentados na imagem seguinte (figura 27).



Figura 27 - Máquina de Corte

Como se pode observar pela imagem, o colaborador necessita de procurar o código no conjunto de cartões em que, dependendo da experiência de cada operador, perde alguns segundos na sua identificação. Isto deve-se à desorganização deste processo que causa entropia no mesmo e vai

contra a filosofia *Lean* da empresa. Para além disso, este procedimento pode originar erros caso o colaborador não clique sobre o código correto ou a pistola retire o código do lado. Num sistema competitivo em que todos os segundos são tidos em conta e os erros humanos devem ser mitigados e eliminados esta área foi assinalada como aspeto negativo em termos estéticos, mostrando desorganização e ambiguidade.

3.2.5 Processo de atualizações e alterações inconsistente

Ainda relativamente ao posto de corte, foi detetado um problema no que diz respeito à atualização e alteração de programas a introduzir no posto de trabalho. Foi observado que cada QRC tem associado a este, uma família de produtos com diversos códigos que estão impressos nos cartões apresentados da figura abaixo (Figura 28).

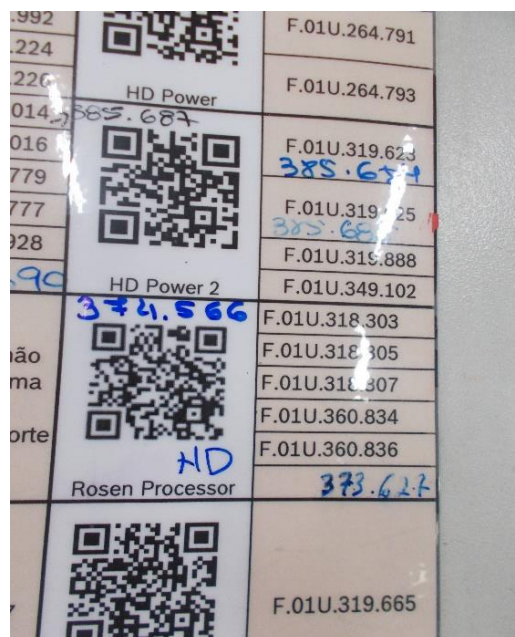


Figura 28 - Cartão de QRC de programas

No entanto, verificou-se que sempre que surge um novo código é necessário imprimir novamente um cartão com esse código. Teoricamente, este é o procedimento a seguir, contudo, por ser revelar uma atividade pouco prática os operadores acrescentam manualmente os códigos nos cartões como mostra a figura acima (ver figura 28). A consequência deste cenário leva a que as atualizações muitas vezes não sejam retificadas ou incrementadas no sistema. Para além disso, esta revela-se uma tarefa desestruturada e pouco funcional tendo em conta que a empresa procura fomentar ativamente a filosofia *Lean* na sua organização. Esta situação deve-se à inexistência de uma ferramenta que incorpore todos os códigos de programa de corte e que inclua automaticamente as alterações e atualizações necessárias. De forma a estruturar os problemas relacionados com este posto de trabalho (ver pontos 3.2.4 e 3.2.5) elaborou-se uma A3 (ver apêndice B). Esta ferramenta permitiu identificar o motivo de melhorar a área de corte bem como os objetivos a atingir e as etapas a serem seguidas. Posteriormente, realizou-se um reunião com o departamento e chefe de departamento a fim de alinhar algumas alterações que sejam necessárias realizar e validar a aplicação.

3.2.6 Alocação de nova máquina inadequado.

Considerando um dos problemas identificados face à falta de capacidade do equipamento de soldadura seletiva foi tomada uma ação de melhoria que se encontra explicitada no próximo subcapítulo relativo à compra de uma nova máquina. Esta medida foi tomada no sentido de dar resposta ao problema detetado anteriormente, mas que, trouxe outras complicações. Uma destas está relacionada com o layout da nova máquina que teve de ser instalado no espaço livre das instalações. No entanto, a distância entre a área onde a máquina foi instalada e o local onde as placas têm de aguardar a cura da cola é elevado, correspondendo a uma distância de 13 metros. Um passo humano corresponde a uma distância média de 0,7 metros e tem uma duração aproximadamente de 1,2 segundos, no caso de haver transporte de carga, e de 0,6 nas situações onde não há carga, sendo este o ritmo médio de um passo nos percursos de retorno. Assim, tendo em conta estes dados retiraram-se os tempos que o colaborador demora a percorrer o trajeto do ponto A ao B e vice-versa (ver apêndice C). A média da amostra indica que o operador demora 25,51 segundos a percorrer o trajeto, evidenciando que a alocação do equipamento não é o mais adequado para otimizar o processo produção da câmara Altair. Tal como mostra a imagem abaixo (figura 29) face ao local de alocação da nova máquina, podemos verificar que esta se encontra deslocada da disposição geral das linhas onde a colaboradora necessita de percorrer distâncias elevadas entre os postos de trabalho.

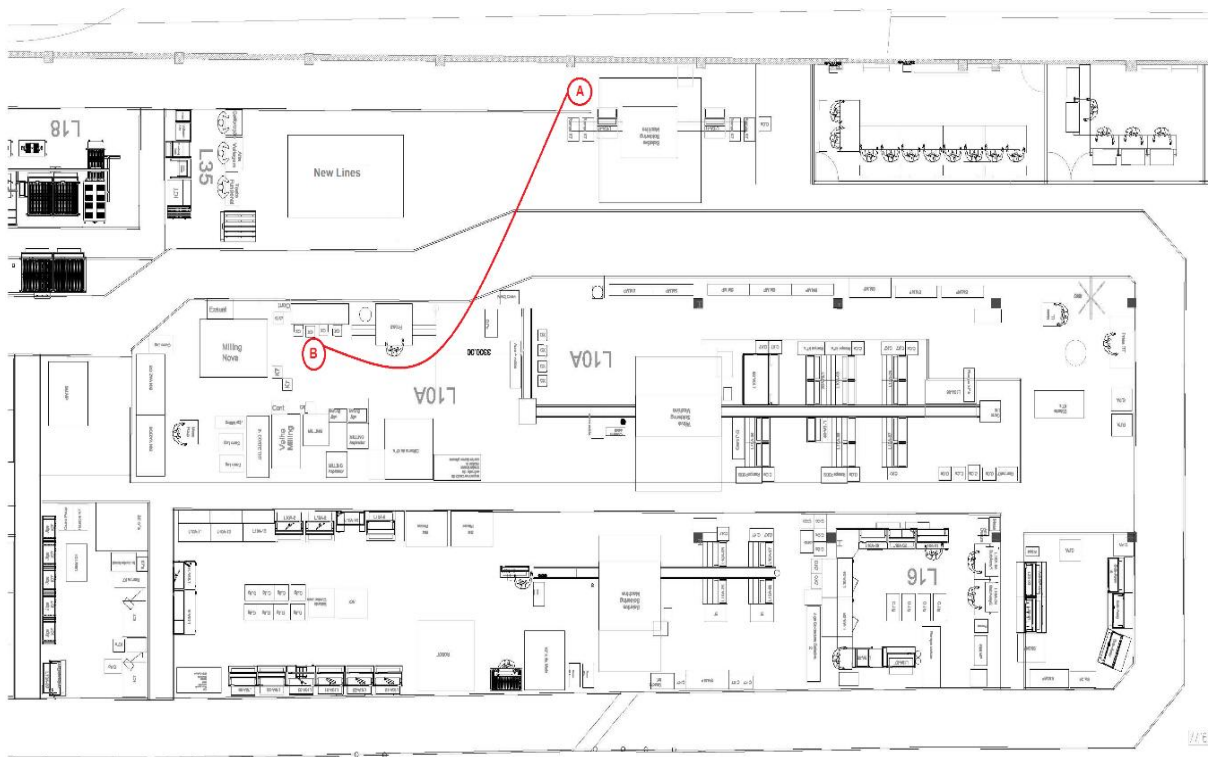


Figura 29 - Layout na nova máquina de soldadura

Assim sendo, esta área necessita de ser revista para que a distância entre os postos de trabalho seja a menor possível e permite o fluxo constante e harmonioso dos produtos.

3.2.7 Inexistência de documentação

Devido à chegada e instalação da nova máquina de soldadura seletiva, torna-se imprescindível a existência de documentos, que suportem as operações de colaborador com o equipamento. Estes documentos são fundamentais para garantir o cumprimento da segurança e saúde no trabalho, a transmissão de conhecimento e informação e a aprovação do requisito de informação documentado aquando alvo de uma auditoria. Para além de que, ao incorrer na fiabilidade dos trabalhadores, sem o auxílio de documentação própria, a empresa sujeita-se a elevadas quantidades de desperdício e a perdas de tempo com paragens de produção. Os principais documentos que devem acompanhar a máquina são a nível de manutenção e operação, nomeadamente, o manual de operação, mapa de manutenção preventiva e manual de manutenção de 1º nível. Posto isto, os documentos devem ser disponibilizados de forma a apoiar o suporte à produção.

3.2.8 Ausência de identificação de locais específicos de armazenamento

Como mencionado anteriormente, as placas produzidas na secção SMT são colocadas em cassetes e, posteriormente, alocadas a um supermercado específico consoante a sua ordem de produção. Existem dois tipos de supermercados – um com capacidade de alocar 3 cassetes e outro com capacidade de alocar 5 cassetes. A gestão das cassetes no supermercado é feita com base no lote de *kanban* e frequência de produção (figura 30).



Figura 30 - Estrutura de supermercado

Como se pode observar, a estrutura apresenta um nível mais alto e um nível mais baixo que é baseado na metodologia FIFO, ou seja, o nível mais alto é onde os operadores colocam as cassetes que saem de SMT e o nível baixo é onde os operadores vão levantar as cassetes e abastecer outros postos de trabalho.

Nesta área foi detetado que não existe identificação em ambos os lados do supermercado que defina o local exato que o operador tem de levantar a cassette. Este procedimento origina muitas falhas pelos operadores que se abastecem das fileiras erradas dando origem a erros de produção e desperdícios de tempo na identificação da fileira correta. O problema identificado é apresentado na figura 31.

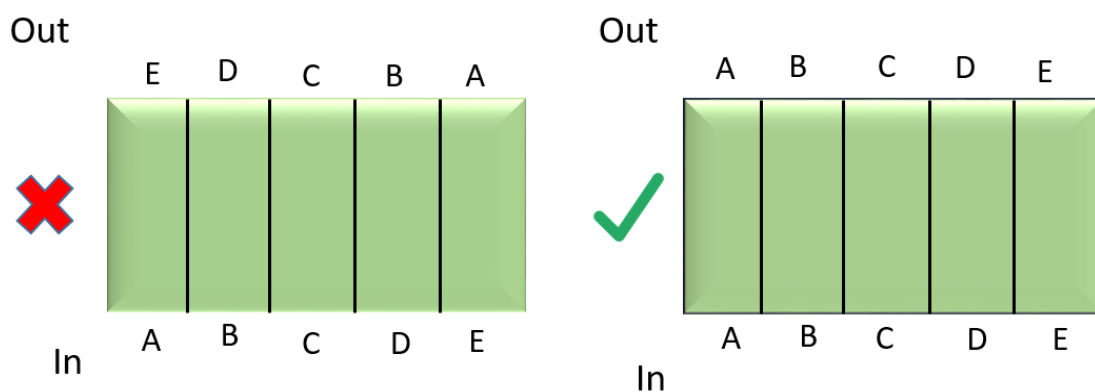


Figura 31 - Problema identificado no supermercado

Ao observar a figura 31, a imagem do lado esquerdo retrata muitas vezes a situação atual que provoca entropia no fluxo de materiais. O que deveria acontecer está representado na imagem do lado direito, ou seja, um dos lados do supermercado é o espelho do outro lado. Os colaboradores devem abastecer as fileiras pela lado In e retirar material pelo lado Out. Frequentemente, tal não acontece, pois, as fileiras não se encontram devidamente identificadas e os operadores equivocam-se replicando a situação que está representada na imagem do lado esquerdo.

4. PROPOSTAS DE MELHORIA

Com o aumento da procura as linhas, o processo produtivo torna-se cada vez mais exigente sendo por isso fundamental, eliminar todos os desperdícios bem como respeitar o *takt time* do cliente.

Após terem sido identificados os problemas no fluxo produtivo da câmara de vigilância, foram sugeridas ações de melhoria para os postos de trabalho bem como efetuadas alterações a nível do processo produtivo, como consequência do aumento da quantidade a produzida. Na tabela 5 encontra-se de forma sucinta as propostas de melhoria para cada um dos problemas detetados bem como a sua explicitação nos pontos de proposta respetivo.

Tabela 5 - Propostas de melhoria para os postos de trabalho

Posto de Trabalho	Problemas	Propostas de melhoria
SMT	Gestão de documentos e sistema de atualização deficiente.	Criação de uma aplicação interna para gestão de documentação.
Seletiva	Falta de capacidade do equipamento.	Estudo e aquisição de uma nova máquina.
Cura da Cola	Tempo de cura de cola elevado.	Utilização de uma cola alternativa.
Corte	Desorganização do método de trabalho.	Aplicação da ferramenta 5S no posto de corte
	Processo de alterações inconsistente.	Automatização do processo de alterações.
Seletiva II	Alocação de nova máquina inadequado.	Proposta e simulação de uma alocação do equipamento
	Inexistência de documentação de apoio à produção.	Criação de documentos operacionais.
Supermercado	Ocorrência de falhas devido à falta de identificação.	Identificação adequada das fileiras de supermercado.

4.1. Criação de uma aplicação interna para gestão de documentação

De modo a colmatar o problema identificado (ver ponto 3.2.1) face à ineficiência de gestão dos documentos na área de SMT foi proposto o desenvolvimento de uma aplicação interna. Conjuntamente com a equipa de engenharia de processo, foi possível perceber a necessidade de existência de uma aplicação que inclua todos os parâmetros de industrialização dos produtos acessível a todos os colaboradores para consulta imediata.

Após algumas reuniões com a equipa desenhou-se um modelo alinhado às suas necessidades e estabeleceu-se as especificações da ferramenta. A aplicação deve conter todos os parâmetros para a produção (códigos dos programas, identificação do produto, dimensões e *setup*) e acessível remotamente (WebBased). Paralelamente, para dar resposta ao processo de alterações que se

revelou bastante ineficiente, a aplicação deve permitir gerar versões sempre que o produto sofre alguma alteração. Esta ainda deve permitir adicionar/remover campos associados ao produto e para cada processo onde as edições são possíveis apenas por utilizadores autenticados. Finalmente, deve ser possível imprimir um formulário com a informação associada ao produto ou ainda exportar para PDF.

Os campos de aplicação chave foram definidos como o Produto, Processos e Parâmetros. A cada Produto são associados Processos e a cada processo são associados Parâmetros como exemplifica a figura 32.

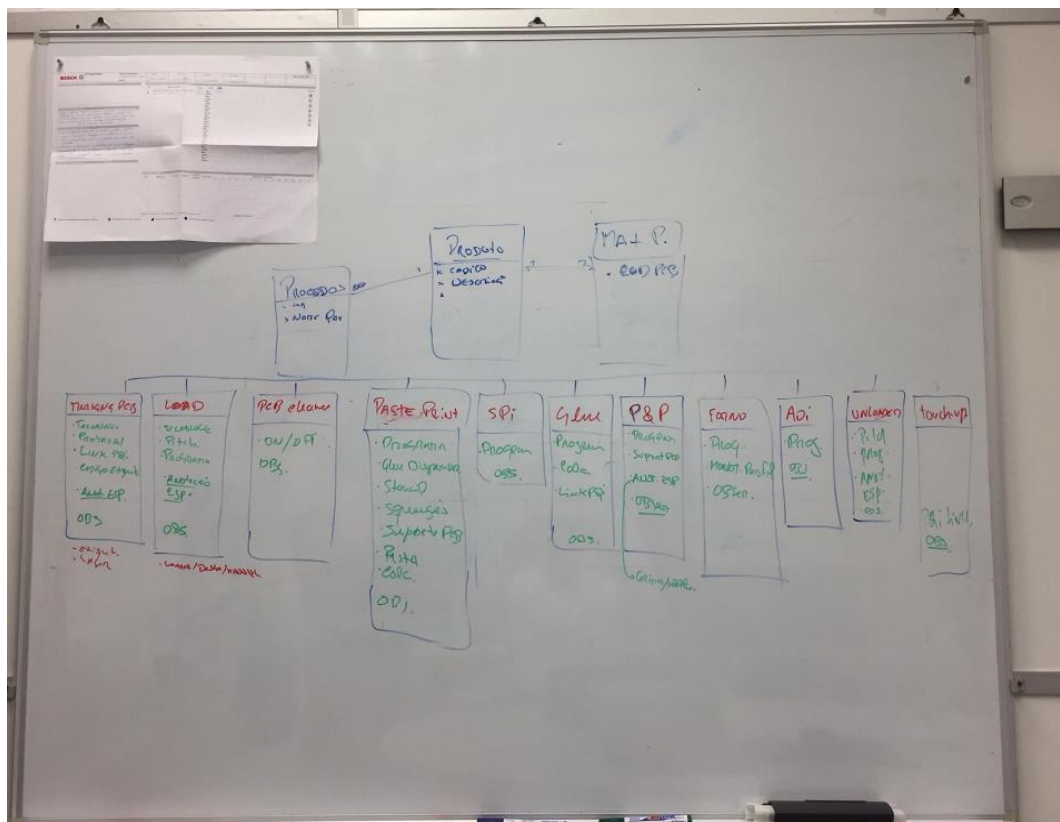


Figura 32 – exemplo de *output* da reunião

A sugestão foi aprovada pela equipa onde, posteriormente, foram delineadas algumas atividades para a criação da aplicação que se apresentam na lista abaixo:

1. Definir as especificações da ferramenta;
2. Levantamento dos dados macro dos produtos;
3. Desenvolver a versão Beta;
4. Testar aplicação e validar a aplicabilidade;
5. Implementar o novo processo de gestão de documentos.

Especificações da ferramenta

De forma a estabelecer o funcionamento da aplicação foi realizado um levantamento dos aspetos considerados da ferramenta. Assim, foi desenvolvido um caderno de encargos (Apêndice D) com a informação relacionada com a ferramenta.

Levantamento de dados

Para que a aplicação seja eficaz é necessário fazer o levantamento de todos os dados das listas de programas em formato xml para posteriormente serem exportados para a aplicação. Esta tarefa foi dividida em grupos segundo os processos definidos. Para cada produto foi importado as dimensões das placas bem como o estado operacional, os códigos dos programas do equipamento de pasta de solda, de inspeção de solda, de *pick&place*, cola, forno, *laser marking* e AOI. Esta atividade foi realizada para todas as linhas na área de SMT e seus produtos. No apêndice E encontra-se um exemplo dos output do levantamento de dados.

Versão Beta da aplicação

O desenvolvimento da aplicação foi da responsabilidade de um colega da equipa que teve a função de programar a funcionalidade e especificações do programa. A versão Beta foi definida como sendo uma versão ainda em desenvolvimento passível de implicar modificações e atualizações à ferramenta para que esta fosse de encontro às necessidades da área de SMT. Atualmente, o estado de implementação da aplicação encontra-se neste estágio pelo que, não foi possível demonstrar a estrutura da mesma.

Testar e validar a aplicação

Após a versão Beta, a ferramenta deverá ser testada e validada em linha. Devem testar vários códigos e programas de forma a analisar a seleção da informação e a dinâmica da interação da aplicação.

Implementar o novo processo de gestão de documentos

Posteriormente, deverá desenvolver-se uma pequena formação entre turnos de forma a comunicar a utilização da aplicação. Esta é caracterizada pelo funcionamento simples e básico a nível de utilização dos operadores pois apenas devem colocar o produto a fabricar na linha que, automaticamente é exibido no PC de linha os programas a ser utilizados para o fabrico do produto.

4.2. Estudo e aquisição de uma nova máquina

Como mencionado anteriormente, o posto de trabalho de soldadura seletiva não consegue atender ao *takt time* do cliente para o ano 2020. Para além disso, também se verificou que mesmo utilizando o equipamento de soldadura a 100% para o produto Altair este posto não teria capacidade para responder ao número de encomendas de 738 uni/dia.

A falta de capacidade do equipamento aliado à impossibilidade de atender ao *takt time* do cliente levou à realização de um estudo de aquisição de uma nova máquina. Esta análise teve em conta dois possíveis cenários que se diferenciam pelo tipo de tecnologia utilizada, sendo estas a soldadura DIP (*dual in-line package*) e a soldadura ponto a ponto. A distinção entre as duas tecnologias é que relativamente à soldadura DIP os componentes são soldados simultaneamente por imersão da placa na solda ao contrário da soldadura ponto a ponto onde os componentes são soldados

individualmente. É de salientar que o processo de soldadura ponto a ponto representa 77% do volume anual da empresa e que, apenas existem duas famílias de produtos com layout PCBA preparado para processo de soldadura DIP. A máquina de soldadura seletiva atual apresenta as duas tecnologias incorporadas.

De forma a compreender o tipo investimento a realizar, efetuou-se um levantamento da quantidade de produtos que passam pelo equipamento no ano 2020 bem como as tecnologias utilizadas por cada um (tabela 6).

Tabela 6 - Situação atual do equipamento de soldadura

Produto	Soldadura DIP	Soldadura ponto a ponto	% em horas de ocupação/ano em MAE ³
Altair		x	35,75%
HD's	x		16,34%
Genn5/Kitkat		x	15,34%
COMM		x	13,87%
Indego M		x	10,76%
Breitiling	x		7,94%
Total			100%

Através da tabela 6 pode-se observar que o produto Altair apresenta a maior percentagem de ocupação do equipamento com uma taxa de 35,75% e o produto Breitiling a menor percentagem com um valor de 7,94%. Simultaneamente, os produtos apresentam as tecnologias de soldadura ponto a ponto e DIP, respetivamente.

Como já referido anteriormente, existem dois cenários possíveis que se encontram explicitados abaixo:

Cenário 1 – aquisição de uma máquina em segunda mão à Bosch de Braga. Este equipamento encontra-se preparado apenas para o processo de soldadura DIP tal como mostra a figura 33.



Figura 33 - Máquina cenário 1

³ Dados disponibilizados pelo departamento de gestão no mês de dezembro de 2019.

Cenário 2 – aquisição de uma máquina em segunda mão à Bosch de Braga. Este equipamento encontra-se preparado apenas para o processo de soldadura ponto a ponto como mostra a figura 34.

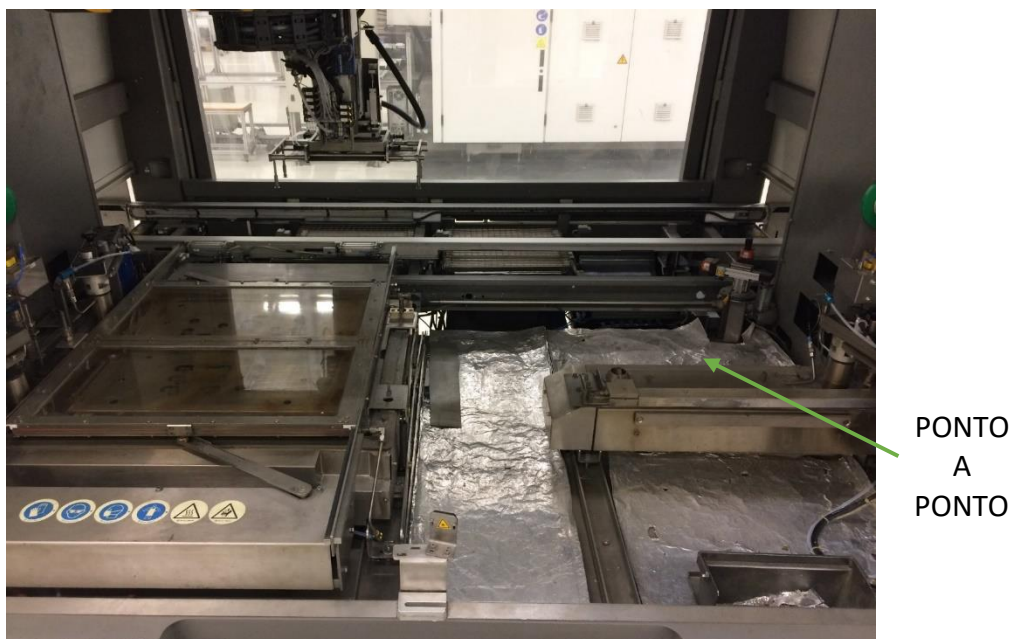


Figura 34 - Máquina cenário 2

Ambos os cenários apresentados implicam a aquisição de um equipamento fornecido pela Bosch de Braga. Neste contexto, foi realizado um levantamento dos aspetos positivos e negativos de cada tipo de tecnologia que se encontram apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Aspetos positivos e negativos das tecnologias de soldadura

Soldadura DIP		Soldadura ponto a ponto	
Aspetos Positivos	Aspetos Negativos	Aspetos Positivos	Aspetos Negativos
Todos os pontos são soldados simultaneamente. Processo de soldadura com tempo de ciclo menor.	<p>Processo de soldadura obriga o layout do PCBA a ter maior área livre em volta do componente a soldar.</p> <p>É necessário uma <i>plate</i> específica para cada produto.</p> <p>Em cada máquina cabem apenas 2 <i>plates</i>. <i>Change over</i> de <i>plates</i> demora 1 hora.</p>	<p>Maior densidade de componentes no layout PCBA.</p> <p><i>Nozzle</i> comum a todas as diversidades. Menos investimento na introdução de novas diversidades ou produtos</p>	Todos os pontos são soldados individualmente.

Ao analisar a tabela 7 pode-se afirmar que a soldadura ponto a ponto, em termos de tecnologia, é mais vantajosa que a soldadura DIP onde apresenta mais aspetos positivos e menos aspetos negativos comparativamente com a outra tecnologia.

De forma a selecionar a melhor alternativa, foi feita uma comparação dos dois cenários apresentados anteriormente (Tabela 8).

Tabela 8 - Comparação dos cenários

Fatores	Cenário 1 (máquina soldadura DIP)	Cenário 2 (máquina soldadura ponto a ponto)
Colaboradores (máquina atual + nova)	2+2	2+1
Custo de MDO (1 turno/dia)	391,68€ ⁴	293,76€
Seletiva nova	Capacidade livre reduzida. Produção apenas para HD's e Breitling.	Capacidade livre. Produção de 77% dos produtos.
Investimento	54 000€ Investimento na <i>plate</i> específica em cada novo produto.	56 000€ Válido para todos os produtos.
Tecnologias	DIP	Ponto a ponto

Ao comparar as duas alternativas, pode-se afirmar que o cenário 2 aparenta ser mais benéfico que o cenário 1 pois este necessita de menos 1 operador, o que reduz o custo de MDO, é aplicado a mais diversidade de produtos e o investimento é válido para todos os itens apesar do investimento ser mais elevado.

Sendo o cenário 1 mais vantajoso para a Bosch, realizou-se uma simulação de como os produtos e o seu volume para o ano 2020 se comportariam se fossem distribuídos pelos dois equipamentos. Para esta simulação foi tido em conta a previsão das quantidades de encomendas e o tempo de ciclo da máquina atual (11,6 minutos). Na figura 35 e 36 encontram-se dois gráficos que demonstram a situação indicada.

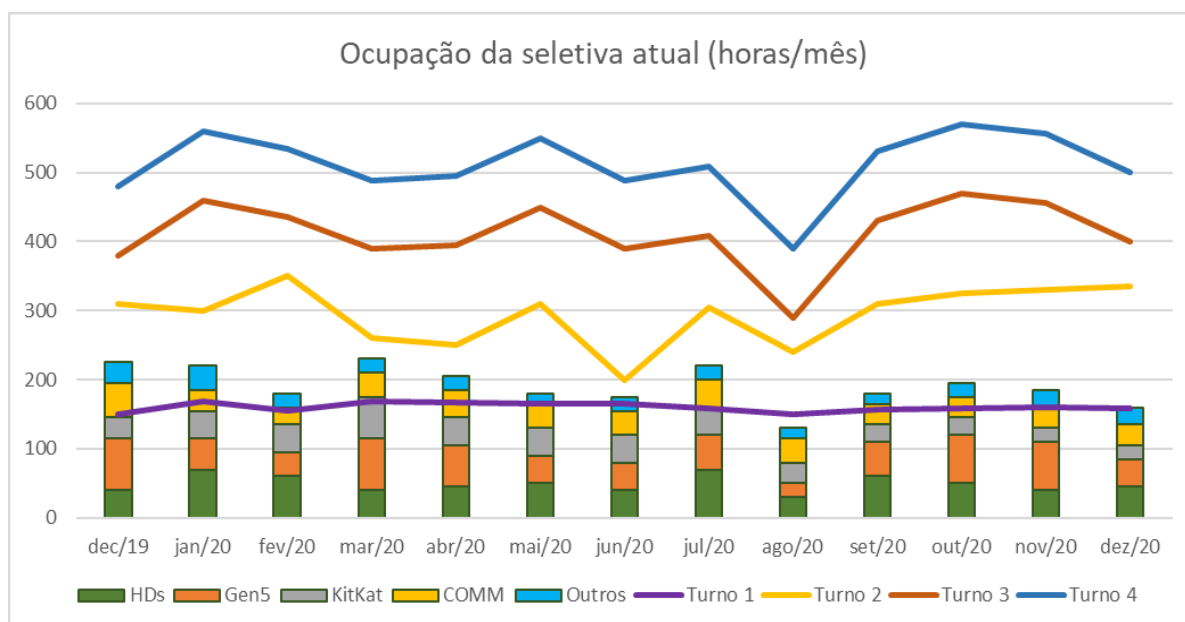


Figura 35 - Distribuição dos produtos pelas duas máquinas

⁴ Custo por operador à organização é de 0,0034€/segundo.

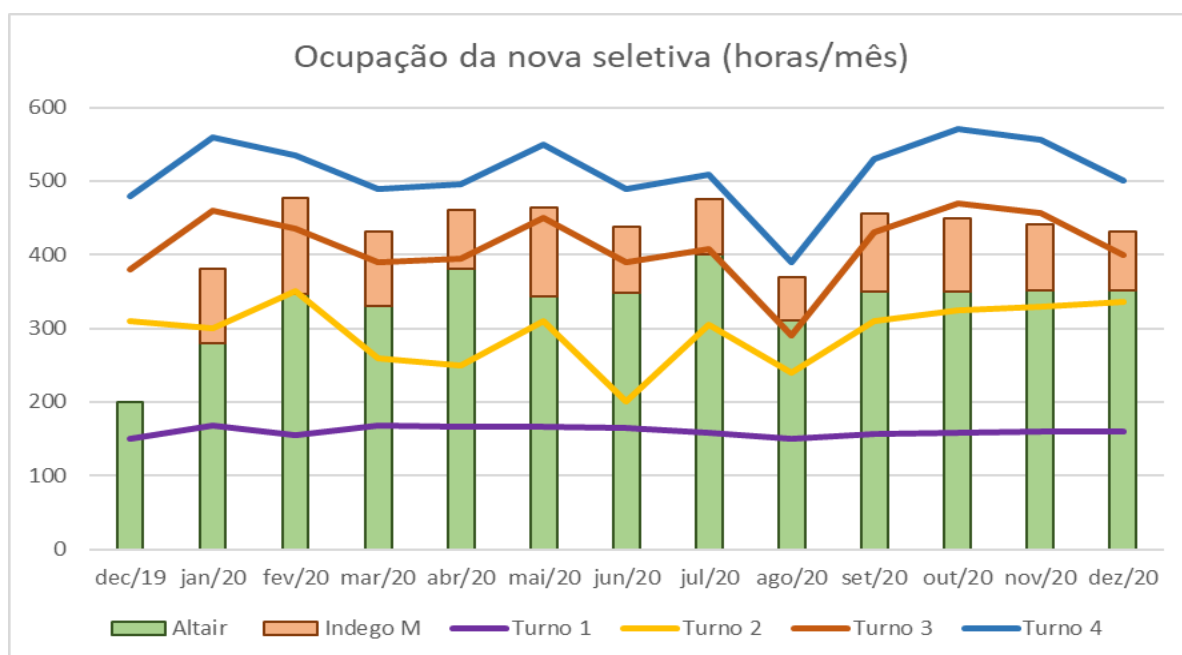


Figura 36 - Distribuição dos produtos pelas duas máquinas

Ao observar os gráficos acima apresentados, consegue-se perceber que existe capacidade para responder ao volume de encomendas para o ano 2020. De forma a libertar MDO e tendo em conta que, as encomendas do produto Altair são as mais elevadas é apropriado transferir toda a sua produção para a nova seletiva combinando com o novo produto introduzido em janeiro de 2020. Os restantes produtos continuam a ser fabricados na máquina atual. Desta forma, a capacidade do posto de trabalho é garantida e é possível libertar MDO na seletiva atual. Os custos associados à MDO do posto de trabalho antes da aquisição e depois da aquisição do equipamento encontram-se apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Custos associados à MDO do posto de trabalho da seletiva

	Máquina Seletiva atual (antes da aquisição)	Máquina seletiva atual (após a aquisição)	Máquina Atual
Operadores/turno	2	2	1
Turnos	4	1	3
Custo/dia	713,20€	178,30€	267,45€
Total	713,20€		445,75€

Com a aquisição do novo equipamento é viável diminuir o número de turnos da máquina atual para 1 turno com uma redução de 267,45€ por dia. Contudo, para a nova máquina terá de ser alocado 1 operador pelos 3 turnos com o custo de MDO de 267,45€. No total, este posto de trabalho terá um custo de 445,75€ que reflete um valor inferior no posto antes da aquisição da máquina. Assim sendo, é esperada um ganho de 267,45€/dia.

Proposta Selecionada

Como resultado do estudo de capacidade realizado anteriormente, optou-se por selecionar o cenário 2 que é referente à aquisição de um equipamento com a tecnologia de soldadura ponto a ponto. Apesar do investimento do equipamento, espera-se que através da redução dos custos de MDO o valor seja cobrido em 6 meses. O equipamento adquirido encontra-se na figura 37.



Figura 37 - Novo máquina de soldadura seletiva

Após a instalação e afinação da máquina, realizou-se o levantamento do tempo de ciclo do equipamento. É de referir que a nova seletiva permite a soldadura de um componente que na máquina atual não era possível devido ao ângulo do braço da ponta de solda. Para além disso, pelo facto de o espaço de manuseamento no interior do equipamento ser mais menor promoverá a redução do tempo de ciclo. A fim de averiguar o tempo de ciclo do equipamento uma vez que, esse era um dos problemas que impossibilitava o cumprimento do *takt time* do cliente retirou-se uma amostra de 30 leituras com recurso a um cronómetro que se encontram no apêndice F.

A média das leituras é de 9,53 minutos por *multiboard* o que indica que, para produzir uma câmara de vigilância é necessário 95,3 segundos. Sendo que o *takt time* do cliente é de 108 segundos o posto de trabalho consegue responder à cadência de produção. Comparativamente, ao posto de trabalho anterior o novo posto consegue produzir por hora 38 câmaras, ou seja, mais 7 câmaras/hora. Neste contexto, o posto de trabalho não necessita de três turnos inteiros uma vez que, com a utilização de três turnos é possível produzir 829 câmaras. Desta forma, para a produção de 738 unidades/dias são necessários dois turnos e meio com um ganho de 160 minutos que se traduz num ganho de MDO de 32,64€ diário. Embora que, este ganho represente um valor teórico porque na verdade o operador será alocado a outra atividade, este reflete a libertação da MDO da produção da câmara de vigilância para outras funções.

4.3. Utilização de uma cola alternativa

Relativamente à impossibilidade de cumprir com a cadência necessária para responder às encomendas do cliente, sentiu-se a necessidade de estudar uma cola alternativa que cumprisse com os mesmos requisitos que a cola utilizada atualmente e com um tempo de cura inferior. Ao observar o gráfico da figura 24 verificou-se que, o tempo dedicado à cura da cola ultrapassa o *takt time* do cliente, impedindo a entrega do produto nas quantidades requeridas. Neste sentido, realizou-se uma análise para compreender que tipo de funções a cola desempenha no produto e que especificações devem ser cumpridas a fim de encontrar uma cola com menor tempo de cura. Após algumas reuniões com o responsável do projeto e de se ter examinado a ficha técnica da cola utilizada (ver Anexo B), chegou-se à conclusão de que esta é apenas utilizada para garantir resistência mecânica aos componentes mais críticos do PCBA. Estes componentes são identificados como críticos consoante a sua altura, qualidade de soldadura e de larga dimensão que podem ser facilmente danificados no manuseamento do produto. Assim, a colocação de cola nestes componentes permite uma fixação estável e robustez do PCBA.

Contudo, o manuseamento do PCBA só pode ocorrer quando o tempo de cura mínimo (12 minutos) for cumprido. A solução passou por encontrar uma cola alternativa que atendesse aos requisitos necessários de fixação e tivesse um tempo de cura inferior. Após alguma pesquisa e reuniões com o departamento de compras encontrou-se uma cola adesiva de um dos fornecedores da Bosch com as especificações necessárias para garantir a qualidade e consolidação dos componentes. A ficha técnica da cola alternativa encontra-se no Anexo C. Ao comparar as duas colas verifica-se que a alternativa apresenta um tempo de cura mínimo de 4 minutos, ou seja, uma redução de mais de metade do que a utilizada atualmente. Embora, a temperatura térmica máxima da cola alternativa seja inferior à da utilizada atualmente tal não apresenta limitações ao processo. Na tabela 10 é apresentado uma comparação das duas colas a nível do tempo de cura, quantidade e custo.

Tabela 10 - Comparação das duas colas

	Tempo de cura mínima	Quantidade	Custo ⁵
Cola atual (Letbond)	12 min	100 g	10,45€
Cola alternativa (Würth)	4 min	112 g	18,36€

Ao analisar os dados da tabela 10 verifica-se que tempo de cura da cola alternativa apresenta um valor significativamente mais baixo face à cola utilizada atualmente. Por outro lado, o custo de aquisição do material da Würth é 7,91€ mais elevado que a cola atual, mas que, ainda assim, contém mais duas gramas.

Apesar do custo ser mais elevado, a solução apresentada revela-se imprescindível devido à necessidade de dar resposta às encomendas do cliente. Contudo, os ganhos desta alternativa residem na redução de 8 minutos do tempo de produto parado no posto de trabalho. Desta forma, é possível atender ao *takt time* do cliente.

⁵ Valor inclui IVA e desconto de fornecedor.

4.4. Aplicação da ferramenta 5S no posto de corte

Um dos principais conceitos da filosofia *Lean* foca-se na capacidade de garantir um bom ambiente de trabalho organizado e bem estruturado, de forma a garantir as melhores condições possíveis para potencializar os processos produtivos.

Neste seguimento, após a análise do posto de trabalho de corte constatou-se a falta de organização do mesmo que impulsiona falhas na picagem de leitura dos códigos. Como apresentado anteriormente na figura 37 o equipamento de corte apresenta diversas etiquetas com a família do produto e QRC. Estas etiquetas são desenvolvidas consoante a industrialização de novos produtos e acrescentadas no equipamento o que conduz, a excesso de informação a procurar pelos operadores. Esta situação leva a falhas pois, o desvio na picagem leva à introdução de um programa errado. Paralelamente, a procura do código pelos colaboradores nas etiquetas leva a perda de tempo que gera entropia no processo produtivo.

Desta forma, desenvolveu-se a ação de melhoria que passou por eliminar todas as etiquetas que se encontravam no equipamento e criar uma base de dados que se concentra toda a informação necessária. A intenção da criação desta ferramenta passa por integrar uma biblioteca com todos os códigos de produtos e um campo de pesquisa onde a colaboradora insere o código que pretende e a aplicação automaticamente apresenta o QRC a picar.


Neste sentido for criado um Excel que simulasse o processo para ser disponibilizado em rede no *tablet* ao lado do equipamento.

Esta ação contou com quatro três fases que se encontram explicitadas nos pontos abaixo:

1. Primeiramente, alocou-se um colaborador novo no posto de trabalho e retirou-se os tempos que este demoraria a encontrar o código a introduzir (ver apêndice G);
2. Desenvolveu-se um Excel que incluiu os dados necessários (ver apêndice H). Na figura 38 encontra-se a configuração do ficheiro que evidencia o campo de pesquisa e a geração do QRC;

Pesquisa:

Código PCBA:	F.01U.381.977
JIG	101
Equipamento	Assys
Mesa:	-






Figura 38 - Configuração da base de dados

3. Eliminação das etiquetas fixas ao equipamento como mostra a figura 39;

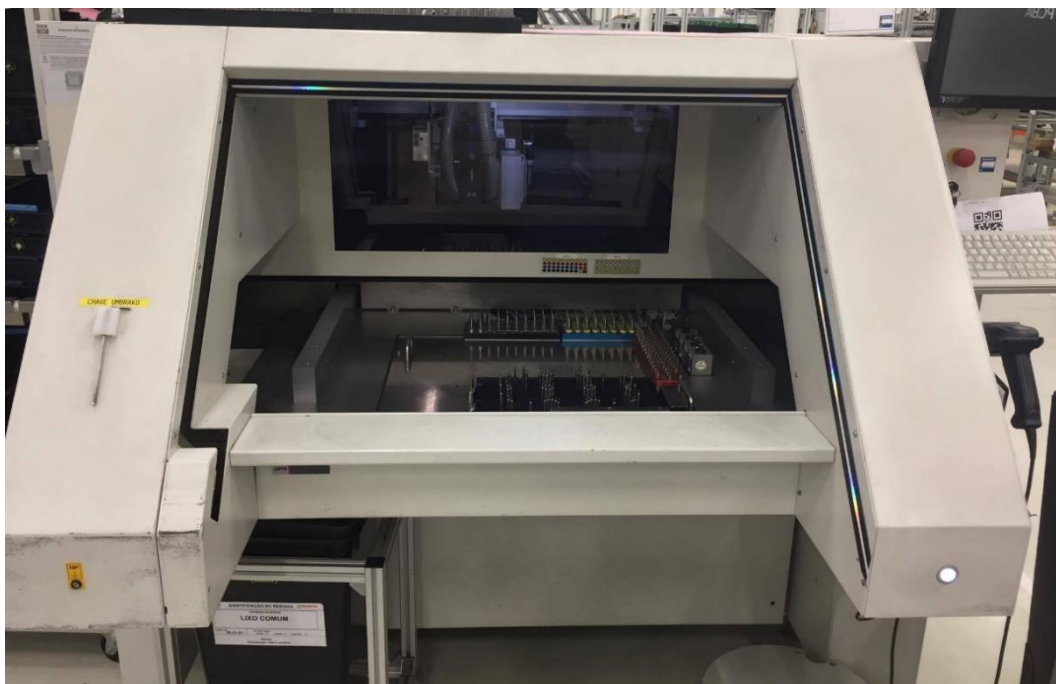


Figura 39 - Eliminação de etiquetas no equipamento

4. Posteriormente, retirou-se novamente 15 amostras com o mesmo colaborador (ver apêndice G) com o intuito de quantificar os ganhos após a implementação da sugestão de melhoria.

Antes da sugestão de melhoria o tempo dedicado à seleção do código era aproximadamente 7,4 segundos e após a ação o tempo reduziu para 4,7 segundos. Apesar de apenas existir um ganho de 2,7 segundos esta ação permitiu a diminuição de falhas na picagem do código.

4.5. Automatização do processo de alterações/atualizações

No seguimento da análise realizada ao posto de trabalho de corte e de se ter verificado a falta de organização do mesmo, constatou-se que o processo de alterações e atualizações de códigos também carecia de uma estrutura determinada.

Tal como mostra a figura apresentada anteriormente (ver figura 38), sempre que surge uma alteração no produto o código é escrito manualmente na etiqueta o que gera um grau de desordem no sistema aumentando a probabilidade de falha humana.

Assim sendo, através da proposta de ação de melhoria apresentada no subcapítulo anterior (ver 3.4.3) é exequível eliminar este problema através da implementação da aplicação. Aquando o surgimento de uma alteração o administrador poderá no ficheiro Excel alterar e/ou acrescentar um código disponibilizando este de imediato na rede. A figura 40 exemplifica a lista de códigos dos programas bem como a área a acrescentar para um novo código. Caso exista alguma alteração num produto já existente este pode ser modificado na lista apresentada da figura abaixo.





Produto	Jig	Equipamento	Código	Qrcode
PCBA ISC-BLD2-WPG-CHI	102	Assys	F.01U.381.439	
PCBA ISC-CDL1-WA15G	103	Assys	F.01U.381.434	
PCBA ISC-CDL1-W15G	104	Assys	F.01U.381.435	
PCBA ISC-CDL1-WA12G	105	Assys	F.01U.381.436	

Figura 40 - Exemplo da lista de programas para o corte

4.6. Proposta e simulação de alocação do equipamento de soldadura

O aumento das quantidades a produzir requer, por si só, um aumento de capacidade produtiva, seguido da proposta de melhoria de aquisição do equipamento de soldadura. Neste contexto, foi necessário possibilitar um espaço produtivo dedicado a este novo equipamento. Ao observar o layout da fábrica (ver figura 29) pode-se verificar que a única área disponível para a alocação do equipamento é a que está representada pela letra A. Todavia a distância que os colaboradores têm de percorrer entre o posto de soldadura e o posto de corte (representado pela linha vermelha na figura 29) é inconveniente e descomedido, para além de que, a localização do equipamento se apresenta distanciado dos outros postos de trabalho. Com recurso a um cronómetro foram retiradas 30 leituras que refletem o tempo de transporte que o operador demora a percorrer o trajeto do posto de soldadura seletiva até à área de cura da cola (ver apêndice C).

Entretanto, devido ao surgimento da pandemia de Covid-19 no mundo que resultou em grandes impactos económicos e sociais na indústria levou a que novas transferências e industrializações de produtos fossem canceladas/atrasadas. Neste seguimento, a nova linha de produção que iria iniciar a sua produção junto ao novo equipamento de soldadura perdera a sua posição, resultando na libertação de área produtiva (ver figura 41).

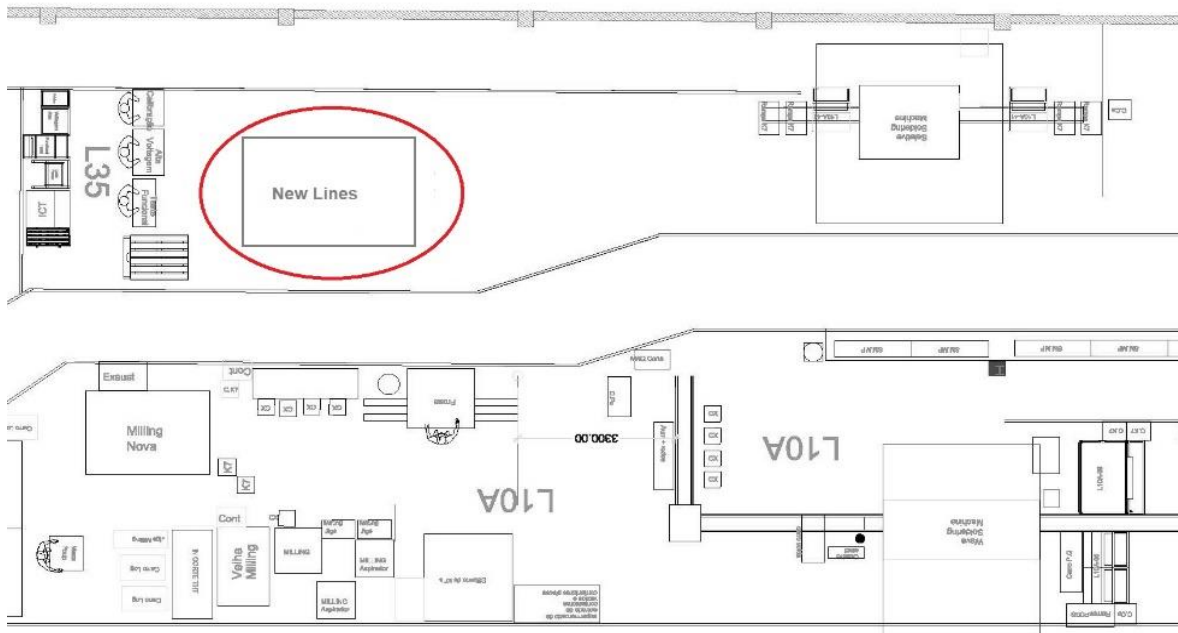


Figura 41 - localização da nova linha

Assim sendo, considerando a desocupação da área, propôs-se uma nova alocação do equipamento de soldadura próximo ao local onde as placas irão permanecer em repouso para a cura da cola. Tendo em conta que, o equipamento de soldadura será, inicialmente, habilitado a soldar apenas o produto Altair é apropriado alocá-lo próximo à área de cura de cola. Assim sendo, a proposta passa por criar uma passagem entre o posto de trabalho de soldadura seletiva e de corte de modo a que, a distância que o operador tem de percorrer seja a menor possível. A reestruturação explicitada acima encontra-se apresentada na figura 42.

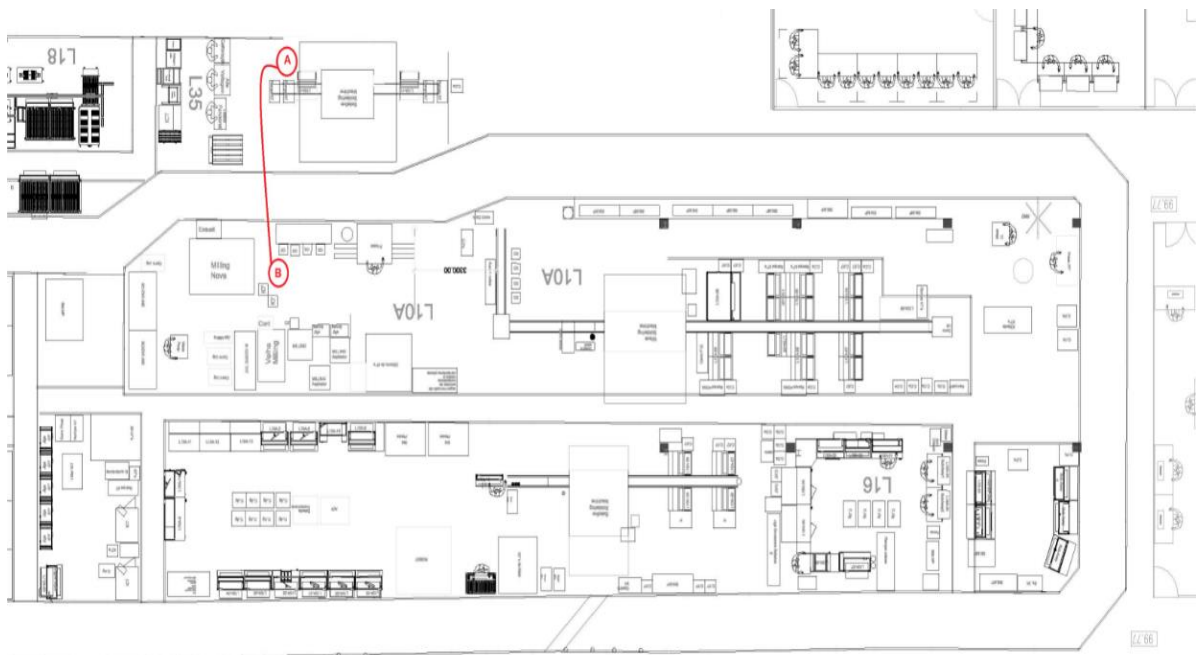


Figura 42 - Proposta de realocação do equipamento

Verificou-se que a distância entre o ponto A e o ponto B (figura 42) é de 8 metros, menos 5 metros que a distância a percorrer da localização atual do equipamento.

De forma, a compreender a redução do tempo de transporte simulou-se o trajeto entre o local onde foi sugerido a alocação da soldadura seletiva e o posto de trabalho do corte. Assim, retiraram-se novamente 30 leituras através de um cronómetro que se apresentam no apêndice J. A média das leituras indica uma redução de 50% do tempo de transporte entre o posto de trabalho de soldadura seletiva e o posto de corte onde as placas aguardam a conclusão da cura da cola. O tempo dedicado a este desperdício representaria metade do valor atual com um tempo aproximado de 13,7 segundos.

4.7. Criação de documentos operacionais

Com o intuito de combater a falta de informação nos postos de trabalho e de evitar erros de produção, as boas práticas da cultura *Lean* ditam que os colaboradores devem reger as suas atividades produtivas segundo procedimentos operacionais. Devido à falta de documentação no posto de trabalho da nova máquina de soldadura seletiva, tornou-se imprescindível elaborar toda a documentação necessária para o colaborador exercer a sua função e, conseqüentemente, eliminar os erros e inconsistências que possam surgir.

Assim sendo, após a partilha de informação face ao novo equipamento desenvolveram-se os documentos: Manual de Procedimento, Manutenção Planeada, Manutenção de 1º nível e o procedimento de limpeza de *nozzles*. Os quatro documentos foram realizados com apoio do departamento de engenharia de processo a fim de alinhar os aspetos técnicos do equipamento a incluir nestes.

Após a realização das instruções de trabalho estas foram disponibilizadas junto ao equipamento de fácil acesso de modo a garantir que os operadores se tornem mais rápidos e eficientes e, conseqüentemente, eliminar a perda de conhecimento e informação quando os colaboradores alocados ao posto de trabalho são realocados.

Estes documentos foram elaborados com recurso a uma linguagem de fácil compreensão pois, é imprescindível que todos os indivíduos consigam compreender a informação e os dados. Para além disso, foram utilizados imagens de suporte e gráficos para que a interiorização do conhecimento fosse automática.

Na figura 42 abaixo encontra-se um exemplo da estrutura de um dos documentos realizados. As instruções de trabalho encontram-se apresentadas no apêndice I.

	Interna - Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Seletiva 6745	Versão: 0.01
	Manual de Operação	Data: 20/07/2020
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015	Pág. 1 de 6

Índice

- 1- Descrição do Menu Principal
- 2- Ligar a Máquina
- 3- Função Timer
- 4- Desligar a Máquina



Autor:	P.Andreia	Departamento:	MCELI	Data:	20-07-2020
Aprovado por:		Departamento:	MCEI	Data:	20-07-2020

Figura 43 - Exemplo da estrutura de uma instrução de trabalho

A primeira página está reservada à capa onde incluiu uma imagem do equipamento. Nela está contido um cabeçalho com informação relativa à identificação do equipamento e do documento bem como a data e versão deste. No cabeçalho contém informação relativa ao autor que realizou o documento e ainda o departamento a que pertence. As restantes páginas (ver apêndice I) encontram-se as atividades a realizar pelos colaboradores e numeradas por ordem.

4.8. Identificação de fileiras de supermercado

Um dos conceitos mais importantes na filosofia *Lean*, reside na capacidade de garantir um ambiente de trabalho organizado e bem estruturado de forma a fortalecer os processos produtivos. Ao analisar todo o fluxo produtivo da câmara de vigilância Altair detetou-se a dificuldade que os colaboradores sentiam no abastecimento das fileiras do supermercado. Como já explicado anteriormente (ver ponto 3.2.8), os operadores confundiam as fileiras da estrutura e colocavam as

cassetes nos sítios errados. Mesmo os colaboradores com mais experiência sentem a necessidade de ter uma identificação que auxilie na identificação da fileira correta.

De modo a colmatar este problema, foram impressas etiquetas de A a H. Posteriormente, as etiquetas foram colocadas em cada fileira tanto na parte traseira da estrutura como na parte da frente (figura 44).



Figura 44 - Etiquetas de identificação de supermercado

Assim, foi possível diminuir as falhas que até então tinham vindo acontecer reduzindo, conseqüentemente, as paragens de produção. Esta melhoria é um exemplo de que ações simples podem ter grandes impactos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a proposta e implementação das sugestões de melhoria, é essencial quantificar os ganhos que advém dessas ações. Neste capítulo irão ser apresentados os resultados das propostas bem como a previsão dos resultados possíveis de alcançar a partir das ações sugeridas embora não implementadas. Primeiramente, analisou-se as propostas de melhoria dos postos de trabalho, seguindo a mesma linha do capítulo anterior. Posteriormente, apresenta-se uma análise global do processo produtivo de modo a verificar se o objetivo do trabalho é cumprido.

5.1. Apresentação de resultados

Indo ao encontro do estudo realizado face à situação inicial, também na fase final foi feito um estudo dos tempos de modo a ser possível realizar uma comparação entre os dois momentos. Como tal, foi igualmente realizado um levantamento dos tempos de ciclo de cada posto de trabalho do fluxo produtivo de modo averiguar se é possível atender ao aumento de encomendas para o ano 2020. Na tabela 11, encontram-se explicitados os ganhos quantitativos/qualitativos que se obtiveram em cada posto de trabalho do processo produtivo da câmara Altair.

Tabela 11 - Ganhos obtidos face às propostas/implementações de ações de melhoria

Posto de Trabalho	Proposta de Melhoria	Ganhos quantitativos/qualitativos
SMT	Criação de uma aplicação interna	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação da documentação em formato papel; • Acessibilidade a todos os operadores; • Processo de alterações/atualizações eficiente e prático; • Maior diversidade de produção nas linhas
Seletiva	Estudo e aquisição de uma nova máquina	<ul style="list-style-type: none"> • Garantia da capacidade produtiva do posto de trabalho para produto Altair; • Ganho de 67 664,85€/ano em MDO; • Cumprimento do <i>takt time</i> do cliente; • Libertação da MDO para produção do produto Altair em 160 min/diários; • Mais capacidade produtiva para fabricar diferentes produtos.
Cura de Cola	Utilização de uma cola alternativa	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do tempo de cura em 8 min/<i>multiboard</i> – cumprimento do <i>takt time</i> do cliente;

		<ul style="list-style-type: none"> • Redução da área ocupada.
Corte	Aplicação da ferramenta 5S no posto de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Área de trabalho organizada e arrumada; • Diminuição de falhas na picagem de códigos; • Ganho de aproximadamente 58 min/turno que se traduz em 11,83€/turno;
	Automatização do processo de alterações	<ul style="list-style-type: none"> • Processo de alterações e atualizações consistente e dinâmico; • Mitigação do uso de programas/códigos desatualizados; • Área mais organizada
Seletiva II	Proposta de alocação do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Layout melhorado com alocação de equipamento mais próximo do posto de trabalho; • Redução em 50% do tempo de transporte entre postos de trabalho.
	Criação de documentos operacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de erros na produção; • Incremento da autonomia dos operadores; • <i>Standardização</i> dos processos a de modo a fomentar melhorias; • Maior capacidade de aprendizagem de novos colaboradores.
Supermercado	Identificação das fileiras de supermercado	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição/eliminação das falhas humanas (colocação da cassete em fileiras erradas); • Redução do tempo desperdiçado na procura da fileira correta; • Aumento do conforto de trabalho.

5.2. Discussão de resultados

De uma forma geral, todas as propostas sugeridas/implementadas tiveram impactos positivos na organização seja a nível qualitativa como quantitativo. A redução dos custos no dia-a-dia das atividades alcança valores de 279,03€ (redução de turnos e libertação de MDO). Anualmente, o ganho monetário obtido foi de, aproximadamente, 70 594,59€. Ao observar o tempo ganho diariamente registou-se uma poupança de, aproximadamente 3,76 horas que se traduz num ganho de tempo de 40 dias libertados de produção da câmara de vigilância. Relativamente, à proposta de

alocação do novo equipamento de soldadura seletiva é expectável uma redução de 50% do desperdício de transporte contribuindo para a otimização do fluxo produtivo.

Como mencionado anteriormente, de forma a analisar a capacidade de responder às encomendas do ano 2020 registaram-se os tempos de ciclo de cada posto de trabalho que se encontra na figura 45, tal como realizado inicialmente.

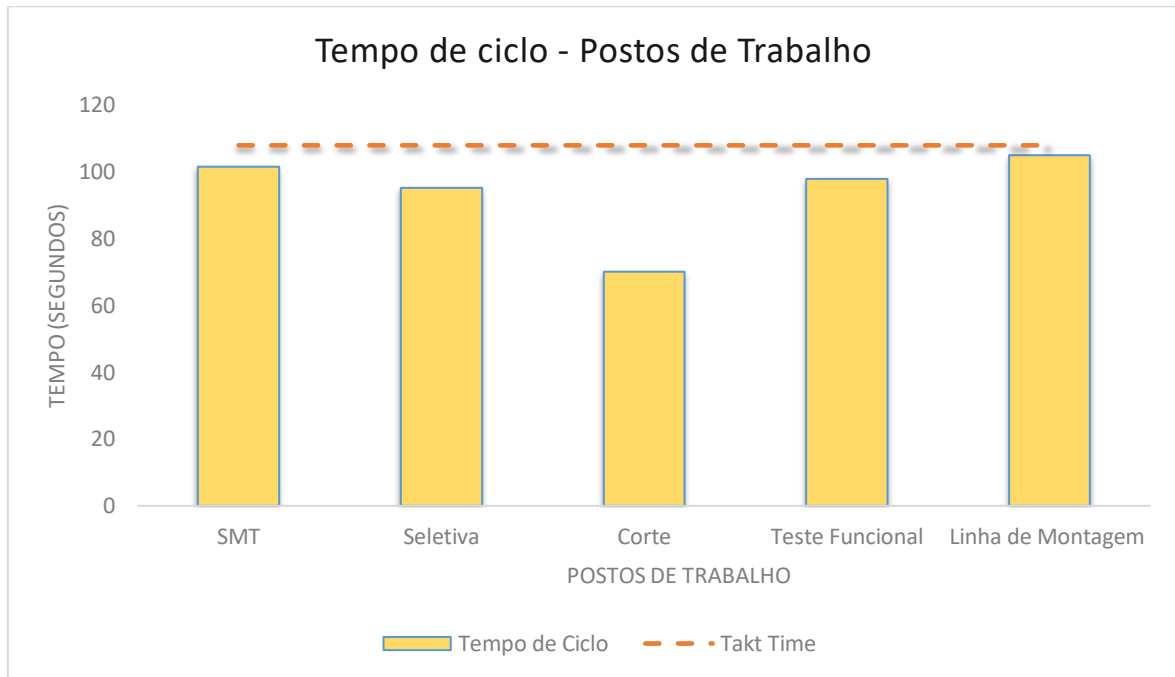


Figura 45 - Tempo de ciclo e *takt time* após sugestões de melhoria

Ao observar a figura 45 podemos verificar que todos os postos de trabalho do processo produtivo apresentam a cadência necessária para atender ao *takt time* do cliente. A operação de cura de cola foi incluída no posto de trabalho de corte, uma vez que, a área de cura deste material é realizado na ilha dos equipamento de corte e também pelo facto de o tempo de cura ter reduzido drasticamente permitindo a agregação ao posto de trabalho de corte.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo é apresentado uma síntese de todo o trabalho realizado, onde se refere o cumprimento do objetivo do projeto de dissertação, bem como os problemas identificados e as ações propostas para eliminar esses problemas. Posteriormente, apresentam-se os resultados obtidos através dessas sugestões e os ganhos que advém para a organização. Finalmente, é explicitado as limitações que se sentiram na elaboração do trabalho bem como uma breve descrição de trabalhos futuros.

6.1. Conclusões finais

O projeto de dissertação desenvolvido na Bosch Security and Safety Systems tinha como finalidade aumentar a capacidade produtiva de um dos postos de trabalho, bem como analisar o sistema produtivo de todo o fluxo de fabrico de uma câmara de vigilância designado Altair. A necessidade de desenvolver este projeto surgiu do aumento de encomendas deste produto para o ano 2020 consequente da guerra comercial entre os EUA e a China. Através das previsões de encomendas mediou-se o *takt time* de modo a garantir a resposta ao cliente na cadência exigida por este. Foi com base nestes pressuposto que surgiu a questão de investigação que oriento o desenvolvimento deste trabalho.

O trabalho iniciou com uma análise do processo produtivo do Altair, tendo-se realizado primeiramente uma observação de cada posto de trabalho. Posteriormente, retiraram-se leituras dos tempos de cada área de forma a compreender se o ritmo de produção está de acordo com o *takt time* estipulado. Esta análise permitiu perceber que um dos postos de trabalho, nomeadamente, o posto de soldadura seletiva apresentava um tempo de ciclo superior ao exigido pelo cliente. Neste seguimento, realizou-se um estudo de capacidade do equipamento de modo a a perceber se este conseguia obter a cadência requerida. O estudo constatou que para além do posto não respeitar o *takt time* do cliente que este, também evidenciava de falta de capacidade.

Para dar resposta a este problema e para melhorar o processo produtivo do produto, foram sugeridas ações de melhoria através da aplicação de diversas ferramentas *Lean*, nomeadamente, *A3-Problem Solving*, 5S, gestão visual e *standard work*.

A capacidade produtiva foi estudada para cada posto de trabalho por forma a fazer o aumento necessário caso o posto assim o exige eliminando, paralelamente, os desperdícios existentes para potencializar o desempenho dos equipamentos.

Como resultado obteve-se a aquisição de mais um equipamento de soldadura seletiva para colmatar a falta de capacidade sentida no posto. Através do novo equipamento é possível produzir o número de encomendas previsto para o ano 2020 e visto que, o novo equipamento permite a soldadura de dois pontos ao mesmo tempo e considerando o tamanho do equipamento a distância que o robot tem de se deslocar no interior da máquina é inferior à outra seletiva contribuindo para a redução do tempo de ciclo do posto. Apesar do investimento do equipamento, o ganho diário obtido pela eliminação do turno (267,45€) ao fim-de-semana cobre o valor da aquisição da máquina em 7 meses.

Nos outros postos de trabalho também foram verificadas pontos de melhoria que permitiram a incrementação da filosofia *Lean* no fluxo de produção. Foi possível reduzir o tempo de cura da cola em 60% com a aquisição de um adesivo alternativo que respeita os requisitos necessários. Para além disso, também é expectável a redução em 50% do tempo de transporte através da proposta de alocação do novo equipamento de soldadura seletiva. Foi possível verificar a libertação em 58 minutos/turno de MDO no posto de trabalho de corte com a automatização do processo de seleção do programa a utilizar.

É ainda possível verificar que, para além dos benefícios monetários conseguidos com a implementação das propostas foi ainda possível verificar a organização e arrumação em alguns postos de trabalho bem como a eliminação de desperdícios.

Desta forma, pode-se concluir que para além de se cumprir com o objetivo do trabalho referente ao aumento da capacidade do processo produtivo da câmara de vigilância Altair foi possível melhorar todo o fluxo com ações simples e eficientes. Tal comprova que, com pouco se pode fazer muito e este projeto evidencia que com ações simples se pode obter ganhos e melhorias nos processos. Apesar da empresa ser reconhecida pela sua eficiência e cultura *Lean* é sempre possível melhorar contribuindo para consolidação do conceito de melhoria contínua.

6.2. Limitações e investigação futura

Sendo o aumento de capacidade do produto Altair um projeto ainda relativamente recente, é necessário continuar a dar suporte a estas alterações e a melhorar alguns aspetos. Desta forma, salienta-se a continuação do trabalho iniciado, nomeadamente, na proposta de melhoria que não foi possível implementar.

A sugestão de melhoria face à reestruturação de alocação do equipamento de soldadura seletiva não foi implementada pelo facto da empresa sofrer em julho um aumento das instalações pelo que, a localização do equipamento seria apenas temporário. Neste seguimento, é importante desenhar um layout capaz de responder à redução das distâncias a percorrer pelos operadores entre os postos de trabalho.

Apesar de o ano 2020 apresentar um aumento de encomendas do produto Altair devido ao surgimento da pandemia mundial houve limitações no que toca aos atrasos de encomendas no mês de abril pela falta de componentes no armazém. Esta situação fez-se sentir em quase todos os produtos da empresa prejudicando o OEE organizacional.

Aquando da estabilização do processo produtivo é importante continuar com um trabalho de desenvolvimento de melhorias, seguindo sempre a filosofia *Lean* adotada pela organização. Desta forma, é pertinente o suporte e contributo da reestruturação do layout da empresa de forma a eliminar os desperdícios de transporte e melhorar a comunicação entre os colaboradores e departamentos de suporte de modo a ir ao encontro das necessidades e dificuldades sentidas por estes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arte da Administração. (2011). Evolução do pensamento e da filosofia Lean [Imagem]. Disponível em <http://administrandosa.blogspot.com/2011/03/lean-manufacturing-um-novo-conceiro-em.html>
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics*, 107(1), 223-236.
- Al-aomar, R. A. (2011). Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for. 1606–1611.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120-1127.
- Feng, P., & Ballard, G. (2008, July). Standard work from a lean theory perspective. In *Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (Vol. 16).
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Bosch Portal. (2020). Bosch Security Systems Ovar. *Bem vindo a Ovar!*. Disponível em https://inside.bosch.com/irj/portal/?NavigationTarget=HLPFS://wcms_rgeu_Bosch_20GlobalNet/wcms_rgeu_02_20Organization/wcms_rgeu_Regional_20Subsidiaries_20RG/wcms_rgeu_rbib/wcms_rgeu_portugal/wcms_rgeu_locations_pt/wcms_rgeu_ovar_1
- Portugal, B. (2020). Nosso objetivo é a proteção de vidas, edifícios e ativos para garantir um mundo mais seguro. Retirado de 11 de junho 2020, de <https://www.boschsecurity.com/pt/pt/>
- Brannick, T. Coghlan, D., & (2001). Spiral of Action Research Cycles [Imagem]. Retirado de https://books.google.de/books?id=GNFIAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Campion. Quadros para Gestão Visual [Imagem]. Disponível em <https://campion.com.br/quadros-para-gestao-visual/>.
- Campos, V. M. K., Cotrim, S. L., Galdamez, E. V. C., & Leal, G. C. L. (2016). Introduction of lean manufacturing philosophy by kaizen event: case study on a metalmechanical industry. *Independent Journal of Management & Production*, 7(1), 151-167.
- Coughlan, P. and Brannick, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22 No. 2, pp. 220-240.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102-107.
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the Order Fulfilment Process at A Metalwork Company. *Procedia Manufacturing*, 41, 1031-1038.

- Dirisu, J. I., Iyiola, O., & Ibidunni, O. S. (2013). Product differentiation: A tool of competitive advantage and optimal organizational performance (A study of Unilever Nigeria PLC). *European Scientific Journal*, 9(34)
- Do, D. (2017). The Five Lean Principles [Imagem]. Retirado de <https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean>.
- Elias, S. (2016). The Classic Seven Wastes [Image]. Retrieved from <https://www.leancompetency.org/lcs-articles/lets-ban-eighth-waste/>
- Emiliani, M. L. (1998). Lean behaviors. *Management Decision*, 36(9), 615–631. <https://doi.org/10.1108/00251749810239504>.
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). iLeanDMAIC—A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102.
- Filip, F. C., & Marascu-Klein, V. (2015, November). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. In *IOP conference series: materials science and engineering* (Vol. 95, No. 1, pp. 1-6).
- Fritze, C. (2016). The Toyota Production System-The Key Elements and the Role of Kaizen within the System.
- Handbook, T. (2020). Toyota Production System Basic Handbook. *Procedia CIRP*, 7, 575–579.
- J. M. Costello, P. (2003). Action Research. (10th ed., pp. 5-15). London: BLOOMSBURY PUBLISHING PLC. Disponível a partir de https://books.google.de/books?id=DJCvAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Karlsson, C., & Åhlström, P. (1996). Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Kehr, T., & Proctor, M. (2016). People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis: Re-structuring the TPS House Based on the Automotive Recall Crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33.
- Kumar, G. K. K. (2019). Understanding the Need of Implementation of Lean Techniques in Manufacturing Industries: A Review. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, Volume-3(Issue-3), 1083–1087.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* [Ebook] (12th ed., pp. 2-21). McGraw Hill Professional.
- Hill, Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.
- Machado, J., Veiga, G., & Soares, F. (2018). *Innovation, Engineering and Entrepreneurship* [Ebook] (p. 1171). Springer.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries? *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673.



- Muttu, S., & Nordin, N. (2018). PDCA cycle. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering (SSRG-IJME)* ISSN: 2348-8360. 3(5), 30.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System [Ebook]* (12th ed., pp. 5-42). CRC Press. Disponível em https://books.google.de/books?id=QebEDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Ortiz, C., & Park, M. (2010). *Visual Controls: Applying Visual Management to the factory [Ebook]* (1st ed., p. 180). Productivity Press. Disponível em https://www.amazon.com/Visual-Controls-Applying-Management-Factory/dp/1439820902#reader_1439820902
- Pattanaik, L. N., & Sharma, B. P. (2009). Implementing lean manufacturing with cellular layout: a case study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(7-8), 772-779.
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing- a literature review. *7th International Technical Conference Technological Forum* (pp. 135-139).
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). Automation and Intelligent Manufacturing.
- Ribeiro, L., Alves, A. C., Moreira, J. F. P., & Ferreira, M. (2013). Applying standard work in a paint shop of wood furniture plant: A case study. In *22nd International Conference on Production Research*.
- Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry. *Procedia Manufacturing*, 2, 6-10.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Santos, H., Pereira, M. T., Silva, F. J. G., & Ferreira, L. P. (2018). A Novel Rework Costing Methodology Applied to a Bus Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing - 28th International Conference on Flexible Automotive and Intelligent Manufacturing (FAIM2018)*, Columbus, OH, USA, 17, 631–639.
- Shingo, S., & Dillon, A. (2019). *A study of the Toyota Production from an Industrial Engineering Viewpoint [Ebook]* (5th ed., p. 296). Routledge. Disponível em https://books.google.de/books?id=RKWU7WEIJ7oC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Silva, F., & Pinto Ferreira, L. (2019). *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges* 1-478. Nova Science Publishers.
- Sobek II, D. K., & Jimmerson, C. (2004). A3 reports: tool for process improvement. In *IIE Annual Conference. Proceedings* (p. 1). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).
- Strategos. (2016). A Brief History of (Just-in) Time. Disponível em http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564.

- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582-603.
- Taj, S. (2008). Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. *19(2)*, 217–234.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2013). Visual Management in industrial construction: A case study. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013.
- Thangarajoo, Y. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 04.
- Womack, J., & Jones, D. (1996a). Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection. *Harvard Business Review*, 74, 140–158.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). The machine that changed the world: he Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry, 3, 300-352, Nova Iorque: Free Press.
- Yang, M. G. M., Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 251-261.

APÊNDICE A – TEMPO DE CICLO SOLDADURA SELETIVA

Nº amostra	Etapa1_colaborador	Etapa2_Máquina	Etapa3_colaborador	Tempo de ciclo (CT)
1	2,4'	8,15'	2,23'	12,78'
2	2,06'	8,13'	2,32'	12,51'
3	3,18'	8,15'	1,42'	12,75'
4	2,19'	8,14'	2,33'	12,66'
5	1,43'	8,13'	2,22'	11,78'
6	1,42'	8,14'	1,58'	11,14'
7	1,47'	8,13'	2,02'	11,62'
8	2,02'	8,14'	2,44'	12,6'
9	1,9'	8,13'	2,2'	12,23'
10	1,37'	8,13'	2,21'	11,71'
11	2,03'	8,14'	2,15'	12,32'
12	1,48'	8,14'	1,48'	11,1'
13	1,45'	8,15'	2,25'	11,85'
14	1,35'	8,13'	1,49'	10,97'
15	1,43'	8,14'	1,46'	11,03'
16	1,37'	8,14'	1,54'	11,05'
17	1,43'	8,15'	1,48'	11,06'
18	1,38'	8,15'	1,42'	10,95'
19	1,46'	8,14'	1,55'	11,15'
20	1,45'	8,13'	1,51'	11,09'
21	1,47'	8,15'	1,53'	11,15'
22	1,45'	8,14'	1,59'	11,18'
23	1,49'	8,13'	1,57'	11,19'
24	1,46'	8,14'	2,15'	11,75'
25	1,50'	8,15'	2,17'	11,82'
26	1,48'	8,14'	2,19'	11,81'
27	1,48'	8,13'	1,58'	11,19'
28	1,51'	8,13'	1,49'	11,13'
29	1,47'	8,14'	2,13'	11,74'
30	1,39'	8,15'	2,1'	11,64'

APÊNDICE B - A3 PROBLEM SOLVING

 	A3 Project Name: IDC Corte	Resp. for project team: Miguel Adrego Coach: Joaquim Moreira	Department Nome: Miguel Adrego	Department Nome: Andreia Pereira	Department Nome:	Department Nome:	Department Nome:	Department Nome:	Date: 05/02/2020										
	1. Project description - Descrição do projecto Desenvolvimento de uma ferramenta que automatiza o processo de identificação de Jig/programa.			5. Project plan / Measures - Plano do Projecto / Acções															
2. Background / Business case Demora na seleção do JIG/programa adequado para o depaneling dos PCBA's, nomeadamente para operadores inexperientes; Dificuldade de ter as listas atualizadas constantemente por parte da Eng. Industrial/Processo; Elevado tempo na procura para associar código SAP ao Jig/programa por parte do operador;			Nr.	Step / Acção	Resp.	Data	WK 23	WK 24	WK 25	WK 26	WK 27	WK 28	WK 29	WK 30	WK 31	WK 32	WK 33	WK 34	Status
3. Initial state - Situação Inicial / Actual A situação atual causa entropia no processo de identificação do programa/jig. A documentação em formato papel torna o processo de atualizações e alterações pouco eficiente pois sempre que surge um novo programa é necessário acescentá-lo manualmente. Para além de ser uma atividade burocrática leva à desorganização do posto de trabalho. Paralelamente, o tempo que os colaboradores demoram a encontrar o código do programa, especialmente colaboradores inexperientes, leva ao aumento do tempo de ciclo do posto.			1	Levantamento da lista de programas atuais de cada equipamento	Plan Actual	[Gantt bar: WK 23-24]												●	
4. Target state - Situação Futura > Maior eficiência no processo de atualizações das listas de programas; > Redução da documentação em formato papel; > Redução no tempo de procura do código			2	Desenvolvimento da ferramenta em Excel	Plan Actual													●	
			3	Identificação dos Jig's de acordo com a nova estrutura da lista de programas	Plan Actual													●	
			4	Colocação de dois Andon's (tablet) junto aos equipamentos e respetiva ligação à rede PCBA	Plan Actual													●	
			5		Plan Actual														
			6		Plan Actual														
			7		Plan Actual														
			8		Plan Actual														
					Plan Actual														
					Plan Actual														
					Plan Actual														
					Plan Actual														
					Plan Actual														
					Plan Actual														

APÊNDICE C – TEMPOS DE TRANSPORTE (ANTES DA AÇÃO DE MELHORIA)

Nº amostra	Distância (m)	Tempo Transporte (seg)	Tempo movimentação (seg)	Tempo total
1	13	17'	5,2'	22,2'
2	13	19'	6,1'	25,1'
3	13	18'	5,4'	23,4'
4	13	18'	5,1'	23,1'
5	13	19'	4,0'	23,0'
6	13	19'	5,1'	24,1'
7	13	21'	6,8'	27,8'
8	13	20'	3,8'	23,8'
9	13	20'	4,5'	24,5'
10	13	21'	4,9'	25,9'
11	13	19'	3,9'	22,9'
12	13	19'	5,2'	24,2'
13	13	22'	5,3'	27,3'
14	13	19'	5,7'	24,7'
15	13	21'	4,8'	25,8'
16	13	21'	6,1'	27,1'
17	13	19'	3,8'	22,8'
18	13	20'	6,1'	26,1'
19	13	23'	5,2'	28,2'
20	13	20'	5,8'	25,8'
21	13	22'	6,2'	28,2'
22	13	21'	4,8'	25,8'
23	13	21'	3,9'	24,9'
24	13	22'	4,6'	26,6'
25	13	20'	5,3'	25,3'
26	13	22'	5,5'	27,5'
27	13	18'	6,1'	24,1'
28	13	21'	5,8'	26,8'
29	13	22'	6,4'	28,4'
30	13	23'	6,8'	29,8'

APÊNDICE D – CADERNO DE ENCARGOS

De	Emitente	Data
OvrP/MO11.1	Ângelo Sousa	18/02/2020

Caderno de encargos

Destinatário	Joaquim Moreira
Assunto	Especificação da forma de trabalhar e aplicação de gestão de <i>datasheet</i> de produtos.

Nome do Projeto: SMT Product Datasheet

7. OBJECTIVO

O objetivo do caderno de encargos é especificar a lista de requisitos para a criação e manutenção de uma aplicação para gerir a informação relativa a produtos executados na área de SMT.

8. ÁREAS INTERVENIENTES

As áreas intervenientes são as seguintes:

Tipo	Area / Dptmo
Cliente	MOE11 / MOE12
Desenvolvimento e Execução	MOE11
Utilizador	MOE11 / MOE12 / Qualidade / Planeamento / Manutenção

9. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA APLICAÇÃO

A aplicação a desenvolver deve permitir gerir dados referentes a produtos de SMT.

Ex.: Um produto pode ser constituído por dois passos distintos de processo (LadoA e Lado B) no entanto é visto como um objeto único para a aplicação

- A aplicação deve poder ser acessível remotamente (WebBased)
- A aplicação deve permitir gerir versões sempre que o produto tem uma alteração. (P.ex. entrada de ECR)
- A aplicação deve permitir adicionar e editar blocos de processos (p.ex: Processo de paste Printing ou processo de Pick&Place)
- A aplicação deve permitir adicionar/remover campos associados ao produto e para cada processo.
- A aplicação deve permitir edições apenas por utilizadores autenticados
- A política de autenticação deve ser possível de gerir pelo “administrador”
- A aplicação deve permitir imprimir um formulário com a informação associada ao produto.
- A aplicação deve permitir um campo onde é possível colocar notas e observações relevantes ao produto em formato texto e/ou foto.

A EQUIPA DEFINIDA PARA ESTE PROJETO É CONSTITUÍDA PELOS SEGUINTE ELEMENTOS.

MOE11 – Romeu Duarte (TeamLeader)

MOE11 – Andreia Pereira

MOE11 – Angelo Sousa (Coach)

BPS - Jorge Cardoso (Consultor BPS)

Outros membros poderão ser incluídos se a equipa definir como sendo necessário.

9.1. Campos chave aplicação.

A aplicação deve apresentar a informação associada a cada produto pelo que o campo |Produto| deve ser o campo chave.

A cada |Produto| são associados |Processos| e a cada processo são associados |Parâmetros|

Exemplo:

```
|Produto_A|
  |Processo_1|
    |Parametro_1|
    |Parametro_2|
    |Parametro_n...|
  |Processo_2|
    |Parametro_1|
    |Parametro_2|
    |Parametro_n...|
  |Processo_N...|
    |Parametro_1|
    |Parametro_2|
    |Parametro_n...|
```

10. TIMELINE DA IMPLEMENTAÇÃO.

A previsão de datas para esta implementação é a seguinte:

Data	Passo
Fevereiro 2020	Definição de especificações
Março 2020 > Abril 2020	Carregamento dos dados macro
Mai 2020	Desenvolvimento da aplicação
Junho 2020	Teste e validação da aplicação
Julho 2020	Implementação do novo processo

11. SEGUIMENTO DO PROJETO.

O seguimento do projeto será feito com reuniões bi-semanais da equipa.

APÊNDICE E – EXEMPLO DE OUTPUT DE LEVANTAMENTO DE DADOS

Código PCBA	Código PCB	Info Geral				Estado operacional
		Largura	Comprimento	Espessura	# Singles	
F.01U.086.987	F.01U.042.828	220	270	1,6	1	
F.01U.087.695	F.01U.099.276	160	310	1,6	2	
F.01U.086.988	F.01U.042.829	220	324	1,6	1	
F.01U.323.270	F.01U.323.268	160	340	1,6	1	
F.01U.043.267	F.01U.042.852	160	340	1,6	8	
F.01U.043.269	F.01U.042.853	160	340	1,6	8	
F.01U.043.126	F.01U.042.826	160	270	1,6	5	
F.01U.017.313	F.01U.089.308	248	308	1,6	1	
F.01U.017.306	F.01U.064.188	214	265	1,6	1	
F.01U.017.308	F.01U.064.116	214	330	1,6	4	
F.01U.263.286	F.01U.262.452	160	275	1,6	7	
F.01U.043.434	F.01U.042.871					S5
F.01U.063.110	F.01U.078.326	210	270	1,6	2	
F.01U.043.447	F.01U.042.870	220	324	1,6	8	
F.01U.043.467	F.01U.042.872	220	270	1,6	2	
F.01U.066.843	F.01U.077.702	270	160	1,6	5	
F.01U.074.716	F.01U.074.713	210	160	1,6	2	
F.01U.033.484	F.01U.030.279	141	282	1,6	6	
F.01U.060.820	F.01U.275.156	141	282	1,6	6	
F.01U.060.827	F.01U.272.087	141	282	1,6	6	
F.01U.284.236	F.01U.284.235	100	368	1,6	1	
F.01U.283.080	F.01U.300.393	220	270	1,6	3	
F.01U.310.892	F.01U.310.891	220	368	1,6	1	
F.01U.282.048	F.01U.303.608	220	368	1,6	1	
F.01U.279.817	F.01U.279.814	210	270	1,6	2	
F.01U.313.827	F.01U.313.825	220	324	1,6	1	
F.01U.135.046	F.01U.134.622	141	234	1,6	2	
F.01U.081.140	F.01U.088.742	140	288	1	16	
F.01U.017.302	F.01U.013.442	215	248	1,6	9	
F.01U.017.304	F.01U.064.177	215	193	1,6	2	
F.01U.017.312	F.01U.016.898	215	291	1,6	1	
F.01U.016.856	F.01U.016.852	215	291	1,6	1	
F.01U.016.863	F.01U.016.844					S5
F.01U.017.314	F.01U.017.016	215	265	1,6	9	
F.01U.017.316	F.01U.064.231	215	291	1,6	4	
F.01U.017.285	F.01U.064.275	215	291	1,6	5	
F.01U.017.286	F.01U.064.277	215	175	1,6	5	






APÊNDICE F – TEMPO DE CICLO DA NOVA MÁQUINA DE SOLDADURA SELETIVA

Nº amostra	Etapa1_colaborador	Etapa2_Máquina	Etapa3_colaborador	Tempo de ciclo (CT)
1	2,3	6,59'	1,33'	10,22'
2	1,55'	6,58'	1,21'	9,34'
3	2,22'	6,57'	1,17'	9,94'
4	1,54'	6,57'	1,45'	9,56'
5	1,43'	6,58'	1,22'	9,23'
6	1,36'	6,59'	1,31'	9,26'
7	1,47'	6,59'	1,17'	9,23'
8	1,48'	6,58'	1,47'	9,53'
9	1,45'	6,58'	1,35'	9,38'
10	1,55'	6,58'	1,24'	9,37'
11	1,42'	6,59'	1,22'	9,23'
12	1,48'	6,58'	1,20'	9,26'
13	1,38'	6,58'	1,36'	9,32'
14	1,48'	6,59'	1,25'	9,32'
15	1,42'	6,58'	1,28'	9,27'
16	1,44'	6,58'	1,22'	9,24'
17	1,39'	6,59'	1,33'	9,31'
18	1,44'	6,59'	1,42'	9,41'
19	1,45'	6,58'	1,43'	9,44'
20	2,01'	6,59'	1,35'	9,94'
21	2,11'	6,57'	1,31	10,01'
22	1,55'	6,58'	1,45'	9,58'
23	1,58'	6,58'	1,37'	9,54'
24	1,55'	6,58'	1,29'	9,43'
25	2,01'	6,59'	1,36'	9,94'
26	2,14'	6,57'	1,43'	10,15'
27	2,03'	6,59'	1,34'	9,94'
28	1,46'	6,59'	1,27'	9,32'
29	2,04'	6,58'	1,36'	9,98'
30	1,49'	6,58'	1,27'	9,34'


APÊNDICE G – TEMPOS ANTES E PÓS SUGESTÃO DE MELHORIA

Nº amostra	Antes sugestão de melhoria	Após sugestão de melhoria
1	10,2'	4,3'
2	8,4'	4,1'
3	5,4'	3,9'
4	9,2'	4,8'
5	7,4'	3,7'
6	7,8'	5,5'
7	6,1'	4,9'
8	8,9'	5,2'
9	7,4'	4,6'
10	6,7'	5,7'
11	8,1'	5,2'
12	5,6'	4,8'
13	6,3'	5,3'
14	5,9'	4,9'
15	7,2'	4,7'

APÊNDICE H – EXEMPLO DE LISTA DE CÓDIGOS PARA O EQUIPAMENTO DE CORTE

Família	Código	Programa
KitKat3 Nexus	F.01U.364.838	
	F.01U.364.839	
KitKat3 Carrier	F.01U.374.250	
	F.01U.377.030	
	F.01U.377.029	
	F.01U.385.373	
BreitlingSmallDisplay	F.01U.295.975	
	F.01U.295.976	
	F.01U.334.017	
	F.01U.334.071	
	F.01U.321.767	
	F.01U.334.013	
	F.01U.376.357	
F.01U.385.129		
Breitling-MainBoard	F.01U.313.552	
	F.01U.313.551	
	F.01U.328.758	
	F.01U.328.759	
	F.01U.328.760	
	F.01U.342.372	
	F.01U.342.380	
F.01U.365.294		
BreitlingDisplay	F.01U.295.977	
	F.01U.324.670	

APÊNDICE I – INSTRUÇÕES DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO DE SOLDADURA


	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Seletiva 6745 Manual de Operação	Versão: 0.01
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015	Data: 21/07/2020
		Pág. 1 de 8

Índice

- 1- Descrição do Menu Principal
- 2- Ligar a Máquina
- 3- Função Timer
- 4- Desligar a Máquina



Autor:	A.Pereira	Departamento:	MOE11	Data:	21-07-2020
Aprovado por:		Departamento:	MOE1	Data:	21-07-2020

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Seletiva 6745	
	Manual de Operação	
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015	Versão: 0.01 Date: 21/07/2020
		Pág. 2 de 8

1- Descrição do Menu Principal

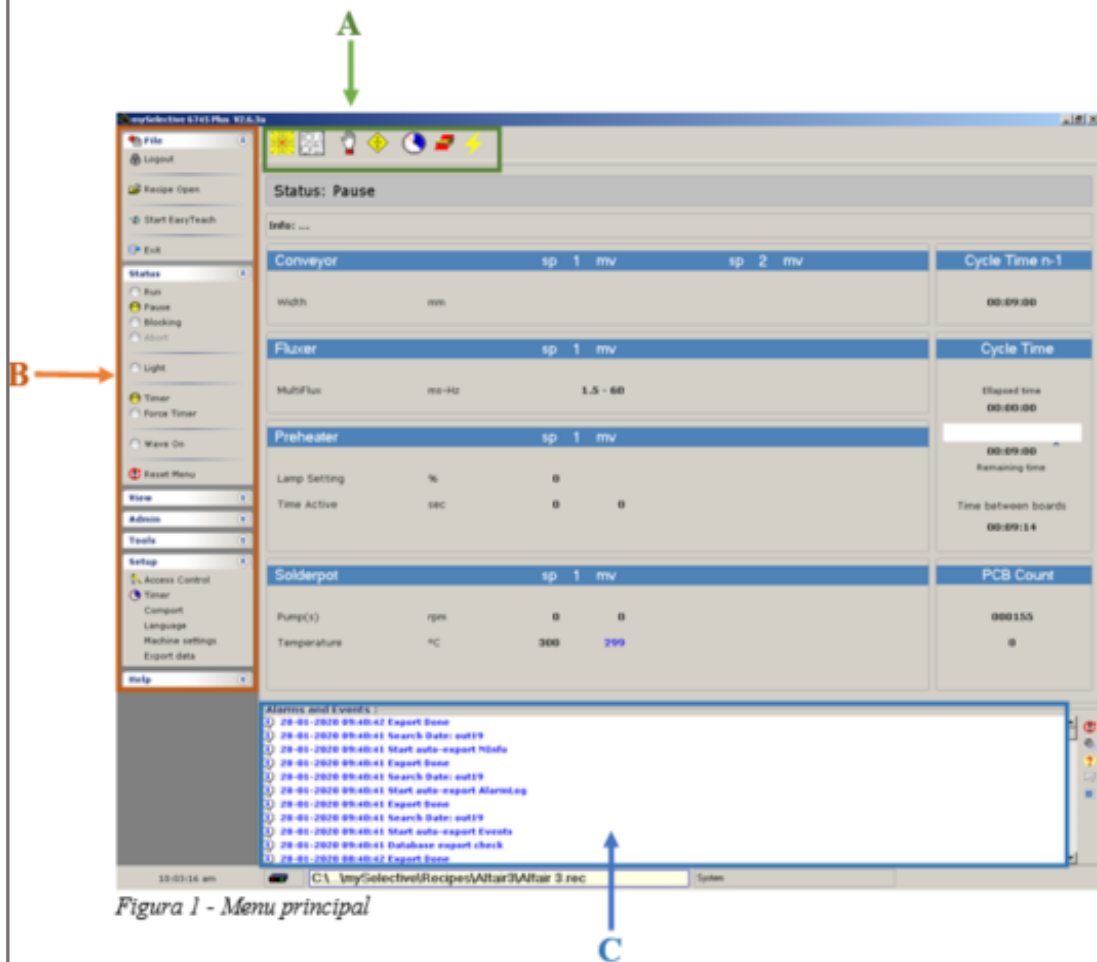



Figura 1 - Menu principal

- A- Estado de operação
- B- Sub menu de operação
- C- Área de status

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final	
	Seletiva 6745		Versão: 0.01
	Manual de Operação		Date: 21/07/2020
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015	Pág. 3 de 8	

1.1- Simbologia

-  - Alarme de Manutenção
-  - Chave em Modo Manual – Low Power
-  - Chave em Modo Automático
-  - Alarme Presente
-  - Emergência Pressionado
-  - Timer
-  - Modo Manual
-  - Alarme presente

1.2 – Simbologia menu de operação



Figura 2 - Menu de operação

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final	
	Seletiva 6745		Versão: 0.01
	Manual de Operação		Date: 21/07/2020
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015		Pág. 4 de 8

2- Ligar a máquina

2.1- Ligar a frio

- Ligar o interruptor geral;



Figura 3 - Interruptor ligar/desligar

- Ligar PC;



Figura 4 - Iniciar o programa

- Ativar o interruptor de emergência e fazer login;

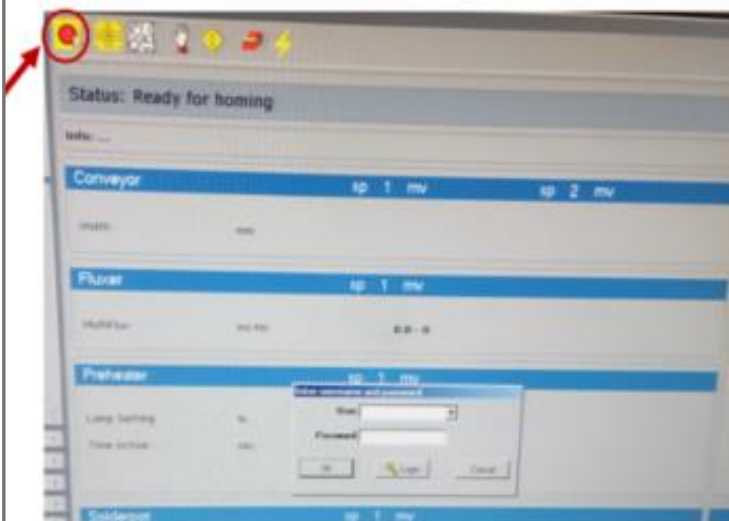



Figura 5 - Ativar interruptor de emergência

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Seletiva 6745 Manual de Operação	Versão: 0.01
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015	Date: 21/07/2020
		Pág. 5 de 8

- Fazer Reset E-Stop;

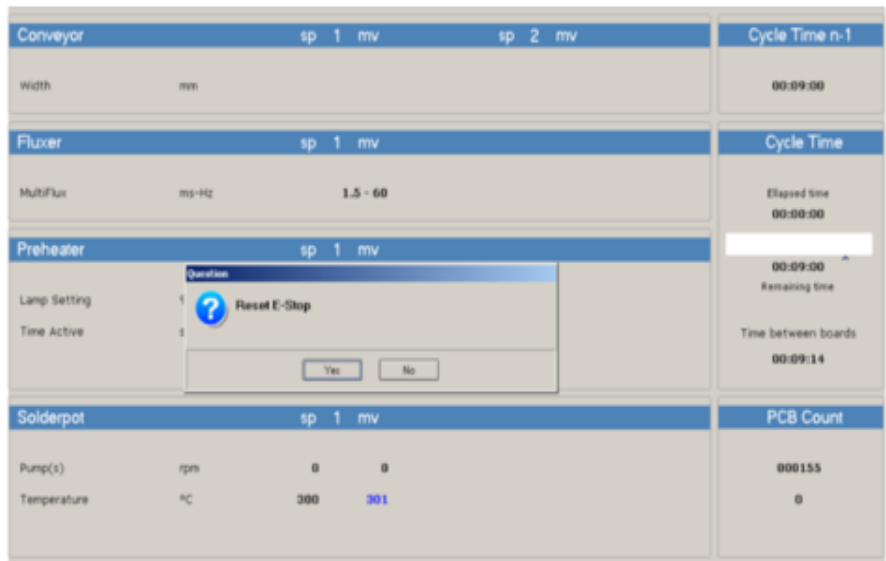
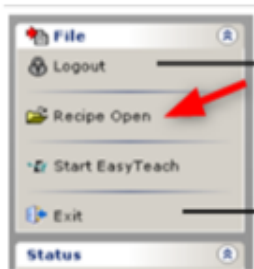


Figura 6- Reset E-stop

- Selecionar a *Receita* de produção conforme produto a produzir



- Chave de comutação para high / low conforme a necessidade;


	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Seletiva 6745 Manual de Operação	
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015	Date: 21/07/2020
		Pág. 6 de 8




Figura 7- Chave de computação high/low power

- Aguardar que a máquina atinja a temperatura (demora mais ou menos 2h30);
- Seguir para o procedimento ligar a quente.

2.2- Ligar a quente (programação através de relógio)

- Ligar os Conveyors de entrada e saída.
- Ligar a chave para Low Power (figura 7).
- Abrir a porta, colocar a máquina em modo manual e realizar manutenção ao fluxo (ver documento:

017_PQI manutenção do fluxo); 

- No menu principal colocar a máquina no modo de **RUN**

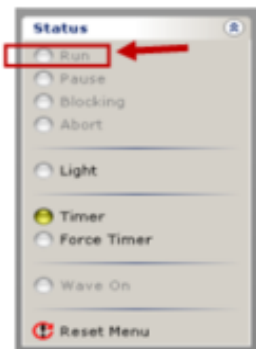



Figura 8 – Ativar/o run

- Efetuar manutenção de 1º nível (ver documento: Manutenção 1º nível seletiva 6745).
- Fazer reset a todos os alarmes (em caso de alarme).
- Fechar a porta de acesso (ter atenção não deixar ferramentas dentro da máquina).
- Colocar a chave em Modo Automático.
- Arranque de produção.

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Seletiva 6745	Versão: 0.01
	Manual de Operação	Date: 21/07/2020
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvTP-015	Pág. 7 de 8

3 - Função Timer

Esta função tem como função ligar/ desligar a máquina em modo automático. Quando em modo automático a máquina aquece/arrefece a temperatura entre 230° e 300°.

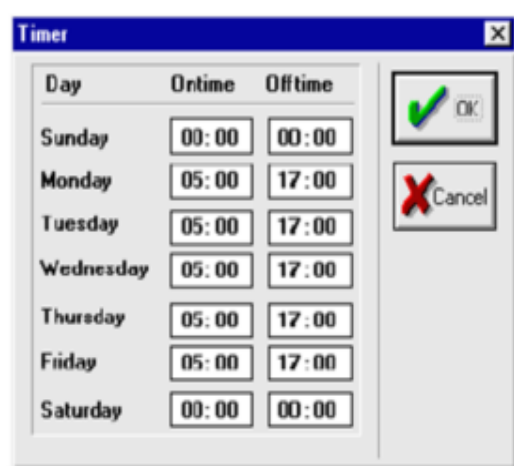


Figura 9 - Função Timer

- No menu principal desligar o **Timer** coloca a máquina permanentemente no estado **Run**, ligar o **Timer** a máquina desliga-se ao fim do tempo pré-definido (exemplo: pode-se ligar/desligar diariamente, ou seja, entre as 05H e 17H ou pode-se ligar na segunda-feira às 05H e desligar na sexta-feira às 17H).
- No menu **Setup** escolher a opção **Timer** para definir o timer.
- Em caso de a máquina se desligar com alarmes ativos estes serão apagados, mas quando esta voltar a reiniciar os alarmes voltaram a estar ativos.

3- Desligar a máquina

3.1- Desligar a máquina por um pequeno período de tempo (nunca superior a 5 dias)

- Abrir os settings de temporização no programa (função “**Timer**” “**Setup**”) e programar no calendário os dias a desligar (ter atenção que a temperatura do pote vai para 20°/23°).


	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final	
	Seletiva 6745		Versão: 0.01
	Manual de Operação		Date: 21/07/2020
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-015	Pág. 8 de 8	



Figura 10 - Ativar a função timer

3.2- Desligar a máquina por um grande período de tempo

- No menu principal forçar o **Timer** (opção **Force Timer**) para que a máquina entre em Stand By.




Figura 11 - Ativar a função forcer timer

- Aguardar que a máquina atinja a temperatura de Stand By (mais ou menos duas horas).
- Fechar o programa da máquina (**File Close**).
- Fazer **Shut down**.
- Desligar o interruptor principal.



Figura 12 - Desligar o interruptor

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Selectiva 6745	
	Mapa de Manutenção de 1º Nível	
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvTP-014	Versão: 0.01 Data: 22/07/2020 Pág.1 de 2


Manutenção – Nível Operador

S- Segunda	Q- Quinta
T- Terça	S- Sexta
Q- Quarta	S- Sábado

Na máquina de soldadura selectiva é necessário usar o PC de operação para efectuar o processo de manutenção, sem este recurso não é possível operar os vários módulos do equipamento (On/Off).

Operação de PC para Manutenção:

- Para aceder ao menu de modo manual seleccione o ícone manual.




Em modo manual a activação ou desactivação dos módulos (ON/OFF) executa-se através da selecção dos itens dentro de cada um dos módulos. Colocar o ponteiro do rato sobre o item e clicar dentro da quadrícula ✓.

No final da manutenção quando fechar o menu de modo manual confirmar que não existe qualquer ferramenta na área der trabalho.

Nota: É obrigatório a utilização de EPI's (Equipamento de Protecção Individual).
Os resíduos de solda devem ser colocados nos recipientes indicados para o efeito

Autor:	A.Pereira	Departamento:	MOE11	Data:	22-07-2020
Aprovado por:		Departamento:	MOE1	Data:	22-07-2020


	Interna – Quando impresso, cópia não controlada		Final	
	Selectiva 6745		Versão: 0.01	
	Mapa de Manutenção de 1º Nível		Data: 22/07/2020	
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-014		Pág. 2 de 2	

Manutenção – Nível Operador

S- Segunda Qi- Quinta
 T- Terça S- Sexta
 Q- Quarta Sa- Sábado
 Do- Domingo

Parte	N.º	Tarefas*	T	S	T	Q	Qi	S	Sa	Do
Wettable Nozzle (*) Selectivo 4 vezes por turno (cada duas horas)	1	Sem placas dentro da máquina deve comutar a chave para Low Power, abrir a porta e: <ul style="list-style-type: none"> Limpar o orifício do nozzle com um pau (tipo palito de espetada). Limpar as paredes do wettable nozzle com fio de solda (conforme imagem na máquina): 	3 min	Todos os turnos, a cada duas horas						
Nozzle (*) Selectivo Esta tarefa deve ser executada no período da manhã (08 às 12).	2	Deve parar a máquina comutar a chave para Low Power, abrir a porta e: <ul style="list-style-type: none"> Remover o cone de nitrogénio e o nozzle Limpar a escória do compartimento de encaixe do nozzle. Limpar o nozzle com um pau (tipo palito de espetada). Recolocar as peças: <ul style="list-style-type: none"> Colocar o nozzle ** Montar o cone de nitrogénio Limpar as paredes do wettable nozzle com fio de solda (conforme imagem na máquina) Aguardar até a solda fluir no nozzle 	30 min	X				X		
Carries	3	Verificar fechos das placas		Durante a produção						
	4	Caso de carrier danificado enviar para o dep. da manutenção								
Nozzle do Fluxo	5	Limpar com álcool ISO e pincel top do nozzle	1 min	Todos os turnos, a cada duas horas						
Vidros das Portas	6	Limpar os vidros	5 min	Sempre que necessário						

** Nota: Nas operações de colocação das peças no banho de solda devem ter um tempo de pré aquecimento (Tempo para dilatação do material)

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada	Final
	Selectiva 6745	
	Mapa de Manutenção	
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-016	Versão: 0.01 Data: 22/07/2020 Pág. 1 de 5

Manutenção – Nível Mecânico/Elétrico
 S - Semanal
T - Trimestral

2S- Semanas
 M - Mensal

S - Semestral
 A - Anual

Na máquina de soldadura seletiva é necessário usar o PC de operação para efetuar o processo de manutenção.

Operação de PC para Manutenção:

Para iniciar o processo de manutenção fazer login
 User=Supervisor
 Pass=S


Em modo manual deve ativar ou desativar os módulos (ON/OFF) o ligar e desligar executa-se através da seleção dos itens dentro de cada um dos módulos. Colocar o ponteiro do rato sobre o item e clicar dentro da quadrícula

No final da manutenção, quando fechar o menu de modo manual confirmar que não existe qualquer ferramenta na área de trabalho

Nota: É obrigatório a utilização de EPI's (Equipamento de Protecção Individual). Os resíduos de solda devem ser colocados nos recipientes indicados para o efeito


Parte	N.º	Tarefas*	S	2S	M	T	S	A
Robot e Cabeça 2h **8h	1	Colocar massa Turmotemp 11/400 100gr no grasser do eixo Z da Cabeça.			*			
	2	Limpar com um pano o pó da parte superior do barramento de perfil do Robot X-Y (atenção aos sensores colados na parte superior)			*			
	3	Limpar com um pano e álcool Isopropanol as fitas plásticas do barramento do Robot X-Y-Z			*			


Autor:	A. Pereira	Departamento:	MOE11	Data:	22-07-2020
Aprovado por:		Departamento:	MOE1	Data:	22-07-2020

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada						Final
	Selectiva 6745						Versão: 0.01
	Mapa de Manutenção						Data: 22/07/2020
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-016						Pág. 2 de 5

	5	Retiras a tampa da cabeça e limpar a área da (com um pano seco). Lubrificar partes móveis (cilindros) com uma pequena quantidade de Aerosol 300ml (23 42480)			*			
--	---	--	--	--	---	--	--	--

Sistema de Bombagem Pote 1 (SelectWave) 1h	11	Retirar e limpar com pano e álcool Isopropanol todos os resíduos de fluxo. <ul style="list-style-type: none"> • Lubrificar com telus 10 todos os pino e molas • Testar os movimentos dos pinos dos pinos • Verificar as fugas nos cilindros, substituir se necessário 			*			
	12	Retirar o Motor limpar os resíduos de solda da ampela com uma escova macia. Retirar o carvão do interior da câmara com a ajuda do martelo de cobre 250gr (atenção ao local de impacto do martelo). Inspeccionar a corrosão das partes metálicas.	*					
	13	Verificar a tensão/condição da correia do Motor substituir quando fissurada. Turmotemp 11/400 100gr (14 36463).			*			
	14	Lubrificar a correia Turmotemp 11/400 100gr (14 36463).			*			
	15	Verificar se as ampelas rodam livremente (em caso de prisão mecânica substituir rolamentos 2x (40303)	*					


	Interna – Quando impresso, cópia não controlada						Final	
	Selectiva 6745						Versão: 0.01	
	Mapa de Manutenção						Data: 22/07/2020	
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-016						Pág.3 de 5	
SelectWave 2 h **4h	16	Substituir Correia 1x (41763)					*	
	17	Inspecionar a condição do material que se encontra mergulhado na solda, em caso de corrosão planear e substituir					*	
	17	Inspecionar a condição do sistema de controlo temperatura (PTC)						*
	18	Retirar a tampa do difusor e parte da solda. Desmontar e limpar o interior do INNER POTE <ul style="list-style-type: none"> Caso exista material com corrosão (sem coating) deve planear a substituição 					*	
	19	Substituir wetttable Nozzle 7-436500-Nozzle 4mm F01U385294			*			
	21	Remover escória do pote	*					
	22	Remover e limpar o Nozzle	*					
	23	Limpar os difusores de Azoto (Tampa).	*					
24	Montar todo o sistema tendo em atenção o tempo se dilatação do material do nozzle).	*						

		Interna – Quando impresso, cópia não controlada				Final	
		Selectiva 6745 Mapa de Manutenção				Versão: 0.01	
Ovar, Portugal		SWL3-Q6719-OvrP-016				Data: 22/07/2020	
						Pág.4de 5	
MultiFlux 1h **2h	25	Retirar fluxo e lavar o circuito com álcool ISO.	*				
	26	Lavar a unidade do fluxo com pano e autoclean40 (ou álcool ISO), limpar a base, guias e áreas em contacto com o sistema de fluxo. Aplicar Oleo interflon fin super Aerosol 300ml (23 42480) em toda a área exceto no topo do nozzle		*			
	27	Colocar massa nos grasers da unidade X e Y. Topas (F.01U.023.578).			*		
	28	Substituir o Filtro ref 39504					*
	29	Substituir se necessário no sistema de suporte do nozzle do fluxo as peças: <ul style="list-style-type: none"> • 1x 425545 • 1x 42119 • 2x 42176 • 1x 425711 • 1x 425539 					*
	30	Verificar e se necessário os encaixes rápidos do tanque de fluxo 36571 e 36572					*
Modulo do Robot do Fluxo 2h	31	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar o Modulo • Verificar a correias e substituir se necessário 2x (41957) • Montar e calibrar posição X,Y (Machine point JIG T) 				*	
Interior da máquina	32	Aspirar e limpar a máquina	*				
Alimentador de solda	33	Verificar folgas ajustar se necessário			*		
	34	Desmontar, lubrificar e ajustar folgas					*
Preheat	35	Limpar as lâmpadas com pano e álcool Isopropanol.				*	
	36	Substituir as pratas.				*	
Conveyor	37	Limpar o conveyor com ar comprimido		*			
	38	Verificar o paralelismo dos conveyors de entrada e saída ajustar pontos da máquina					*






	Interna – Quando impresso, cópia não controlada		Final			
	Selectiva 6745		Versão: 0.01			
	Mapa de Manutenção		Data: 22/07/2020			
Ovar, Portugal	SWL3-Q6719-OvrP-016		Pág. 5 de 5			

	39	Lubrificar sem fins e guias lineares. Turmotemp 11/400 100gr (14 36463).				*		
	40	Verificar a função e a posição dos “Cilindros de paragem dos carriers”.		*				
	41	Limpar sensores de paragem dos carriers	*					
	42	Limpar e substituir se necessário os tubos dos Cilindros de paragem dos carriers.			*			
	43	Aspirar todos os resíduos de solda na zona traseira dos módulos de pré-aquecimento e equipamento em geral	*					
Computador	44	Com o interruptor geral da máquina desligado, limpar o PC						*
Nível Elétrico	45	Abrir a área de comando e controlo da máquina (cartas) soprar e aspirar o compartimento.					*	
	46	Medir as resistências do pote (substituir se quando está fora de especificação)					*	
Geral	47	Verificar e testar as emergências e os interlocks.					*	
	48	Verificar estados das lâmpadas da torre, substituir em caso de avaria.			*			
	49	Inspecionar e substituir os tubos e os cabos da cabeça e da unidade de fluxo.					*	
	50	Verificação dos requisitos de segurança HSE						*

Production and Quality Instruction



Standard Work Sequence


Operation	
Limpeza do nozzle fluxo (2h em 2h)	
Preparação para limpeza do nozzle [Técnico A]	
1	<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>Colocar equipamentos de proteção individual: óculos + luvas de calor</p> </div> <div style="flex: 2;">  </div> </div>
2	<p>Rodar a chave para Low Power</p> 
3	<p>Ativar o modo manual no computador</p> 
4	<p>Pressionar o botão de fluxo 50-50</p> 
5	<p>Abrir a porta da máquina com a chave</p> 







Organizational Data

Reference	Line / Work Cell	Part No./ Name	
SWL3-Q6719-OvrP-017		Limpeza nozzle	
Operation No.	Description		
MOE1	MOE11	Date	Page
		22.07.2020	1 of 2

File: /c:\baser\CP\CS\DOC\Manual de trabalho\2019\01 Documentos Gerais\SWL3-Q6719-OvrP-017\SWL3-Q6719-OvrP-017_PQI.doc

Production and Quality Instruction


BOSCH

+			
6	Limpar o nozzle com pincel e álcool		
7	Fechar a janela do fluxo 50-50 (modo manual)		
Limpeza do nozzle de soldadura			
8	Com a chave em Low Power ativar o modo RUN		
9	Desobstruir nozzle com suporte de madeira		
10	Limpar nozzle com o fio de solda (atenção ao risco de queimadura)		
Conclusão da limpeza do nozzle			
11	Verificar se a gota do nozzle está suave e fechar porta		

Quality Instructions

Defect	Remarks	Origin	Detection	Response Limit


Organizational Data

Reference SWL3-Q6719-OverP-017	Line / Work Cell	Part No. / Name Limpeza nozzle	
Operation No.	Description		
MOE2	MOE11	Date 22.07.2020	PARR 2 of 2

APÊNDICE J – TEMPOS DE TRANSPORTE (APÓS AÇÃO DE MELHORIA)

Nº amostra	Distância (m)	Tempo Transporte (seg)	Tempo movimentação (seg)	Tempo total
1	8	9,2	6,2	15,4
2	8	8,9	5,4	14,3
3	8	9,2	4,4	13,6
4	8	9,1	4,2	13,3
5	8	8,7	3,8	12,5
6	8	9,4	4,8	14,2
7	8	8,2	4,5	12,7
8	8	8,7	3,2	11,9
9	8	7,8	3,8	11,6
10	8	9,3	4,1	13,4
11	8	9,1	3,9	13,0
12	8	8,2	4,8	13,0
13	8	8,1	5,1	13,2
14	8	8,7	5,1	13,8
15	8	8,7	4,4	13,1
16	8	9,2	5,1	14,3
17	8	9,1	3,8	12,9
18	8	8,7	5,1	13,8
19	8	9,0	4,7	13,7
20	8	9,7	5,1	14,8
21	8	9,8	5,2	15,0
22	8	9,8	4,2	14,0
23	8	8,9	3,9	12,8
24	8	9,9	4,1	14,0
25	8	9,7	4,3	14,0
26	8	9,8	5,0	14,8
27	8	9,8	5,1	14,9
28	8	8,6	5,2	13,8
29	8	8,7	5,4	14,1
30	8	9,7	5,8	15,5

ANEXO A – LISTA DE PROGRAMA

	Interna – Quando impresso, cópia não controlada						Final
	Programas Onsertion ALTAIR Linha SMT9 R&D-EIND						Versão: 0.01
							Data: 27/04/2020
Ovar, Portugal	SWL3-Q6730-OvrP-163						Pág.1de 1

Família	Descrição	PWB	Sub-Assy	Lado	EKRA Koh -Young	P&P	Clamp (bar)	Forno
ALTAIR	Processor	F.01U.350.899	F.01U.364.798	A	L350899A	364798A	3	Low-profile-225-A
				B	L350899B	364798B		Low-profile-225-B
			F.01U.364.801	A	L350899A	364801A		Low-profile-225-A
				B	L350899B	364801B		Low-profile-225-B
			F.01U.364.811	A	L350899A	364811A		Low-profile-225-A
				B	L350899B	364811B		Low-profile-225-B
			F.01U.364.814	A	L350899A	364814A		Low-profile-225-A
				B	L350899B	364814B		Low-profile-225-B

Família	Descrição	KIC	Sub-Assy	BufferIn	Microclean	BufferOut	AOI	SETUP
ALTAIR	Processor	LF-Low Profile	F.01U.364.798	PRO-PITCH.1	225	PRO-PITCH.2	364798_A	Altair Processor
				PRO-PITCH.2		PRO-PITCH.3	364798_B	
			F.01U.364.801	PRO-PITCH.1		PRO-PITCH.2	364801_A	
				PRO-PITCH.2		PRO-PITCH.3	364801_B	
			F.01U.364.811	PRO-PITCH.1		PRO-PITCH.2	364811_A	
				PRO-PITCH.2		PRO-PITCH.3	364811_B	
			F.01U.364.814	PRO-PITCH.1		PRO-PITCH.2	364814_A	
				PRO-PITCH.2		PRO-PITCH.3	364814_B	

ANEXO B – FICHA TÉCNICA DE COLA ADESIVA 29231C LETBOND

LETBOND®

Technical Data Sheet 29231C Adhesive

1. Product Description

LETBOND® 29231C is an epoch-making one-component quick curing adhesive having three significant features which are said to be ideal properties of the adhesives; "pressure-sensitive adhesion", "elastic adhesion" and "solvent-free adhesion". Furthermore, the New Technopolymer developed by state-of-the-art technologies has functions meeting an extensive range of social needs for current adhesives. Pressure-sensitive range is reached in this curing process about 10 minutes after application. LETBOND® 29231C as elastic adhesives do not peel off. Once materials are adhered, LETBOND® 29231C provides durability in the range from low temperature (-60°C) to high temperature (+120°C). Because of the rubber state of the hard film, LETBOND® 29231C follows the changes of adherents such as expansion and shrinkage sufficiently.

2. Product Features

- One-component solvent-free agent providing quick at normal temperature.
- Easy-to-use, safe and clean.
- Adhesion required to have initial adhesive strength.
- Adhesion required to have durability due to repeated heating, cooling and vibration.
- Adhesion of different types of materials having different thermal expansion coefficients. Such as various types of metal, plastic, rubber and ceramics.
- Application to waterproof cameras, such as DV, digital camera etc.

3. Physical Properties

Item	Specification
Chemical Type	Special polymer containing silyl group
Appearance	Light yellow translucent viscous liquid
Viscosity, cps 25°C, S14, 5 rpm	58,400 - 87,600
Specific Gravity (water=1)	1.06

4. Cure Schedule

Cure, min	10
-----------	----



Technical Data Sheet 29231C Adhesive

5. Mechanical Properties

Item	Specification
Durometer Hardness, Shore A	50
Elongation, %	170
Tensile Strength, kgf/cm ²	25
Tensile shear strength, kgf/cm ²	
SPCC	30 / Cohesion failure
AL	29 / Cohesion failure
PVC	25 / Cohesion failure
PC	25 / Cohesion failure
Nylon	19 / Cohesion failure
PMMA	14 / Adhesion failure
Elasticity Modulus, @23°C, kgf/cm ²	25
Linear Expansion Coefficient	1.8×10^{-4}
Glass Transition Temperature (Tg), °C	-62
Volume Resistivity, Ω-cm	1.2×10^{12}
Dielectric Constant, 100Hz	3.92
Dielectric Loss Tangent, 100Hz	0.11
Operating Temperature Range, °C	-60 ~ +120

6. Storage and Shelf Life

LETBOND® 29231C should be kept without any possibility of light exposure. Replace lid immediately after use. LETBOND® 29231C has twelve months minimum shelf life when stored in dark place below 25°C in original, unopened containers.

7. Health & Safety In Use

Some findings indicate a lack of potential for carcinogenicity with the compositions of LETBOND® 29231C by long term recurrent application to the skin. However, contact with skin is likely to produce mild transient reddening. It is important to remove adhesive from skin with soap and water thoroughly. LETBOND® 29231C is of moderate acute toxicity by swallowing. If swallowed, induce vomiting at once and call a physician. Avoid contact with eyes. In case of contact, flush with water for at least 15 minutes and get medical attention immediately. For specific information on this product, consult the Material Safety Data Sheet.

The logo for LETBOND, featuring the word "LETBOND" in a bold, red, sans-serif font with a registered trademark symbol (®) to the right.

Technical Data Sheet 29231C Adhesive

8. Caution

The data contained in this bulletin is furnished for information only and is believed to be reliable. We cannot assume responsibility for results obtained by others over whose methods we have no control. It is the user's responsibility to determine suitability for the user's purpose of any product or method mentioned herein and to adopt such precautions as may be advisable for the protection of property and persons against any hazards that may be involved in the handling and use thereof. We recommend that each prospective user test the proposed application before repetitive use, also using the data as a guide.

ANEXO C – FICHA TÉCNICA DE COLA ESK-50



COLA ESTRUTURAL ESK-50



Cola bi-componente sem solvente

Secagem rápida

A reação dos dois componentes resulta numa velocidade de cura rápida que permite uma aplicação imediata.

Ampla leque de aplicações

Cola peças metálicas, uma grande variedade de plásticos, vidro, cerâmica.

Elevada força de tração e resistência ao cisalhamento

As elevadas forças de tração e resistência ao cisalhamento mantêm-se mesmo sob influência de calor.

Excelente resistência a substâncias químicas

- Resistente à maioria dos líquidos tais como, água, gasolina e óleo.
- Resistente ao envelhecimento

Pode ser lixado depois de totalmente seco

Alto nível de transparência

Sem silicone e solvente

Art.-Nr.	0893 480 1
Qt./Emb.	1
Conteúdo	50 ml
Base química	Resina epóxi
Cor	Transparente, amarelo claro
Tempo de processamento min.	3,5 min
Tempo de manuseamento min.	4 min
Resistência final min.	48 h
Resistência térmica min./máx.	-60 até +100 °C
Validade a partir de data de produção	36 meses

Conteúdo do Art.-Nr.	Descrição	Art.-Nr.	Qt./Emb.
0893 480 1	Resina misturada	0891 481	2

Produtos complementares	Art.-Nr.
Pistola para cartuchos duplos	0891 893 485
Acetona de limpeza	0893 460

Campos de aplicação

Adequado para colar vários materiais que se distinguem pela sua elevada resistência à tração e impacto. Visto que a cola é transparente, é apropriada para colagens exigentes, e portanto é um composto ideal para as diferentes aplicações tais como, colagem de chapas de aço inoxidável, reparações de peças metálicas e plásticas partidas, fabrico de placas de circuito, etc.

Substratos adequados são, aço, aço galvanizado, aço inoxidável, alumínio, cobre, latão, metais revestidos e galvanizados, GFK polido, ABS, PVC rígido, SMC, vidro, cerâmica, betão, FK/SMC, madeira, poliuretano etc.

STP-201-603-17363 ©

Estas informações servem para o aconselhar, da melhor maneira possível, com base nos nossos ensaios e experiências. Não podemos assumir qualquer responsabilidade em relação às aplicações individuais devido à variedade de aplicações e das condições de armazenagem e aplicação que estão fora do nosso controlo. Isto também se aplica à utilização do serviço técnico e comercial gratuito de assistência ao cliente que fornecemos. Recomendamos sempre a realização de testes prévios. Garantimos uma qualidade constante dos nossos produtos. Reservamos o direito a alterações técnicas e melhoramento. Para mais informações consulte a ficha técnica.

03 03 090